



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**DISEÑO DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA  
DE OCA (*Oxalis tuberosa*) PARA LAS DIETAS ALIMENTICIAS  
DE LA COMUNIDAD DE QUILLOAC, CANTÓN CAÑAR**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTOR: ANDREA CRISTINA ARAUJO SANTACRUZ**

**DIRECTOR: B.Q. F. ADRIANA ISABEL RODRÍGUEZ BASANTES M. SC**

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, **Andrea Cristina Araujo Santacruz**

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

Yo, ANDREA CRISTINA ARAUJO SANTACRUZ, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos 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, 17 de noviembre de 2022

A handwritten signature in blue ink that reads "Andrea Araujo S." with a period at the end.

**Andrea Cristina Araujo Santacruz**

**030268369-3**

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

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto Técnico **“DISEÑO DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE OCA (*Oxalis Tuberosa*) PARA DIESTAS ALIMENTICIAS DE LA COMUNIDAD DE QUILOAC, CANTÓN CAÑAR”**, realizado por la señorita: **ANDREA CRISTINA ARAUJO SANTACRUZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Guillermo Eduardo Davalos Merino M. Sc <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2022-11-17
B.Q. F Adriana Isabel Rodríguez, M. Sc <b>DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	 _____	2022-11-17
Ing, Mónica Lilian Andrade, M.Sc <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2022-11-17

## **DEDICATORIA**

A Dios por darle la vida a mis padres Luis y Rosa quienes han sido el motor y el pilar para yo seguir con mi camino, a mis hermanos Santiago, Gina y Gabriela quienes son mi reflejo para yo seguir los pasos que ellos han tomado en la vida, a mis sobrinos también al amor de mi vida que ha estado presente en mi corazón por el resto de mi vida y a mi mayor bendición Luis Andrés.

*Andrea*

## **AGRADECIMIENTO**

A mis tutoras de tesis Adriana Rodríguez y Mónica Andrade por guiarme en este proceso, a mis compañeros Mafer, Kathy y Jhordy y a todas las personas quienes me han ayudado en este proceso y así alcanzar las metas deseas, Dios les pague.

*Andrea*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Identificación del Problema .....	2
1.3. Beneficiarios directos e indirectos .....	3
1.3.1. <i>Beneficiarios directos</i> .....	3
1.3.2. <i>Beneficiarios indirectos</i> .....	4
1.4. Objetivos del proyecto.....	4
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	5
2.1. Marco Investigativo.....	5
2.1.1. <i>Antecedentes de la investigación</i> .....	5
2.2. Revisión Teóricas.....	6
2.2.1. <i>Tubérculos Andinos</i> .....	6
2.2.2. <i>Oca</i> .....	7
2.2.3. <i>Harinas</i> .....	7
2.2.4. <i>Composición Química de la Harina de Trigo</i> .....	8
2.2.5. <i>Taxonomía de la oca</i> .....	8
2.2.6. <i>Harinas de los tubérculos andinos</i> .....	8
2.2.7. <i>Secado</i> .....	9

2.2.8.	<i>Molienda</i> .....	10
2.2.9.	<i>Tamizado</i> .....	11
2.2.10.	<i>Esquemas de los tamices</i> .....	11
2.2.11.	<i>Humedad</i> .....	12
2.2.12.	<i>Ceniza</i> .....	12
2.2.13.	<i>Proteína</i> .....	13
2.2.14.	<i>Grasa</i> .....	13
2.2.15.	<i>Gluten</i> .....	13
2.2.16.	<i>Carbohidratos</i> .....	14

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
3.1.	<b>Localización del proyecto</b> .....	16
3.2.	<b>Ingeniería del Proyecto</b> .....	17
3.2.1.	<i>Tipo de proyecto</i> .....	17
3.2.2.	<i>Metodología</i> .....	17
3.2.3.	<i>Método deductivo</i> .....	17
3.2.4.	<i>Método inductivo</i> .....	17
3.2.5.	<i>Método experimental</i> .....	18
3.3.	<b>Técnicas</b> .....	18
3.3.1.	<i>Caracterización de la materia prima</i> .....	18
3.4.	<b>Descripción del Proceso a nivel de laboratorio</b> .....	21
3.4.1.	<i>Recepción de materia prima</i> .....	21
3.5.	<b>Determinación de las variables del proceso</b> .....	22
3.5.1.	<i>Tiempo de Secado</i> .....	22
3.5.2.	<i>Temperatura</i> .....	22
3.5.3.	<i>Humedad</i> .....	23
3.6.	<b>Cálculos de Ingeniería</b> .....	23
3.6.1.	<i>Balance de Materia</i> .....	23
3.6.2.	<i>Datos del secado de la materia prima</i> .....	25
3.6.3.	<i>Balance de Energía</i> .....	26
3.7.	<b>Dimensiones de la planta</b> .....	28
3.7.1.	<i>Cálculo del rendimiento de la obtención de harina de oca (<i>Oxalis Tuberosa</i>) a nivel de laboratorio</i> .....	28
3.8.	<b>Diseño de Equipos</b> .....	28
3.8.1.	<i>Tanque de lavado y desinfectado</i> .....	28



3.8.2.	<i>Secador de bandejas</i> .....	30
3.8.3.	<i>Molienda</i> .....	31
3.8.4.	<i>Tamizado</i> .....	32
3.8.5.	<i>Empacadora</i> .....	33
3.9.	<b>Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria</b> .....	34
3.10.	<b>Inversión Fija</b> .....	34
3.10.1.	<i>Determinación de Egresos</i> .....	36
3.11.	<b>Costos totales de inversión fija y egresos</b> .....	37
3.12.	<b>Financiamiento</b> .....	37
3.13.	<b>Determinación de ingresos anuales</b> .....	37
3.13.1.	<i>Costos de la producción por unidad producida</i> .....	38
3.13.2.	<i>Precio de venta unitario al público</i> .....	38
3.14.	<b>Tasa interna de retorno y periodo de recuperación</b> .....	38
3.14.1.	<i>Valor actual Neto (VAN)</i> .....	38
3.14.2.	<i>Tasa Interna de Retorno (TIR)</i> .....	39
3.14.3.	<i>Periodo de recuperación (PDR)</i> .....	41

#### **CAPÍTULO IV**

4.	<b>RESULTADOS</b> .....	42
4.1.	<b>Análisis e interpretación de resultados</b> .....	42

#### **CAPÍTULO V**

5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	46
5.1.	<b>Conclusiones</b> .....	46
5.2.	<b>Recomendaciones</b> .....	47

#### **BIBLIOGRAFÍA**

#### **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Porcentaje de los principales componentes de la harina.....	8
<b>Tabla 2-3:</b> Técnicas usadas para la caracterización de la Oca. ....	18
<b>Tabla 3-3:</b> Técnicas usadas para la caracterización de la Oca. ....	20
<b>Tabla 4-3:</b> Datos experimentales del secado de la oca.....	25
<b>Tabla 5-3:</b> Equipos requeridos para la obtención de harina de oca.....	34
<b>Tabla 6-3:</b> Costos de inversión fija. ....	34
<b>Tabla 7-3:</b> Costos de inversión fija .....	35
<b>Tabla 8-3:</b> Costos de materiales e insumos para la obtención de harina de oca. ....	36
<b>Tabla 9-3:</b> Costos de servicios básicos. ....	36
<b>Tabla 10-3:</b> Costos de mano de obra.....	36
<b>Tabla 11-3:</b> Total de egresos anuales.....	37
<b>Tabla 12-3:</b> Costos totales.....	37
<b>Tabla 13-3:</b> Costos anuales. ....	38
<b>Tabla 14-3:</b> Proyección Financiera. ....	40
<b>Tabla 15-3:</b> Evaluación Financiera. ....	40
<b>Tabla 16-3:</b> Periodo de Recuperación.....	41
<b>Tabla 17-4:</b> Resultados Análisis Bromatológicos.....	42
<b>Tabla 18-4:</b> Análisis Microbiológicos.....	42
<b>Tabla 19-4:</b> Análisis Químico para la harina de Oca. ....	44
<b>Tabla 20-4:</b> Análisis Microbiológicos para la harina de Oca.....	44

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b> Molino de Bolas.....	10
<b>Ilustración 2-2:</b> Molino de martillos.....	11
<b>Ilustración 3-2:</b> Tamices Industriales. ....	12
<b>Ilustración 4-2:</b> Composición química .....	14
<b>Ilustración 5-3:</b> Georreferencia de la "Asociación Mushuk .....	16
<b>Ilustración 6-3:</b> Curva de secado masa vs tiempo. ....	26
<b>Ilustración 7-3:</b> Modelos de presentación .....	33
<b>Ilustración 8-4:</b> Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo.....	43
<b>Ilustración 9-4:</b> Requisitos microbiológicos para la harina de trigo.....	43
<b>Ilustración 10-4:</b> Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo.....	43

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE OCA

**ANEXO B:** ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LABORATORIO

**ANEXO C:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**ANEXO D:** DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA PLANTA

**ANEXO E:** NORMA TÉCNICA ECUATORIA INEN 616:2015

## RESUMEN

El objetivo de este proyecto técnico fue diseñar el proceso para la obtención de harina de oca (*Oxalis tuberosa*) a nivel de laboratorio con la verificación de la normativa vigente NTE INEN 616 para dietas alimenticias de la comunidad de Quilloac, Cantón Cañar. Para el cumplimiento del objetivo y que el mismo sea un producto apto para el consumo humano y las dietas de los consumidores locales, se realizaron análisis físicos-químicos con pruebas de medición de cenizas, humedad, proteína, grasa, gluten y carbohidratos. En cuanto a la verificación de cumplimiento de las características microbiológicas, se realizó estudios en los cuales se incluyen: Mohos y levaduras y coliformes totales dando valores en donde se van a comparar con los niveles permitidos que detalla la Norma Técnica, de igual forma se validó el proceso con cálculos de ingeniería para complementar el diseño de la planta. También se tomó en cuenta un análisis beneficio - costo para identificar la rentabilidad de ejecución del proyecto. Los resultados de los análisis físico-químicos fueron: ceniza 3,25%, proteína 9,80%, grasa 3,00%, humedad 4,20%, hidratos de carbono 65,98% y la ausencia en gluten. Para los análisis microbiológicos de mohos y levaduras un resultado de 50 UFC/g y coliformes con un total 20 UFC/g. El beneficio-costo fue de \$ 1,13 el Valor Actual Neto arrojó valores de \$21426,54 y la Tasa Interna de Retorno un valor de 59,61% considerao aceptable. Se ha concluido con el proceso para la obtencion de harina de oca, siendo esta beneficiosa para nuestro organismo al momento de consumirlo puesto que cumple con las norma vigente NTE INEN 616. Se recomienda controlar las temperaturas máximas y mínimas, junto con el tiempo de secado ideal para evitar la perdida de nutrientes.

**Palabras clave:** < PROCESO INDUSTRIAL >, <HARINAS>, <CAÑAR (PROVINCIA)>, <OCA (*Oxalisis Tuberosa*)>, <DIETAS ALIMENTARIAS>.

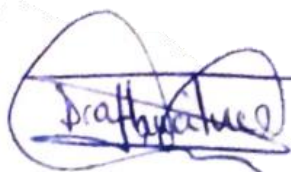


## ABSTRACT

The objective of this technical project was to design the process for obtaining goose (*Oxalis tuberosa*) flour at the laboratory level with the verification of the current regulation NTE INEN 616 for food diets in the community of Quilloac, Canton Cañar. In order to achieve the objective and make the product suitable for human consumption and the diets of local consumers, physical-chemical analyses were carried out with tests to measure ash, moisture, protein, fat, gluten and carbohydrates.

Regarding the verification of compliance with the microbiological characteristics, studies were carried out which include: Molds and yeasts and total coliforms: Molds and yeasts and total coliforms giving values where they will be compared with the permitted levels detailed in the Technical Standard, likewise the process was validated with engineering calculations to complement the design of the plant. A benefit-cost analysis was also taken into account to identify the profitability of project execution. The results of the physical-chemical analyses were: ash 3.25%, protein 9.80%, fat 3.00%, humidity 4.20%, carbohydrates 65.98% and the absence of gluten. For the microbiological analysis of molds and yeasts, a result of 50 CFU/g and coliforms with a total of 20 CFU/g. The benefit-cost was \$ 1.13, the Net Present Value was \$21426.54 and the Internal Rate of Return was 59.61%, considered acceptable. The process for obtaining goose flour has been concluded, being beneficial for our organism at the moment of consumption since it complies with the current standard NTE INEN 616. It is recommended to control the maximum and minimum temperatures, together with the ideal drying time to avoid the loss of nutrients.

**Key words:** <INDUSTRIAL PROCESS >, <FLOUR>, <HARN (PROVINCE)>, <OCA (Oxalis Tuberosa)>, <FOOD DIET>.



Dra. Nanci Margarita Inca Chunata Mgs.  
0602926719

## INTRODUCCIÓN

En nuestro país, es conocido por la gran variedad de tubérculos en la región sierra, cabe recalcar que hay tubérculos andinos que en este caso podemos considerar uno de ellos a la Oca, que ha ido perdiendo mucha importancia al momento de su consumo, los centros investigativos, las universidades no se centran en la investigación de la misma, no conocen su valor nutricional de la misma, en si no le dan un valor agregado y como es un hecho este tubérculo ha ido perdiendo importancia en el mercado y también en el consumo del mismo. Como problemática principal se puede decir que la oca tiene una producción muy escasa, siendo esta por temporadas lo que le lleva un tiempo entre los 8- 9 meses lo cual es un tiempo considerable, lo cual es evidente el bajo consumo de esta por parte de los pobladores, no solo de la comunidad si no del cantón en general. La oca es considerada un tubérculo con muchos beneficios para la salud, es similar a la papa, ya que es considerado un tubérculo rico en proteínas, fuente de fibra alta cantidad de almidón siendo un polisacárido que se encuentra en la mayoría de tubérculo y cereales (CIP, 2015, p.25-26). De varias fuentes bibliográficas toman en cuenta a la oca, lo cual esto representa 85- 88% de carbohidratos totales, como se mencionó que su principal compuesto es el almidón y esto se vuelve una fuente de energía y azúcares simples. Es por ello que se tomó la decisión de utilizar este tubérculo ya que tiene una amplia posibilidad de transformación industrial en harinas, mermeladas, néctares, etc. (Vega C. , 2012, p.12-17). La Oca (*Oxalis tuberosa*) es un constituyente de la herencia que los antepasados dejaron en nuestro país, dejando una huella en la zona andina debido a sus condiciones climáticas y también por la cultura que estos tenían. Como se supo manifestar que la producción y el consumo va en decadencia de este tubérculo andino a pesar de sus altos contenidos de fibras, de algunos aminoácidos esenciales y también un bajo aporte de grasa, este tubérculo a pesar de los años ha ido quedando fuera del mercado (Vega C. , 2012, p.12-17).

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

La *Oxalis tuberosa* más conocida como Oca, es un tubérculo nativo de los Andes, siendo este cultivado en climas fríos con precipitaciones elevadas, es un tubérculo importante que fue cultivado en el Ecuador prehispánico. Este tubérculo presenta una textura harinosa, dulce y puede ser consumida de diferentes formas: hervidas, al horno, etc., es un tubérculo que tiene diferentes aplicaciones y se puede usar en la panificación, extracción de alcohol por fermentación ya que su contenido de harina y azúcares es alto. El zumo de la oca posee una gran cantidad de oxalato de potasio (Vásquez, 2020, p.18).

La *Oxalis Tuberosa* se considera una especie octaploide, cuyo origen se da en la zona altoandina, tiene una diversidad morfológica, su estructura genética que hasta el momento no ha sido cuantificada (Cruz, 2018, p.6).

En nuestro país tiene varios recursos que no han sido aprovechados estos recursos son alimenticios entre ellos tenemos a la oca considerando un cultivo con un bajo costo, un fácil manejo en el proceso de la cosecha, hay varias organizaciones en el Ecuador, quienes promueven el cultivo de la oca con algunos programas de capacitación, estas entidades son el INIAP y el MAGAP (Yugán, Mira, & Paredes, 2020, p.1-14).

### 1.2. Identificación del Problema

La comunidad de Quilloac se encuentra localizada en la Provincia de Cañar, Cantón Cañar, siendo una zona rica en la producción de tubérculos andinos siendo estos productos que han perdido su valor agregado por ciertos factores.

Es necesario realizar el estudio para un diseño óptimo y así obtener la harina de la oca para las dietas alimenticias de los niños, jóvenes y adultos, centrándose no solo en la comunidad si no en el cantón en general, ya que es un producto innovador y contiene nutrientes que son de beneficio para la salud de los consumidores.

En la comunidad alrededor se encuentran 2000 pobladores, los cuales, basados en el censo del año 2010, la comunidad de Quilloac cuenta con un porcentaje entre los 45- 48% que forman parte de



niños y jóvenes, los cuales esta población ha optado por tener una alimentación muy baja en proteínas y nutrientes los cuales aportan poco o nada en la salud.

Basándose en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 616:2015 el cual trata de la harina de trigo, hacer una evaluación comparativa con las propiedades fisicoquímicas, propiedades organolépticas que poseen la harina de trigo y en base a eso hacer una comparación con el producto final que se obtenga con el diseño del proceso para la obtención de harina de oca a partir de la oca (*Oxalis Tuberosa*).

Con el pasar de los años, el uso y consumo de cualquier tipo de harinas ha sido beneficioso para la salud ya que contienen funciones nutricionales, por esta razón se puede considerar la harina de oca como un sustituto total o parcial a la harina de trigo convencional, de este modo se puede aprovechar las propiedades nutritivas que contiene la Oca, consiguiendo así sacar el máximo provecho a los beneficios económicos, comerciales, alzar el consumo de este tubérculo andino y teniendo a su vez una alternativa en las dietas alimenticias de la comunidad y el cantón en general. El valor nutricional que la oca puede alcanzar o superar incluso a la papa, el contenido de la proteína está alrededor de los 9% y claro posee aminoácidos esenciales mencionados con anterioridad (Vega C., 2012, p.12-17).

El objetivo de este proyecto técnico está dirigido a la población para que conozca sobre el uso y el consumo de la oca, sin necesidad de consumir el tubérculo al natural, sino con los derivados de este, gracias a esto se podrá conocer los componentes físico-químicos, algunas de las propiedades nutricionales y otras variables que van a permitir el uso y las aplicaciones que pueda tener la harina de oca.

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

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

Los beneficiarios que se involucran directamente en este proyecto es la “Asociación Mushuk Yuyay” y la comunidad de Quilloac.

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

- Los agricultores quienes pueden aportar con la materia prima que en este caso es un tubérculo andino el cual es la oca.
- Los consumidores del producto y de los subproductos que se obtengan al final con la harina de oca, ya que va a ser un producto de innovación en el mercado.

## **1.4. Objetivos del proyecto**

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

Diseñar un proceso para la obtención de harina de oca (*Oxalis Tuberosa*) para las dietas alimenticias de la comunidad de Quilloac, Cantón Cañar.

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

- Caracterizar la Oca (*Oxalis tuberosa*) de la Comunidad de Quilloac.
- Establecer las variables del proceso para la obtención de harina de oca a partir de la oca (*Oxalis tuberosa*).
- Diseñar el proceso para la fabricación de harina de oca a partir de cálculos de ingeniería.
- Validar el diseño de ingeniería a través de la caracterización fisicoquímico y microbiológico del producto final obtenido según normativa vigente de la harina de trigo NTE INEN 616:2015.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Marco Investigativo

##### 2.1.1. Antecedentes de la investigación

Ore, Aguirre, & Ticsihua, (2020, p.15), investigaron el efecto que puede producir en la oca el tiempo y la deshidratación de esta que se plantearon objetivos los cuales fueron: La evaluación de algunas propiedades fisicoquímicas de la harina de oca. Las propiedades químico proximal de la misma y también un análisis microbiológico de la harina de oca con diferentes tipos de variedad de la oca. Esto se realizó en un deshidratador de lecho fluidizado tomando temperaturas entre los 60°C – 80°C con un tiempo de una hora para elevar la temperatura. Cuando se realizó la caracterización fisicoquímica, se analizó el pH y la acidez por medio de una valoración volumétrica. Para la concentración de azúcar se utilizó un refractario y un análisis microbiológico en donde la muestra de la harina se obtuvo al azar. Los análisis de humedad, grasa, proteína, fibra, ceniza y carbohidratos, siendo los resultados aceptados dentro de los parámetros que son otorgados por Digesa (2000), lo cual el producto obtenido conserva las propiedades organolépticas para el uso industrial.

Brito, Espín, Villacrés, Merino, & Soto, (2003, p.13), nos indican mediante su boletín que lleva como título “El endulzamiento de la oca (*Oxalis Tuberosa*) una alternativa para la agroindustria rural del Ecuador “que la oca (*Oxalis Tuberosa*) es un tubérculo que es cultivado en la sierra ecuatoriana en zona andinas con una altitud que varía entre los 2000 y 4000 msnm en provincias como Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo. Aseguran también que dentro del Depto. de nutrición y calidad de E.E. Santa Catalina la oca presenta propiedades nutricionales que en 100 g de oca existe materia seca la cual contiene 3g de proteína, alrededor de 88 g de carbohidratos totales, considerando a este tubérculo andino tiene componentes tales como el almidón y el azúcar considerando un producto energético y contiene minerales como el hierro y el potasio y también presenta un contenido de vitamina C alrededor de 35mg/ 100g de tubérculo fresco. Mediante esta publicación se analiza una tecnología que es de bajo costo y con una aplicación de fácil acceso lo cual se va a aprovechar la energía del sol y algunos materiales que fueron realizados por las familias campesinas, con esto se hace que la concentración de los azúcares en los tubérculos andinos lo cual esto va a mantener las propiedades organolépticas y así evitando la pérdida del valor nutricional de la oca.

**Tabla 1-2:** Taxonomía de la Oca

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Geraniales
Familia	Oxalidaceae
Genero	Oxalis
Especie	<i>Oxalis Tuberosa</i>

**Fuente:** (Cruz, 2018).

**Realizado por:** Andrea Araujo, 2022.

Morillo, Morillo, & Lequizamo, (2018, p.18-28), manifiesta dentro de su artículo que algunos de los tubérculos andinos es un alimento de gran importancia, después de la papa (*Solanum tuberosum*) estos diferentes tubérculos son alimentos básicos de las comunidades campesinas. En algunas zonas de Boyacá- Colombia hasta la actualidad se conserva esa tradición de cultivar tubérculos como cubios, ullucos o ibias, pero esto se ha visto afectado por la erosión que se presentan en la tierra. El objetivo de esta investigación es mediante la recolección de muestras para su análisis morfológico y molecular de ocas o más conocidas como ibias. Con el análisis morfológico se pudo caracterizar el color del tallo, la pigmentación de las axilas, color del follaje, color de la flor, entre otras características. Por otro lado, tenemos que el análisis de la varianza molecular y el coeficiente de diferenciación genética van a presentar una alta variabilidad en la genética de los materiales de oca que fueron evaluados y estos se van a conserva y también aprovechar dentro de algunos programas de mejoramiento.

## **2.2. Revisión Teóricas**

### **2.2.1. Tubérculos Andinos**

Dichos tubérculos toman parte de diferentes zonas ecológicas, lo cual son valles irrigados en suelos desde los 3200 hasta los 4000 msnm, lo cual quiere decir que son tubérculos el cual crecen en condiciones climáticas extremas.

Son varias raíces y tubérculos de las regiones Andinas, entre ellas se pueden distinguir: La achira, zanahoria blanca, camote, oca, melloco, papa china y la mashua, que se desconocen sus propiedades y sus almidones no son propiamente caracterizados (Terrazas & Oros, 2019, p .9-11).

### 2.2.2. *Oca*

Es un tubérculo considerado almidonado doméstico de la Región andina, el cultivo y el consumo en la región sierra se considera como el segundo tubérculo después de la papa. *Oxalis tuberosa* se cultivó en países como: Ecuador, Perú y Bolivia y años después este tubérculo andino fue introducido a Nueva Zelanda (Chirinos & Arbizu, 2008, p.15-24).

La forma de estos tubérculos varía en formas cilíndricas y claviformes, otras propiedades físicas como el color va desde un blanco, crema, amarillos, tonos naranjas, rosas o morados (Chirinos & Arbizu, 2008, p. 15-24).

#### 2.2.2.1. *Biología de la Oca*

Se considera a la oca un cultivo de tipo perenne, con un crecimiento compacto lo cual alcanza una altura del metro. Este cultivo se ha ido desarrollando en comunidades campesinas de la región sierra (Cruz, 2018, p.6).

- ***Oxalato de Potasio***

Esta sustancia química se encuentra en algunas formulaciones de productos que sirven para quitar manchas. Su fórmula química es  $C_2H_2K_2O_5$ , sus propiedades de estas sustancias son incoloras, reductoras y tóxicas (Favela Pro, 2010, p.1-3).

### 2.2.3. *Harinas*

Se considera harina a un polvo fino lo cual se obtiene del proceso de la molienda de cereales y otros alimentos que sean ricos en almidón. La harina se puede dar de una variedad de cereales como: Centeno, avena, arroz, garbanzos los cuales estos pasan por un proceso de refinamiento y este proceso le da un color blanquecino. Hay harinas que contienen gluten que contiene proteína y esto le da suavidad y consistencia a la harina (Carreira, 2015, p.2-7).

El nombre de harina según Calaveras, (2004, p.15), hace referencia a un producto terminado, el cual pasa por el proceso de trituración, este se obtuvo del grano de maíz, trigo, entre otros cereales, los productos llevarán por añadidura el nombre de harina.

#### 2.2.4. Composición Química de la Harina de Trigo

**Tabla 1-2:** Porcentaje de los principales componentes de la harina.

COMPONENTE	PORCENTAJE %
ALMIDÓN	70 -75
PROTEÍNAS	10-12
POLISACÁRIDOS NO DEL ALMIDÓN	2-3
LÍPIDOS	2

Fuente: (Vega, 2018, p.12-17).

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

#### 2.2.5. Taxonomía de la oca

Según Cronquist (1981 p.12), la *Oxalis Tuberosa* se encuentra dentro de la familia Oxalidaceae (la clasificación taxonómica se indica a continuación:

**Tabla 2-2:** Clasificación taxonómica de la Oca.

Reino	Plantae
División	Magnoliopsida
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Rosidae
Orden	Geraniales
Familia	Oxalidaceae
Género	Oxalis
Especie	Oxalis Tuberosa

Fuente: (Cronquist, 1981, p.12).

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

#### 2.2.6. Harinas de los tubérculos andinos

Bernabé & Cancho, (2017, p. 7-11), citan que, al momento de eliminar el agua de algunas raíces de los tubérculos andinos, los nutrientes que estos poseen se concentran más en las raíces de los mismos, haciendo que estos mejoren su alto valor nutricional. Estas harinas no serán consumidas directamente, si no por medio de sus subproductos. Toda la información bromatológica, microbiológica en la obtención de las harinas es de gran importancia, con esto se puede incrementar nuevos productos del producto principal.

### 2.2.7. Secado

Operación unitaria que sirve para la conservación y la agregación del valor a los productos los cuales son demandados por la industria alimenticia, esta operación se basa en la eliminación total o parcial del agua, se da mediante mecanismo de transferencia de calor y masa. Favorece a los alimentos su estabilidad química y microbiológica (García, 2012, p.5).

#### 2.2.7.1. Secador de bandejas

Conocido como secador de charolas, se conoce como un equipo cerrado, donde los sólidos se encuentran de una forma más compacta. Se van a colocar en bandejas y estas tiene entre 10-100 mm de profundidad, asegura (Ruiz, 2016, p.48).

Las condiciones de secado se van a controlar y cambiar con facilidad, si las condiciones externas del equipo permanecen constantes, estas serán constantes para cada bandeja del secado.



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

**Fuente:** (Ruiz, 2016).

#### 2.2.7.2. Secador de lecho fluidizado

Tipo de secador que es utilizado para partículas sólidas, mediante un flujo de aire, cada partícula individual es sujeta al secado mediante una transferencia de calor en menos tiempo, consiguiendo así un secado uniforme en cada uno de los sólidos (Navarrete, 2021, p.17).



**Ilustración 2-2:** Secador de lecho fluidizado.

**Fuente:** (Navarrete, 2021).

## 2.2.8. *Molienda*

Es de suma importancia en la elaboración de harinas, con esto podemos reducir la materia prima en partículas de menor tamaño. Considerada como una operación unitaria, hace una transformación física, pero esta no afecta la naturaleza del producto (Ortega & Rivas, 2005, p. 8).

### 2.2.8.1. *Molino de bolas*

En este tipo de molinos se utiliza balines o esferas lo cual sirven para reducir el tamaño de las partículas que se encuentran en el interior del molino, girando de manera circular. Este movimiento hace que el material se acerque a las bolas hacia la pared del recipiente lo cual los hace caer y así provocando la molienda gracias al impacto y al frotamiento (Cabezas, 2017, p.26).



**Ilustración 1-2:** Molino de Bolas.

**Fuente:** (Cabezas, 2017).

### 2.2.8.2. *Molino de martillo*

Equipo que de igual forma es destinada a procesos que requieran de molienda y trituración y molienda, siendo parte de los molinos de impacto, con la ventaja que es capaz de triturar cualquier



tipo de sólidos creando así partículas de diferentes tamaños (Bermeo, 2004, p.4).



**Ilustración 2-2:** Molino de martillos.

**Fuente:** (Bermeo, 2004).

### **2.2.9. Tamizado**

Operación unitaria en donde se utiliza con un método de separación las partículas, dependiendo el tamaño de estas. Aquí se da una separación de dos o más tamaños de partículas, con esto se consiguen partículas de un tamaño uniforme (Samaniego & Estrada, 2012, p.54).

Para que esta operación unitaria cumpla con su objetivo, hay que tomar en cuenta que el tamizador que tener una vibración para que esto ayude a las partículas finas traspasen el tamiz.

### **2.2.10. Esquemas de los tamices**

Los tamices están constituidos por una tela de malla de alambre, con dimensiones de 20cm de diámetro y 5 cm de alto, donde presentan bordes inferiores donde va a encajar de una manera adecuada el borde superior del siguiente tamiz. El espacio que existe entre los hilos de los tamices se llama *abertura* o *malla* lo cual está designado para el número de aberturas existentes (Guevara, 2015, p.2-5).



**Ilustración 3-2:** Tamices Industriales.

**Fuente:** (Guevara, 2015).

### **2.2.11. Humedad**

Es una técnica usada para la conservación de los alimentos ya que la mayoría de estos contienen una gran cantidad de agua. La determinación de humedad nos sirve para garantizar la calidad del proceso que tienen varias industrias, en este caso la industria alimenticia, porque el nivel de agua que contienen los alimentos puede afectar el periodo de consumo y de conservación (Noriega, 2016, p.8-12).

Para la determinación de la humedad en los alimentos se realiza por un método termoogravimétrico, en donde este método se basa en la medición de la masa de la muestra a analizar con el secado, mientras más pasa el tiempo más aumenta su temperatura (Noriega, 2016, p. 8-12).

### **2.2.12. Ceniza**

Se le conoce como materia inorgánica, principalmente de minerales esenciales que son buenos para una buena nutrición. Pero esto no necesariamente tiene la misma composición química de la materia mineral que está presente en el alimento original.

El método de la prueba de ceniza en el laboratorio trata de incinerar la muestra de alimento con una temperatura que es superior a los 800°C, quedando así sustancias minerales como el calcio, fósforo, zinc, hierro, etc.

Si en el alimento se encuentra un alto número de cenizas se puede decir que contiene un adulterante inorgánico (Moscoso, 2009, p. 15-23).

### **2.2.13. Proteína**

Las proteínas se consideran nutrientes lo que tienen un mayor número de funciones en nuestras células de todos los seres vivos. Nos ayudan a fortalecer y mantener los huesos, músculos y la piel. Consideradas macromoléculas que son formadas por cadenas de aminoácidos (Condolo, 2019, p. 4-7).

El valor de una proteína biológicamente va a depender de la composición de algunos aminoácidos indispensables, esto sirve para ver cómo es el comportamiento en nuestro organismo, pero el valor biológico de las proteínas no tiene un patrón constante, si no esto va a depender más bien de una serie de variables dependiendo del alimento que se vaya a consumir (Lopez, 2006, p.1-10).

### **2.2.14. Grasa**

Las grasas en los alimentos son consideradas como un tipo de nutrientes que se obtienen en algunos alimentos para brindar ácidos grasos que son esenciales ya que nuestro cuerpo no puede producir las grasas.

Las grasas son importantes ya que nuestro cuerpo necesita un intercambio de energía, y esta energía se da por los hidratos de carbono, algunas proteínas y las grasas de los alimentos que consumimos a diario (Andrade, 2010, p. 14-23).

Se consideran dos tipos de grasas que se pueden encontrar en los alimentos:

#### **2.2.14.1. Grasas Saturadas**

Este tipo de grasas contienen una gran mayoría de hidrógeno y proviene de los animales.

#### **2.2.14.2. Grasas Insaturadas**

Dentro de este tipo de grasas se encuentran dos subgrupos: Monoinsaturadas y Polisaturadas.

### **2.2.15. Gluten**

Considerado una proteína que por lo general se encuentra de manera natural en cereales. El

gluten en la industria alimentaria ya que el gluten facilita para que en las harinas formen una masa cuando están mezcladas con el agua (Schaer, 2015, p.3-7).

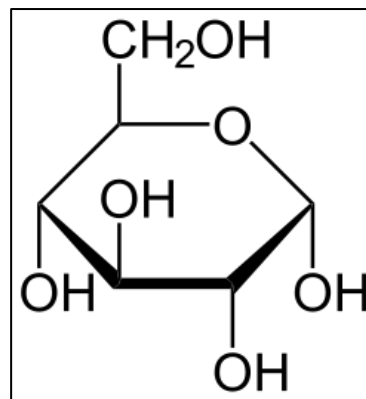
### 2.2.16. Carbohidratos

Los hidratos de carbono o carbohidratos. llamados así por el valor alto que contiene de Carbono, Hidrogeno y Oxigeno. Macronutrientes que ayudan al cuerpo a darle un aporte de energía y calorías, pero el cuerpo no es capaz de producir estopor sí solo.

Existen tres tipos de carbohidratos considerados lo principales: (Retana, 2020, p. 6-12)

#### 2.2.16.1. Azúcar

Es la forma más simple de consumir carbohidratos, ya que la producción de estos viene de forma natural en las frutas como fructosa, en productos lácteos como lactosa y la azúcar normal como la glucosa.

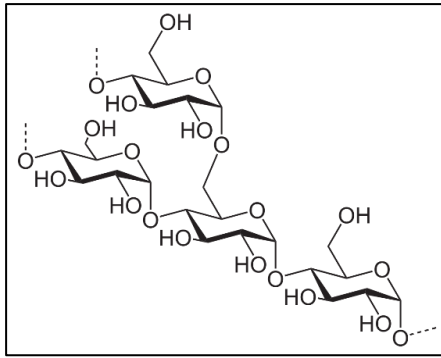


**Ilustración 4-2:** Composición química de la glucosa.

**Fuente:** (Retana, 2020).

#### 2.2.16.2. Almidón

Considerado un carbohidrato de carbono complejo, lo que esto quiere decir que su composición está formando por muchas unidades de azúcares y se produce de una manera natural en la papa, vegetales, etc.



**Ilustración 7-2:** Estructura del Almidón.

Fuente: (Retana, 2020).

### 2.2.16.3. *Fibra*

De una forma natural este carbohidrato complejo se produce en las verduras, algunos granos enteros, etc.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización del proyecto

El proyecto se llevará a cabo en el Cantón Cañar, en la comunidad de Quilloac, con la ayuda de la “Asociación Mushuk Yuyay”



**Ilustración 5-3:** Georreferencia de la "Asociación Mushuk Yuyay".

Fuente: (Google Earth, 2022).

**Tabla 3-3:** Coordenadas del área.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
Provincia	Cañar
Cantón	Cañar
Parroquia	Quilloac
Coordenadas	2°32'54"s y 78°57'07"W
Altitud	3076 m.s.n.m
Población	200 aprox

Fuente: Google Earth, 2022.

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

## **3.2. Ingeniería del Proyecto**

### **3.2.1. Tipo de proyecto**

El proyecto “Diseño del proceso para la obtención de harina de oca (*oxalis tuberosa*) es de tipo técnico y sistémico porque se basa en la parte experimental que va desde la obtención de las materias primas, el cual es la oca (*Oxalis Tuberosa*), en el proceso productivo y la transformación de un producto elaborado que es la harina. Mediante el diseño se podrá obtener el mejor proceso para obtener harinas de tubérculos andinos y también otros tipos de harinas, rigiéndose a la norma técnica ecuatoriana INEN 616:2015 cuarta revisión, para obtener un producto final de calidad.

### **3.2.2. Metodología**

Se utilizarán métodos esenciales tanto para la investigación como para la técnica, con estos métodos nos ayudara a cumplir con los objetivos que se han planteado en este proyecto para llegar a la caracterización de la materia prima, obtener cálculos de ingeniería para la validación del diseño, tomar en cuenta algunas variables que se pueden presentar en el proceso.

Entre los métodos que se van a utilizar para este proyecto tenemos:

### **3.2.3. Método deductivo**

Este método nos ayuda con los fundamentos teóricos que se deben saber para continuar con la investigación y con esto llegar a conclusiones que se obtienen al momento de tener el diseño y su producto final, con diferentes parámetros a nivel de laboratorio.

### **3.2.4. Método inductivo**

Ayuda con el conocimiento previo para el procedimiento de la obtención de la harina de oca a partir de la *Oxalis tuberosa* ya de una manera industrial, desde el primer paso de recepción de materia prima hasta sellado y etiquetado del producto y subproductos finales que se puedan obtener a partir de la harina de oca, con la ayuda de cálculo ingenieriles y las variables del proceso.

### 3.2.5. Método experimental

En este método ya podemos definir el proceso adecuado para obtener la harina de oca a partir de la oca (*oxalis tuberosa*) con una materia prima adecuada y basándose en la norma técnica ecuatoriana INEN 616:2015, la cual trata de los requisitos de la harina de trigo.

### 3.3. Técnicas

#### 3.3.1. Caracterización de la materia prima

Se van a utilizar algunos parámetros para los requisitos físicos- químicos de la harina de trigo según la norma técnica ecuatoriana INEN 616:2015, la cual se basa para la obtención de la harina de oca:

**Tabla 2-3:** Técnicas usadas para la caracterización de la Oca.

Método	Determinación	Fórmula
<b>Humedad</b>	Se determina gravimétricamente la pérdida de la masa que está siendo desecada	$\%SS = \frac{m2 - m}{m1 - m} * 100$ <p><b>Donde:</b>            %SS= Sustancia seca en porcentaje de masa  <b>m</b>= Masa de la capsula (g).  <b>m1</b>= masa de la capsula con la muestra (g).  <b>m2</b>= Masa de la capsula después del calentamiento (g).            Para calcular el porcentaje total de la humedad tenemos:  <math display="block">\%Humedad = 100 - \%SS</math></p>
<b>Proteína</b>	Mediante el método de Kjeldhal, se determina el porcentaje de proteína cruda con una solución de H2SO4.	$\%P = 1.4 * f * V * \frac{N}{m}$ <p><b>Donde:</b>            %P= Porcentaje de proteína de masa  <b>f</b>= Factor para la transformación del %N en proteína, cada alimento tiene</p>



		<p>un valor específico.</p> <p><b>V</b>= Volumen de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/10 empleado para titular la muestra (ml).</p> <p><b>N</b>=Normalidad del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.</p> <p><b>m</b>= Masa del alimento (gr).</p>
<b>Cenizas</b>	Con altas temperaturas, la materia orgánica se destruye y va a quedar sales minerales en forma de ceniza.	$\%C = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} * 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p><b>%C:</b> Contenido de cenizas en porcentaje de masa.</p> <p><b>m</b>= Masa de la capsula vacía (g).</p> <p><b>m1</b>= Masa de la cápsula con muestra antes de la incineración (g).</p> <p><b>m2</b>= Masa de la capsula con muestra después de la incineración (g).</p>
<b>Grasas</b>	Se coloca con altas temperaturas por un tiempo determinado y nos indica el porcentaje en grasa que presenta las harinas de trigo según la NTE INEN 523	$G = \frac{m_2 - m_1}{m(100 - H)} * 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p><b>G</b>= Contenido de grasa en la harina, porcentaje de masa.</p> <p><b>m</b>= Masa de la muestra (g).</p> <p><b>m1</b>= Masa del balón vacío (g).</p> <p><b>m2</b>= Masa del balón con grasa (g).</p> <p><b>H</b>= Porcentaje de la humedad de la muestra.</p>
<b>Tamaño de la partícula</b>	NTE INEN 517 para harina granuladas se escogen tamices entre 710 µm hasta los 355 µm.	$MR = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100$ <p><b>Donde:</b></p> <p><b>MR</b>= Masa retenida de harina, en porcentaje de masa.</p> <p><b>m</b>= Masa de la muestra de harina (g).</p> <p><b>m1</b>= Masa del papel sin harina (g).</p> <p><b>m2</b>= Masa del papel con fracción de</p>

		harina (g).
--	--	-------------

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

De igual manera basándose en la norma técnica INEN 616: 2015 tomando en cuenta los parámetros microbiológicos, tenemos los siguiente:

**Tabla 3-3:** Técnicas usadas para la caracterización de la Oca.

Método	Determinación	Formula
<b>Mohos y Levaduras</b>	Con una temperatura entre los 22 y 25°C, después de 5 días se observa la cantidad de UFC/ gr colocados en una placa donde contengan extracto de levadura, glucosa, y sales minerales.	$N = \frac{\text{numero total de colonias contadas o calculadas}}{\text{Cantidad total de muestra sembrada}}$ <p><b>Donde:</b>  <b>ΣC</b>= Suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas.  <b>n1</b>= Número de placas contadas de la primera dilución seleccionada.  <b>n2</b>= Número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada  <b>V</b>= Volumen del inocuo sembrado en cada placa.</p>
<b>E. Coli</b>	Bacteria presente en los haces fecales, capaz de fermentar la lactosa a una temperatura de 44°C.	<p><b>Indol (I):</b> Esta prueba determina si la bacteria posee una enzima (triptofanasa).</p> <p><b>Rojo de metilo (M):</b> Ayuda con la detección ácido-mixta, aquí se acumulan ácidos relativamente fuertes con un pH de 5 y 4.</p> <p><b>Voges- Peoskauer (V):</b> Ayuda con la determinación de la fermentación butanodiolica.</p> <p><b>Citrato (C):</b> Se utiliza para la determinación de una única fuente de carbono y energía.</p>

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

### **3.4. Descripción del Proceso a nivel de laboratorio**

#### ***3.4.1. Recepción de materia prima***

Se hace un análisis de la oca que es entregada por los productores de la comunidad de Quilloac, para verificar si este tubérculo está en óptimas condiciones y así continuar con el proceso para la obtención de harina de oca.

##### *3.4.1.1. Lavado*

La oca una vez que es verificada y es apta para continuar con el proceso se lava con abundante agua, con esto se retira los residuos como lo es la tierra, con ayuda de hipoclorito de sodio NaClO en solución de 0,05%, con esto aseguramos la inocuidad de la materia prima,

##### *3.4.1.2. Soleado*

Para que la materia prima aumente los carbohidratos y azúcares, es necesario colocar durante 5 a 7 días, con la ayuda del sol para que acelere su proceso.

##### *3.4.1.3. Pelado y cortado*

Una vez que haya transcurrido el tiempo de soleado, dependiendo de las condiciones climáticas, se procede a un pelado lo cual se retira algunos residuos de la oca ya que es un tubérculo desigual. Luego de esto se corta en rodajas casi del mismo grosor, con esto se acelera el proceso de deshidratación en la estufa.

##### *3.4.1.4. Lavado y desinfectado*

Volvemos a lavar y a desinfectar la materia prima, ya que, en el proceso anterior, esto se puede contaminar y para evitar esto se vuelve a lavar con abundante agua, con esto procedemos a la siguiente operación unitaria.

##### *3.4.1.5. Secado*

Con una temperatura máxima de 80°C y un tiempo de 24 a 36 horas se coloca la materia prima,

cortada con anterioridad, con esto se asegura que la cantidad de agua presente en la oca desaparezca por completo y el proceso para la obtención de harina de oca sea más eficaz.

#### *3.4.1.6. Molienda*

Una vez terminado el proceso de deshidratación de la oca, se procede a moler la misma y así obtener partículas más pequeñas y que en el tamizado sea más fácil este proceso.

#### *3.4.1.7. Tamizado*

Dependiendo de la norma INEN 517:2013 el cual no indica los tamices que se requieren y estos varían entre 710  $\mu\text{m}$  hasta los 355 $\mu\text{m}$  para obtener un tipo de partícula según la norma INEN 616:2015 de los requerimientos de la haría de trigo, para esto se ocupa tamices de 212  $\mu\text{m}$  a 305  $\mu\text{m}$ .

#### *3.4.1.8. Envasado*

Una vez haya pasado todos los parámetros que sugiere la norma INEN 616:2015, el cual se está basando para la obtención de harina de oca a partir de la oca (*oxalis tuberosa*), y que sea apta para el consumo y dependiendo de la asociación la harina va a ser empacada en diferentes presentaciones para la venta y así poder consumir este producto.

### **3.5. Determinación de las variables del proceso**

Se determinó cada una de las variables que interceden en el proceso para la obtención de harina de oca lo cual va a servir para las dietas alimenticias, estas variables hacen que la calidad del producto sea la adecuada, las cuales se determinó en el proceso son las siguientes:

#### **3.5.1. Tiempo de Secado**

Si las muestras de oca son secadas en el sol para que su sabor sea diferente, el tiempo de secado es de 5 a 7 días, dependiendo de los factores climáticos, para este proceso debe existir la presencia de energía solar. De manera mecánica el secado de la oca (*Oxalis Tuberosa*), en el secador de bandejas, considerando la cantidad de agua que este tubérculo presenta, el tiempo de secado puede variar entres 24 horas a 36 horas.

#### **3.5.2. Temperatura**

Mediante una transferencia de calor la oca va a eliminar toda el agua que esta contenga. La

temperatura varía entre los 60°C y 80°C, dependiendo de la muestra de oca que se va a secar.

### 3.5.3. *Humedad*

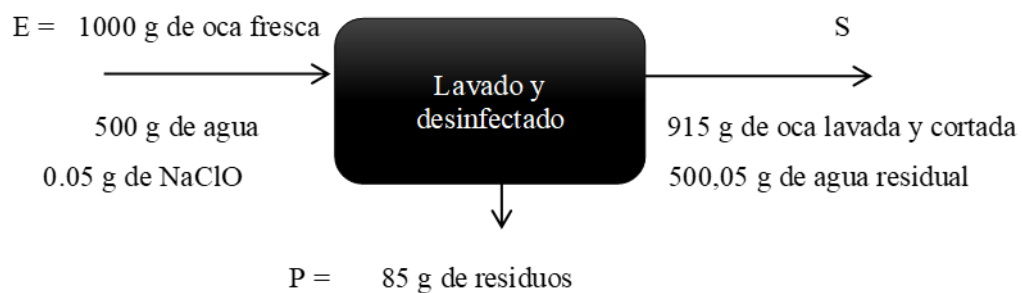
Mediante análisis termogravimétricos a una temperatura máxima de 80°C se determinará la humedad de la oca.

## 3.6. Cálculos de Ingeniería

### 3.6.1. *Balance de Materia*

Para poder diseñar los equipos para la obtención de harina de oca (*oxalis tuberosa*) es indispensable realizar balances de masa que se da en el procedimiento y así con estos resultados obtener una evaluación de costos.

#### 3.6.1.1. *Lavado y cortado de la materia prima*



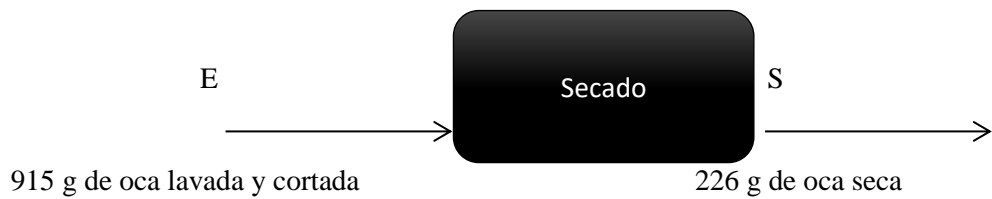
$$E = S + P$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{oca lavada y cortada}}{\text{oca fresca}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{915g}{1000g} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 91,5 \%$$

### 3.6.1.2. Secado



$$P = 689 \text{ g de vapor}$$

$$E = S + P$$

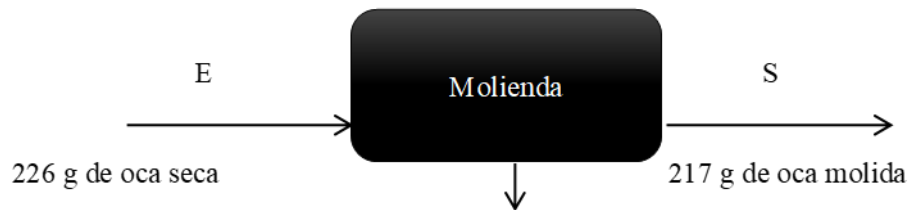
$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{oca seca}}{\text{oca lavada y cortada}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{226g}{915g} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 24,69 \%$$

### Molienda

•



$$P = 9 \text{ g de desperdicio}$$

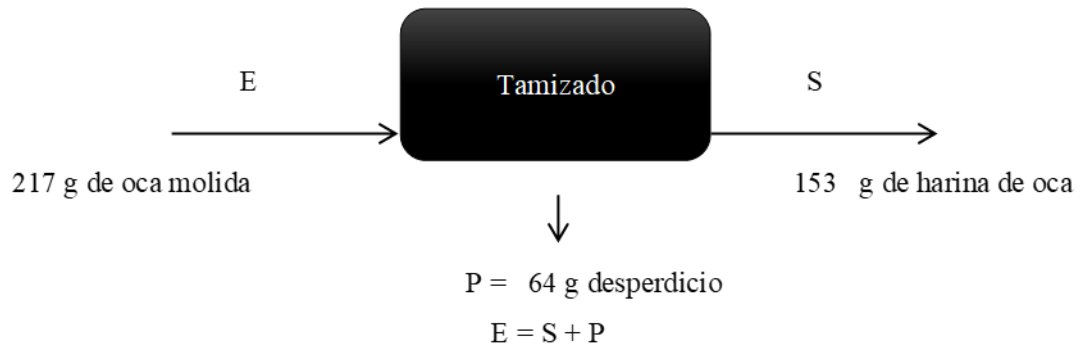
$$E = S + P$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{oca molida}}{\text{oca seca}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{217g}{226g} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 96,01\%$$

### 3.6.1.3. Tamizado



$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{harina de oca}}{\text{oca molida}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{153 \text{ g}}{217 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 70,50 \%$$

### 3.6.2. Datos del secado de la materia prima

Para obtener los datos de esta operación unitaria en la estufa se realiza durante 24 horas con una temperatura mínima de 65°C y una temperatura máxima de 80°C.

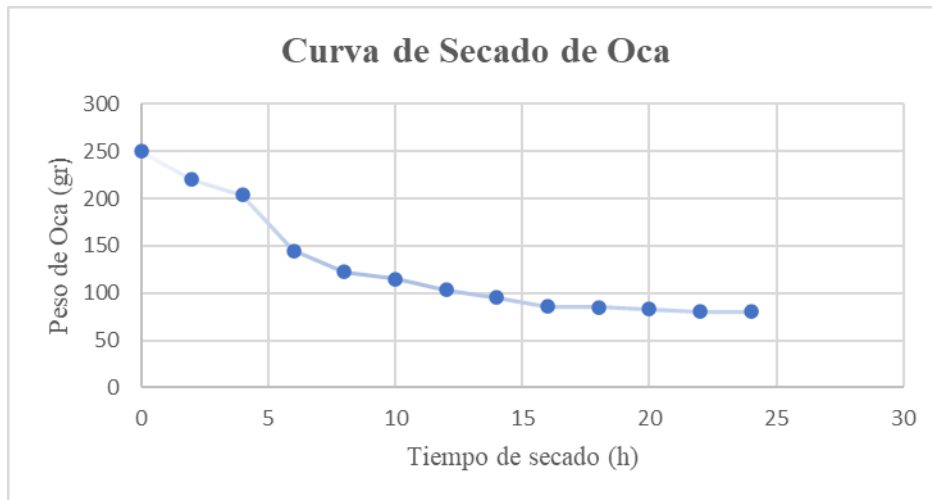
#### 3.6.2.1. Datos obtenidos a escala de laboratorio.

**Tabla 4-3:** Datos experimentales del secado de la oca.

Tiempo de secado	Peso Oca (g)
0	250
2	220
4	204
6	145
8	122
10	115
12	103
14	95
16	86
18	85
20	83
22	80
24	80

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

3.6.2.2. *Solido seco*: 226 g



**Ilustración 6-3:** Curva de secado masa vs tiempo.

**Realizado por:** Araujo, Araujo, 2022.

3.6.3. *Balace de Energia*

Con el balance de energía podemos calcular el flujo de calor al momento de que se realice la obtención de la harina de oca a partir de la oca (*oxalis tuberosa*)

3.6.3.1. *Determinación de la constante del calorímetro*

$$q_{\text{agua al ambiente}} + q_{\text{agua caliente}} + q_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$m_1 s_{H_2O} (T_f - T_1) + m_2 s_{H_2O} (T_f - T_2) + C (T_f - T_1) = 0$$

$$C = \frac{m_1 s_{H_2O} (T_f - T_1) + m_2 s_{H_2O} (T_f - T_2)}{(T_1 - T_f)}$$

$$C = \frac{75g * 4.184 \frac{J}{g^{\circ}C} * (42 - 18)^{\circ}C + 75g * 4.184 \frac{J}{g^{\circ}C} * (42 - 70)^{\circ}C}{(18 - 42)^{\circ}C}$$

$$C = 51,85 \frac{J}{^{\circ}C}$$

Donde:

$m_1$  = Masa del agua al ambiente

$T_1$  = Temperatura del agua al ambiente

$m_2$  = Masa del agua caliente

$T_2$  = Temperatura del agua caliente



$T_f$  = Temperatura del calorímetro

$s_{H_2O}$  = Calor específico del agua

### 3.6.3.2. Determinación de la capacidad específica del alimento

$$\begin{aligned}q_{\text{agua al ambiente}} + q_{\text{oca}} + q_{\text{calorímetro}} &= 0 \\m_1 s_{H_2O} (T_3 - T_1) + m_2 s_{\text{cáscara}} (T_3 - T_2) + C (T_3 - T_1) &= 0 \\s_{\text{oca}} &= \frac{(m_1 s_{H_2O} + C) * (T_3 - T_1)}{m_2 (T_2 - T_3)} \\s_{\text{cáscara de naranja}} &= \frac{\left(100 \text{ g} * 4.184 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}} + 51,85 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}\right) * (22 - 18)^\circ\text{C}}{100 \text{ g} * (92 - 22)^\circ\text{C}} \\s_{\text{oca}} &= 0.268 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}\end{aligned}$$

Donde:

$m_1$  = Masa del agua al ambiente

$T_1$  = Temperatura del agua al ambiente

$m_2$  = Masa de la cáscara de naranja

$T_2$  = Temperatura del agua caliente con la cáscara de naranja

$T_3$  = Temperatura del calorímetro

$C$  = Constante de calorimetría

### 3.6.3.3. Determinación del flujo de calor del proceso

$$\Delta E_c + \Delta E_p + \Delta H = Q \pm W$$

$$\Delta H = Q$$

Donde:

$\Delta E_c$  = Variación de la energía cinética

$\Delta E_p$  = Variación de la energía potencial

$\Delta H$  = Variación de la entalpia

$Q$  = Flujo de calor

$W$  = Trabajo

$$Q = m C p_{\text{oca}} \Delta T$$

**Donde:**

Q = Flujo de calor

m = masa de la cáscara de naranja

$Cp_{oca}$  = Capacidad calorífica de la cáscara de naranja

$\Delta T$  = Variación de la temperatura

**3.6.3.4. Cálculo del flujo de calor del proceso de secado**

$$Q = 226gr * 0,268 \frac{J}{gr^{\circ}C} * (42 - 18)^{\circ}C$$
$$Q = 1453,632J$$

**3.7. Dimensiones de la planta**

Para la obtención de harina de oca (*Oxalis Tuberosa*) a partir de oca proveniente de la comunidad de Quilloac, Cantón Cañar en este proyecto técnico con una cantidad considerable de materia prima se considera la implementación de una planta para la producción de harina de oca, con un total de 100 Kg de materia prima proveniente de la Comunidad de Quilloac.

**3.7.1. Cálculo del rendimiento de la obtención de harina de oca (*Oxalis Tuberosa*) a nivel de laboratorio**

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{cantidad de harina de oca}}{\text{cantidad de materia prima}} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{153 g}{1000 g} * 100$$

$$\% \text{Rendimiento} = 15,3 \%$$

**3.8. Diseño de Equipos**

**3.8.1. Tanque de lavado y desinfectado**

**3.8.1.1. Volumen por ocupar para la materia prima**

$$V_{oca} = \frac{V_{exp} * \frac{FM}{lote}}{FM_{exp}}$$
$$V_{oca} = 0,3125 \frac{m^3}{lote}$$

$$V_{oca} = \frac{0.75 \times 10^{-3} m^3 * 100 \frac{kg}{lote}}{0.240 kg}$$

**Donde:**

$V_{exp}$  = Volumen experimental de la oca con el agua

$\frac{FM}{lote}$  = Flujo de materia prima a ingresar por lote

$FM_{exp}$  = Flujo experimental de materia prima

3.8.1.2. *Volumen total del tanque de lavado*

$$V_{FTL} = V_{oca} * fs$$

$$V_{FTL} = 0,3125 \frac{m^3}{lote} * 1.1$$

$$V_{FTL} = 0,3437 \frac{m^3}{lote}$$

**Donde:**

$V_{COca}$  = Volumen a ocupar de oca

$fs$  = Factor de seguridad considerado al 10%

- *Diámetro interno del tanque de lavado*

$$\Phi_{TLOca} = \sqrt[3]{\frac{3V_{FTL}}{4\pi} * 2}$$

$$\Phi_{TLOca} = \sqrt[3]{\frac{3 * 1.031 m^3}{4\pi} * 2}$$

$$\Phi_{TLOca} = 0,7896 m$$

**Donde:**

$V_{FTL}$  = Volumen total del tanque de lavado

- *Altura del tanque de lavado*

$$h_{TL} = \frac{V_{FTL}}{\pi \left( \frac{\phi_{TL0ca}}{2} \right)^2}$$

$$h_{TL} = \frac{1,031m^3}{\pi \left( \frac{0,7896m}{2} \right)^2}$$

$$h_{TL} = 0,670 \text{ m}$$

**Donde:**

$V_{FTL}$  = Volumen total del tanque de lavado

$\phi_{TL}$  = Diámetro interno del tanque de lavado

### 3.8.2. *Secador de bandejas*

El secador de bandejas es un proceso donde ayuda con la transferencia de calor con un flujo de aire caliente para eliminar la cantidad de agua de los algunos productos sólidos.

- *Área total del secador*

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

$$Atb = \frac{0,915Kg}{9,8Kg/m^2}$$

$$Atb = 0,0933m^2$$

- *Área para una bandeja*

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

$$Ab = \frac{0,0933m^2}{5}$$

$$Ab = 0,0186 \text{ m}^2$$

Número total de bandejas = 5 bandejas

#### 3.8.2.1. *Humedad en base seca*

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

$$x = \frac{915gr - 226gr}{226gr}$$

$$x = 3,048$$

**Donde:**

X= Humedad

$P_{SH}$  = Peso del solido húmedo

$P_{SS}$  = Peso del solido seco

**3.8.2.2. Humedad en base húmeda**

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

$$x = \frac{915gr - 226gr}{915gr}$$

$$x = 0,753$$

**3.8.3. Molienda**

Extracción de partículas más finas de la oca que fue sometida al proceso de secado para luego continuar con el tamizado de estas partículas.

Para conocer el área del molino se requiere dimensiones del embudo en donde va ingresa la materia prima para su previa obtención de harina de oca.

- Diámetro A

$$D_A = 11,3 \text{ cm}$$

- Diámetro B

$$D_B = 3,75 \text{ cm}$$

- Altura

$$A = 18,3 \text{ cm}$$

- Área Total

$$A = \pi R_A (R_A + \alpha)$$

$$A = \pi (5,65)(5,65 + 3,75)$$

$$A = 166,85 \text{ cm}^2$$

**Donde:**

**A**= Área total

**R**= Radio A

$\alpha$ = Apertura



**Ilustración 8-3:** Molienda de oca seca.

Realizado por: Andrea Araujo, 2022.

#### 3.8.4. Tamizado

Basado en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 616:2015 en los requisitos físicos-químicos para la harina de trigo con un tamiz como mínimo de 212  $\mu\text{m}$ , para la obtención de harina de oca se utilizó dos tipos de tamices de 250  $\mu\text{m}$  y 300  $\mu\text{m}$ .



**Ilustración 9-3:** Tamices utilizados.

Realizado por: Andrea Araujo, 2022.

### 3.8.5. *Empacadora*

Al finalizar todo el proceso que requiere para la obtención de harina de oca, se procede al empaquetamiento de la harina en presentaciones de 500 g, tales como ofrece la Asociación para la venta al público, este proceso se da con una selladora de calor y una codificadora donde se indicara el N° de lote, fecha de elaboración, vencimiento y un código de barras.



**Ilustración 7-3:** Modelos de presentación para la harina de oca.

Realizado por: Andrea Araujo, 2022.

### 3.9. Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria

**Tabla 5-3:** Equipos requeridos para la obtención de harina de oca.

EQUIPO	FUNCIÓN	ESPECIFICACIONES
<b>Tamices</b>	Será empleados para la separación de partículas según su tamaño y la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 616:2015	Fabricante: LABALPHA Diámetro (µm): 212 – 300 Material: Acero inoxidable 304 Forma: Redondo – circular Precio (\$):53,00
<b>Balanza digital</b>	Será utilizada para el pesaje de las diferentes presentaciones que se comercializará el producto final.	Fabricante: Lan Shengl Capacidad (gr): 1000 Precisión mínima (gr): 0,01gr Material: Acero inoxidable Voltaje (V): 110 – 220 Precio (\$):250,00
<b>Codificadora y fechadora</b>	Sera de ser utilizada para codificar cada una de las presentaciones que van a ser comercializadas.	Fabricante: BESHENG Modelo: PT2000SE Material: Acero inoxidable Panel de control: Pantalla táctil 10.1" Precio (\$):229,88

Realizado por: Araujo, A, 2022

### 3.10. Inversión Fija

Como inversión fija cabe recalcar que es la cantidad de los bienes tangibles de la empresa lo cual necesita para empezar con la obtención y la producción de harina de oca. A continuación, se detallan los costos necesarios.

**Tabla 6-3:** Costos de inversión fija.

<b>EQUIPOS Y MAQUINARIA PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE OCA</b>			
<b>DESCRPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO (\$)</b>	<b>VALOR TOTAL (\$)</b>
Tanque de lavado y recepción	1	200	200
Secador de bandejas	1	750	750
Molino Industrial	1	880	880
Tamices	6	53	318
Codificadora	1	230	230



Balanza digital	1	250	250
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>2628,00</b>
<b>INVERSIÓN DE RECURSOS HUMANOS PARA ÁREA DE PRODUCCIÓN</b>			
Mano de obra para la instalación de equipos		2000	2000
Mano de obra para la instalación de infraestructura		9000	9000
Capacitaciones a los socios y Trabajadores		800	800
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>11800,00</b>
<b>ADECUACIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN</b>			
Infraestructura		38500	38500
Terreno		12100	12100
Implementación de servicios básicos (agua, luz, internet, etc)		1530	1530
		<b>SUBTOTAL</b>	<b>52130,00</b>

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

**Tabla 7-3:** Costos de inversión fija

<b>INVERSIÓN</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Equipos y maquinaria para la obtención y producción de harina de oca	2628,00
Inversión de recursos humanos para área de producción	11800,00
Adecuación del área de producción	32530
<b>SUBTOTAL</b>	<b>46958,00</b>
Imprevisto (5%)	2347,9
<b>TOTAL</b>	<b>49305,90</b>

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

### 3.10.1. Determinación de Egresos

Gomez, (2018, p.5-10), afirma que los egresos son cantidades que van a salir y van a representar ganancias como son las inversiones, o caso contrario será una reducción de este patrimonio.

A continuación, se detalla los egresos para la obtención y producción de harina de oca:

**Tabla 8-3:** Costos de materiales e insumos para la obtención de harina de oca.

MATERIALES E INSUMOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	1	2	3
Oca Fresca	109500	0,7	76650	25550	25550	25550
Fundas de Polietileno	36135	0,02	722,7	240,9	240,9	240,9
Etiquetas	1204,5	0,55	662,475	220,825	220,825	220,825
<b>TOTAL</b>		1,27	78035,175	26011,725	26011,725	26011,725

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

**Tabla 9-3:** Costos de servicios básicos.

SERVICIOS BÁSICOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	1	2	3
Telefonía e internet	36	35	1260	420	420	420
Electricidad	36	80	2880	960	960	960
Agua	36	12,5	450	150	150	150
<b>TOTAL</b>				1530	1530	1530

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

**Tabla 10-3:** Costos de mano de obra.

MANO DE OBRA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL	1	2	3
Jefe de administración	1	500	18000	6000	6000	6000
Operarios	1	425	15300	5100	5100	5100
Técnico de Laboratorio	1	600	21600	7200	7200	7200
<b>TOTAL</b>			54900	18300	18300	18300

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

**Tabla 11-3:** Total de egresos anuales.

DESCRIPCIÓN	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Materiales e insumos	26011,725	26011,725	26011,725
Servicios básicos	1530	1530	1530
Mano de Obra	18300	18300	18300
Subtotal	45841,71		
Imprevistos	2292,08		
<b>TOTAL</b>	<b>48133,81</b>		

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

### 3.11. Costos totales de inversion fija y egresos

**Tabla 12-3:** Costos totales.

DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
Inversión fija	49305,90
Egresos	48133,81
<b>TOTAL</b>	<b>97439,71</b>

Realizado por: Araujo, Andrea, 2022.

### 3.12. Financiamiento

Gracias a la asociación “Mushuk Yuyay” quien será el financiador para la ejecución de obtención y producción de harina de oca, dentro de las instalaciones de la misma, el cual se tratará de cubrir con el 45% de la cantidad económica que se requiere para la ejecución del proyecto y el restante será con financiamiento de una institución para conseguir un préstamo bancario que ofrezca un interes bajo. En este caso Ban Ecuador ofrece una tasa de interés para proyecto de inversión del 1% con un plazo de 30 años.

### 3.13. Determinación de ingresos anuales

Gonzales, (2010, p. 5-15), comenta que los ingresos son ganancias ya están sean monetarias o no monetarias, lo que se va a generar gracias a un consumo y ganancia de un producto o servicio ofrecido.

En este caso en 28 días que opera la maquinaria en la planta se obtiene una producción de 924 unidades de 500 gr con una utilidad de ganancias de 45%.

### 3.13.1. Costos de la producción por unidad producida

$$CP = \frac{\text{Inversión fija} + \text{egresos anuales}}{N^{\circ} \text{ unidades producidas} * \text{Días producción mensual} * \text{por meses totales}}$$

$$CP = \frac{49305,90\$ + 48133,81\$}{924 * 28 * 12}$$

$$CP = 0,31$$

### 3.13.2. Precio de venta unitario al público

$$PVP = CP \left( \frac{100}{100 - U} \right)$$

$$PVP = 0,31 \left( \frac{100}{100 - 45} \right)$$

$$PVP = 0,563$$

CP = Costo de la producción por unidad producida

U = Utilidad deseada del 45%

Para detallar los costos de producción anuales con los ingresos anuales, se muestran a continuación:

**Tabla 13-3:** Costos anuales.

Unidades producidas mensuales (Kg)	Costo de producción anual (\$)	Costo de producción por unidad (\$)	PVP (\$)	Ingresos anuales
920 (500gr)	97439,71	0,31	0,56	6209,28

Realizado por: Araujo, Andrea. 2022.

## 3.14. Tasa interna de retorno y periodo de recuperación

### 3.14.1. Valor actual Neto (VAN)

(Velayos, 2015, p.6-9), nos indica que el VAN que este valor nos va ayudar a evaluar las inversiones ya estas sean actuales o potenciales, también nos ayuda en las actualizaciones de costos o de pagos de este proyecto, con esto se sabe si el proyecto va a ser viable o no con la inversión que se va a realizar.

Hay que tomar en cuenta algunas consideraciones antes de calcular este valor:

- $VAN < 0$ : El proyecto que está en marcha no es viable, lo cual se van a generar pérdidas.
- $VAN = 0$ : Proyecto con una inversión insignificante, ya que esto puede generar pérdidas o ganancias.
- $VAN > 0$ : Es un proyecto viable ya que genera los beneficios deseados.

### **3.14.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)**

(Fernandez, 2021, p.12-22), afirma que es una tasa de interés la que ofrece la inversión, siendo esto un porcentaje ya este sea de beneficio o una pérdida que tiene dicha inversión.

Para interpretar de una mejor manera se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- $TIR < 0$ : El proyecto va a ser rechazado, no tiene caso hacer una inversión.
- $TIR > 0$ : Es un proyecto en donde la rentabilidad es mayor a la mínima que se requiere, por ello es aceptable.
- $TIR = 0$ : NO tendría caso realizar el proyecto, porque no se gana ni se pierde.

Tiempo de Proyección (años)	COSTOS FIJOS	SERVICIO DE LA DEUDA	COSTOS TOTALES	INGRESOS	VRD	CREDITO	INGRESOS TOTALES	FLUJO DE FONDOS
1	110869,73	3303,34	114173,07	62092,8		22563,80	84656,6	-29516,47
2	19830,00	25316,58	45146,58	62092,8			62092,800	16946,22
3	19830,00	23114,36	42944,36	62092,8	29000,00		91092,8	48148,44
<b>SUBTOTAL</b>	150529,73	51734,28	202264,01	186278,40	29000,00	22563,80	237842,20	35578,19

**Tabla 14-3:** Proyección Financiera.

Realizado por: Araujo, Andrea. 2022.

**Tabla 15-3:** Evaluación Financiera.

Tiempo de Proyección (años)	COSTOS TOTALES	INGRESOS TOTALES	FLUJO DE FONDOS	*FACTOR DE ACTUALIZACION	COSTOS ACTUALES	INGRESOS ACTUALES	FF ACTUAL		
1	114173,07	84656,60	-29516,47	0,892857143	101940,24	75586,25	-26353,99		
2	45146,58	62092,80	16946,22	0,797193878	35990,58	49500,00	13509,420	<b>B/C</b>	1,13
3	42944,36	91092,80	48148,44	0,711780248	30566,94	64838,06	34271,11	<b>VAN</b>	21426,54
Subtotales	202264,01	237842,20	35578,19		<b>168497,76</b>	<b>189924,31</b>	<b>21426,54</b>	<b>TIR</b>	59,61%

Realizado por: Araujo, Andrea. 2022.

### 3.14.3. Periodo de recuperación (PDR)

Se estima el tiempo en el cual se va a recuperación la inversión del proyecto.

$$PDR = \text{Último periodo acumulado negativo} + \frac{\text{Último flujo acumulado negativo}}{\text{Flujo de caja del año siguiente}}$$

**Tabla 16-3:** Periodo de Recuperación.

Periodo (año)	Flujo de Fondos	Flujo acumulado
1	-29516,47	-26353,99
2	16946,22	13509,420
3	48148,44	34271,11
Total	35578,19	<b>21426,54</b>

Realizado por: Araujo, Andrea. 2022.

$$PDR = 1 + \frac{21426,54}{35578,19}$$

$$PDR = 1,60 \text{ años}$$

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

Para el proceso de obtención de harina de oca (*Oxalis Tuberosa*), comenzando por la selección de oca fresca como materia primera para continuar con este proceso, lo que se realizó análisis físicos- químicos y microbiológicos, los que ayudaron para la determinación de la calidad de la materia primera y del producto final, además obtener las condiciones del diseño del proceso, los cálculos necesarios y la determinación de las variables presentes en el proceso.

Los análisis bromatológicos y microbiológicos se realizaron en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; la oca fresca estaba en condiciones normales obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 17-4:** Resultados Análisis Bromatológicos.

Parámetros	Unidades	Resultados
Ceniza	%	3,25
Proteína	%	9,80
Grasa	%	3,00
Humedad	%	4,20
Carbohidratos	%	65,98
Gluten	%	Ausencia

Realizado por: Araujo, Andrea. 2022.

**Tabla 18-4:** Análisis Microbiológicos.

Parametros	Unidades	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g	20
Mohos y Levaduras	UFC/g	50

Realizado por: Araujo, Andrea. 2022.

Para los analisis bromatologicos y microbiologicos del producto final se compara los resultados obtenidos con la NTE INEN 616:2015 para asegurarse que el producto sea de calidad y sea destinado para el consumo humano y que pueda servir para la elaboracion de otros productos alimenticios, como afirma esta norma tecnica ecuatoriana.

Según la NTE INEN 616:2015 los requisitos fisicos y quimicos para la harina de trigo y los



requisitos microbiológicos se tiene lo siguiente:

REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO
Humedad, máximo	%	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	15,0	NTE INEN-ISO 712
Proteína (materia seca)*, mínimo	%	10,5	10	7	7	9	11	NTE INEN-ISO 20483
Cenizas (materia seca), máximo	%	0,85	1	0,8	3,5	0,8	2,0	NTE INEN-ISO 2171

**Ilustración 8-4:** Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo.

Fuente: (INEN, 2015, p.5-11).

REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO
Gluten húmedo, mínimo	%	28	28	20	20	25	-	NTE INEN-ISO 21415-1 o NTE INEN-ISO 21415-2
Grasa (materia seca), máximo	%	2	2	2	2	2	3	NTE INEN-ISO 11085 AOAC 2003.06**
Tamaño de partícula Pasa por un tamiz de 212 $\mu\text{m}$ , mínimo	%	95					-	NTE INEN 517

\* Factor de conversión de nitrógeno a proteína para trigo  $w_N \times 5,7$ .  
 \*\* Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.

**Ilustración 9-4:** Requisitos microbiológicos para la harina de trigo.

Fuente: (INEN, 2015, p.5-11).

REQUISITO	UNIDAD	Caso	n	c	m	M	MÉTODO DE ENSAYO
Mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02*
<i>E. Coli</i>	UFC/g	5	5	2	< 10	-	NTE INEN 1529-8 AOAC 991.14*

\* Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.

**Ilustración 10-4:** Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo

Fuente: (INEN, 2015, p.5-11).

Por otro lado, los resultados del producto final de la harina de oca realizados en el laboratorio para la validación del producto final de igual manera físicos y químicos y microbiológicos, se detallan a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 19-4:** Análisis Químico para la harina de Oca.

Parámetros	Unidades	Método	Resultados
Ceniza	%	INEN 401	3,40
Proteína	%	INEN 1670	10,65
Grasa	%	INEN 523	3,44
Humedad	%	INEN 1235	3,80
Carbohidratos	%		70,49
Gluten	%	INEN 529	>0,1

Realizado por: SAQMIC, 2022.

**Tabla 20-4:** Análisis Microbiológicos para la harina de Oca

Parametros	Unidades	Metodo	Resultados
Coliformes Totales	UFC/g	INEN 529-6	>10
Mohos y Levaduras	UFC/g	INEN 529-10	100

Realizado por : SAQMIC, 2022.

Los resultados obtenidos para la validación del producto final de cada uno de los análisis realizados con el laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Agua y Alimentos “SAQMIC” y los análisis realizados en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH se determinó que la harina de oca obtenida a partir de oca (*Oxalis Tuberosa*) está apta para el consumo humano, ya que este tipo de harina de tubérculo andino está libre de peligro químico, lo cual puede afectar la inocuidad del producto final, por otro lado la presencia de levaduras se debe a la cantidad de azúcar presente en la oca, ya que esto se activa con la misma. Es un producto que no contiene gluten por lo tanto no es apto para productos panificables.

Para el rendimiento del proceso se obtiene un rendimiento de 70.5% con una alimentación diaria de 100Kg después de todos los procesos involucrados con una pérdida de 25,5% ya que al momento de cortar, se pierden partes de la oca que pueden estar un poco dañadas y su forma no es uniforme.

Para el diseño y el cálculo de ingeniería de los equipos que se necesitan para el proceso, la estructura de cada uno de los equipos será de acero inoxidable 306 siendo el material idóneo para la construcción. También se realizó un balance de masa de cada proceso involucrado y un balance de energía.

Dentro del proceso que se lleva a cabo para la obtención de harina de oca, la Asociación “Mushuk

Yuyay” el equipamiento necesario es de un secador de bandejas que alcance la temperatura máxima que la oca requiere que es de 80°C , los tamices de 250 y 300  $\mu\text{m}$ . También la adecuación de un tanque de lavado con un volumen total de 0,3125 m<sup>3</sup> por cada 100 kg de oca que ingrese a la planta.

Una vez se acabo el proceso de producción que se requiere para la obtención de harina de oca se obtiene presentaciones de 500 gr con un costo de producción de 0,31 ctvs por funda con un PVP de 0,51 ctvs. El costo de la materia prima por 25550,00\$ valor que se requiere en un año de producción, para la implantación de toda la planta comenzando desde se requiere de un presupuesto de 52130,00\$, todo esto se recuperaría en un lapso de 1,60 años con un Valor actual neto de 21426,545 y una Tasa interna de retorno de 59,61% siendo un proyecto viable.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se diseñó un proceso el cual nos va a servir para la obtención de la harina de oca a partir de la oca (*Oxalis Tuberosa*) siendo esto ideal para las dietas alimenticias de la comunidad de Quilloac, ubicada en la Provincia de Cañar, Canton Cañar, siendo esta ideal para el consumo de niños, jóvenes y adultos gracias a los beneficios que esta harina presenta.
- Se determinó las variables del proceso para la obtención de harina de oca, que fueron las siguientes: Tiempo de secado ya sea convencional bajo condiciones climáticas adecuadas, o de manera industrial en un secador de bandejas con temperaturas mínimas y máximas respectivamente entre 60°C y 80°C, estas temperaturas también se consideran variables en el proceso de obtención de harina de oca, siendo temperaturas ideales para este proceso de secado de la oca fresca con un tiempo de 24 o 36 horas eliminando el 94,4% de humedad siendo la humedad también una variable presente en el proceso.
- Mediante la aplicación de cálculos de ingeniería se diseñó un proceso ideal el cual nos permite la obtención de la harina de oca mediante cálculos de ingeniería, estando presente operaciones unitarias y procesos que nos ayudan a llegar al objetivo de esto, entre ellos están: Recepción de la materia prima, Lavado con un tanque de lavado de 0,3125m<sup>2</sup> y Cortado donde se obtiene un rendimiento de 91,5%, proceso de secado con secador que consta con un número de bandejas totales de 5 y un área total de 0,0936 m<sup>2</sup> teniendo un rendimiento de 24,69%, Molienda con 96,01%, Tamizado con un rendimiento total del 70,5%, para esto se usó tamices de 250 μm y 300 μm y para finalizar se coloca en presentación de 500 gr se empaca y se distribuye.
- Se validó todo el proceso de ingeniería mediante a la caracterización físico-química y microbiológica del producto final tomando en cuenta cada uno de los requisitos según la normativa vigente NTE INEN 616 de los requisitos de la harina de oca, dando los siguientes valores Físico- químicos: 3,25% de Ceniza, 9,80% de Proteína, 3,00% de Grasa, 4,20% de Humedad, 68,98% de Carbohidratos y la ausencia de Gluten. Para valores microbiológicos realizados en placas Petri Film tenemos los siguientes parámetros: Mohos y Levaduras 50 UFC/g y Coliformes totales 20 UFC/g.

- Se hizo un análisis VAN y TIR ya que estos dos factores nos van a indicar la factibilidad económica del proyecto teniendo los siguientes valores: Con un valor de beneficio- costo tenemos 1,13\$, que nos indica que por cada dólar invertido en el proceso se va a tener una ganancia de 0,13\$, el Valor Actual Neto arroja valores de 21426,54\$ y la Tasa Interna de Retorno con un valor de 59,61% donde es un valor aceptable, es un proyecto en donde la rentabilidad es mayor a la mínima que se requiere, por ello es aceptable.

## **5.2. Recomendaciones**

- Al momento de caracterizar o analizar la materia prima, que esta este bien lavadas y desinfectadas, ya que estas pueden contener residuos que pueden afectar en los metodos que se requieren para el analisis de la misma.
- Reconocer las variables que se presentan en proceso, ya que estas pueden varias dependiendo del tipo de estaufa que se ocupe, ya que tienen diferentes potencias y esto puede cambiar en el tiempo de secado del producto, por otro lado conocer las temperaturas maximas y minimas se requieren los alimentos al momento de ser estos secados ya que pueden perder sus propiedades nutritivas en caso de ser alimentos.
- Elegir el molino adecuado ya que se puede presentar bastante perdida al momento del realizar la molineda ya que se debe aprovechar el 100% del producto secado, y de igual forma, el tamaño de malla de los tamizadores ya que los residuos representan perdidas al momento de hacer estar accion.
- Para los analisis microbiologicos tener en cuenta que toda la zona debe estar esterilizada para evitar la contaminacion de agentes externos y esto pueda dañar el producto final.
- Tomar en cuenta los calculos de ingenieria ya que puede variar por el diseño de los equipos que se van a ser utilizados ya que todo esto puede variar según el tamaño y la capacidad de almacenamiento del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

**ANDRADE, L.** *La funcion de las grasas en los alimentos. Mayo Clinic, 14-23.* [en linea] Recuperado el 07 de 2022, Disponible en: <https://comecarne.org/la-funcion-de-las-grasas-en-los-alimentos/>

**BERMEO, D.** *Diseño y construcción de un molino de martillos triturador de granos para granjas avícolas.* [en linea] Universidad de las Fuerzas Armadas (2004)., 4. Recuperado el 04 de 2022, de Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/8296/1/AC-ESPEL-EMI-0254.pdf>

**BERNABÉ, Y., & CANCHO, F.** *Caracterización fisico-química y funcional de la harina de Khaya y Oca para el uso industrial.* Universidad Nacional del Centro de Peru (2017)., 7-11.[en linea] Recuperado el 03 de 2022, de Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1221/TESIS%20YESICA%20BERNAB%c3%89.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

**BRITO, B., ESPÍN, S., VILLACRÉS, E., MERINO, F., & SOTO, L.** *El endulzamiento de la oca (Oxalis tuberosa) una alternativa para la agroindustria rural en el Ecuador.* INIAP (JUL DE 2003). [en linea] 13. Disponible en: Recuperado el 03 de 2022, de Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2703>

**CABEZAS, E.** *“Diseño y construcción de un molino de bolas para aplicaciones de pulvimetalurgia.* [en linea] 26. Disponible en: Recuperado el 04 de 2022, de Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26388/1/Tesis%20I.%20M.%20398%20-%20Cabezas%20Casco%20Erik%20Andr%c3%a9s.pdf>

**CALAVERAS.** *Nuevo tratado de panificacion y Bolleria.* Madrid Vicente (2004)., 15. Recuperado el 03 de 2022

**CARREIRA, I.** *Harina.* Simbosis, 2-7 (2015). [en linea] Recuperado el 03 de 2022, Disponible en: <https://www.cooperativasimbiosis.com/harinas/>

**CHIRINOS, R., & ARBIZU, I. B.** *HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean Oca (Oxalis Tuberosa Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity.* *Science Direct*, 15-24. (2008) doi:2008.08.015

**CIP.** *Mashua, Ulloco, Oca.* CIP, 25-26 (2015).. [en línea] Recuperado el 03 de 2022, Disponible en: <https://cipotato.org/es/raices-y-tuberculos/oca-ulluco-y-mashua/>

**Condolo, L.** *Indice de Proteina.* Química, 4-7 (2019). [en línea]. Recuperado el 07 de 2022, Disponible en: <http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/31963-solucionario-de-granville-en-pdf>

**CRONQUIST, A.** *An Integrated System of Classification of Flowering Plants.* (1981). [en línea] Disponible en : Springer Link, 1262. doi:2806386

**CRUZ, W.** *ANALISIS DE LA DIVERSIDAD MORFOLOGICA Y ESTRUCTURA Y ESTRUCTURA GENETICA DE LA OCA CULTIVADAS (OXALIS TUBEROSA MOL.) EN NUEVE DEPARTAMENTOS DEL PERU.* Universidad Nacional Federico Villareal, (2018). [en línea] 6. Recuperado el 03 de 2022, Disponible en : [https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2722/Cruz%20Hilacondo%20Wilbert%20Eddy.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Cronquist%20\(1981\)%2C%20ubica%20a,Oxalis%20Especie%20Oxalis%20tuberosa%2C%20Molina](https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2722/Cruz%20Hilacondo%20Wilbert%20Eddy.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Cronquist%20(1981)%2C%20ubica%20a,Oxalis%20Especie%20Oxalis%20tuberosa%2C%20Molina).

**FAVELA PRO, S.** *Oxalato de Potasio .* Faga-Lab, 1-3 (2010). [en línea] Recuperado el 03 de 2022, Disponible en: [https://www.javeriana.edu.co/documents/4486808/5015300/OXALATO+DE+POTASIO\\_FAVELA.pdf/73d09dec-ba9a-444a-a267-57eac8385a37?version=1.0](https://www.javeriana.edu.co/documents/4486808/5015300/OXALATO+DE+POTASIO_FAVELA.pdf/73d09dec-ba9a-444a-a267-57eac8385a37?version=1.0)

**FERNANDEZ, J. R.** *Tasa Interna de Retorno (TIR).* Sage, 12-22. Recuperado el 07 de 2022, [en línea], Disponible en: <https://www.sage.com/es-es/blog/tasa-interna-de-retorno-tir-que-es-y-como-se-calcula/>

**GARCÍA, L.** *Modelamiento de la operacion unitaria de deshidratacion.* Ucaldas, 5 (2012).[en línea]. Recuperado el 03 de 2022, Disponible en: [http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector6\\_13.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/vector/downloads/Vector6_13.pdf)

**GOMEZ, R.** *Que son los egresos.* BBVA.[en línea], Recuperado el 07 de 2022, Disponible en : <https://www.bbva.com/es/salud-financiera/que-son-los-egresos-e-ingresos-y-que-tipos-existen/>

**GONZALES, P.** *Que son los ingresos.* Billin (2010). [en línea] Recuperado el 07 de 2022, Disponible en: <https://www.billin.net/glosario/definicion-ingresos/>

**INEN, N.** *Requisitos de la harina de trigo.* INEN(2015)., 5-11.[en línea] Recuperado el 07 de 2022, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/n-te-inen-616-4.pdf>

**LOPEZ, M. S.** *Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad.* Scielo(2006)., 1-10.[en línea] Recuperado el 07 de 2022, Disponible en : [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112006000100009](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000100009)

**MONTALDO, A.** *Cultivos de Raíces y Tuberculos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura,* 25-40 (1991). [en línea]. Recuperado el 03 de 2022, Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B4130e/B4130e.pdf>

**MORILLO, A., MORILLO, Y., & LEQUIZAMO, M. F.** *Caracterización morfológica y molecular de Oxalis Tuberosa Mol. en el departamento de Boyacá.* Colomb Biotecno(junio de 2018), 18-28.[en línea] Recuperado el 03 de 2022, Disponibles en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v21n1/0123-3475-biote-21-01-18.pdf>

**MOSCOSO, L.** *Determinación de cenizas en alimentos.* Quiminet (2009), 15-23. [en línea] Recuperado el 07 de 2022, Disponible en: <https://www.quiminet.com/articulos/determinacion-de-cenizas-en-alimentos-41328.htm>

**NAVARRETE, J.** *Monitoreo de secador de lecho fluidizado.* VAISALA (2021)., [en línea] 17. Recuperado el 04 de 2022, Disponible en: <https://www.vaisala.com/es/industries-applications/food-beverage-and-agriculture/industrial-food-processing/optimizing-drying-operations/fluid-bed-dryer-monitoring#:~:text=El%20secado%20del%20lecho%20fluidizado,un%20menor%20tiempo%20de%20secado.>

**NORIEGA, L.** *Determinación de humedad en alimentos.* NetInterlab S.A (2016).[en línea], 8-12. Recuperado el 07 de 2022, Disponible en: <https://net-interlab.es/determinacion-de-humedad-en-alimentos/>

**ORE, F., AGUIRRE, L., & TICSIHUA, J.** *Efecto del tiempo y la temperatura en la deshidratación de la oca (Oxalis tuberosa mol) mediante lecho fluidizado para la obtención de harina.* Scielo (2020),[en línea] 15. Disponible en: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v4i12.84>

**ORTEGA, & RIVAS.** *Molienda y Tamizado.* Emagister (2005).[en línea], 8. Recuperado el 04 de 2022, Disponible en :



[https://www.emagister.com/uploads\\_courses/Comunidad\\_Emagister\\_22241\\_22241.pdf](https://www.emagister.com/uploads_courses/Comunidad_Emagister_22241_22241.pdf)

**POMAR, G.** *Tuberización In Vitro de Oxalis Tuberosa Mol "OCA", como una alternativa para la producción de tubérculos semillas.* UNMSM(2017).[en línea], 5. Recuperado el 03 de 2022, Disponible en: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Pomar\\_V\\_G/Cap3.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Pomar_V_G/Cap3.pdf)

**Retana, C. M.** *Que son los carbohidratos.* Geosalud (2020)., 6-12.[en línea] Recuperado el 07 de 2022, Disponible en: <https://www.geosalud.com/nutricion/hidratos-de-carbono-carbohidratos.html>

**RUIZ, L.** *Diseño de un secador de bandejas para la deshidratación de plátano en la parroquia Veracruz del Cantón Pastaza.* 48. (2016) [en línea] Recuperado el 05 de 2022

**SAMANIEGO, M., & ESTRADA, E.** *Diseño y construcción de un equipo mixto de molienda y tamizado para materiales minerales.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (trabajo de Titulación) (2012).,[en línea] 54. Recuperado el 04 de 2022, Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1973/1/96T00152.pdf>

**SCHAER.** *Que es el Gluten.* Schaer(2015).[en línea], 3-7. Recuperado el 07 de 2022, Disponible en: [https://www.schaer.com/es-int/a/que-es-gluten?gclid=Cj0KCQjwof6WBhD4ARIsAOi65aiHB0eogvZ\\_9I9vfymYi3HQzt2do2WYxQulvxecer9MNG-hB5QMdgaAktTUEALw\\_wcB](https://www.schaer.com/es-int/a/que-es-gluten?gclid=Cj0KCQjwof6WBhD4ARIsAOi65aiHB0eogvZ_9I9vfymYi3HQzt2do2WYxQulvxecer9MNG-hB5QMdgaAktTUEALw_wcB)

**TERRAZAS, F., & OROS, R.** *Tuberculos ANdinos.* Escuela Politecnica Nacional (2019), 9-11. [en línea] Recuperado el 07 de 2022, Disponible en: <https://www.epn.edu.ec/valorizacion-de-raices-y-tuberculos-andinos-para-su-uso-en-la-industria-alimenticia/#:~:text=Existen%20ra%C3%ADces%20y%20tub%C3%A9rculos%20en,adecuadas%2C%20desarrollar%20nuevos%20productos%20que>

**VÁSQUEZ, J. M.** *Elaboración y caracterización de harina de oca proveniente de tres variedades, (zapallo, paucar y mestiza), para uso en productos cárnicos.* Conciencia Digital (2020), [en línea], 18. Recuperado el 03 de 2022, Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1223>

**VEGA, C.** *DESARROLLO DE PRODUCTOS PANIFICABLES CON INCLUSION DE HARINA DE OCA.* Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, (trabajo de Titulación)12.[en línea] Recuperado el 01 de 02 de 2022, Disponible:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9493/1/84T00135.pdf>

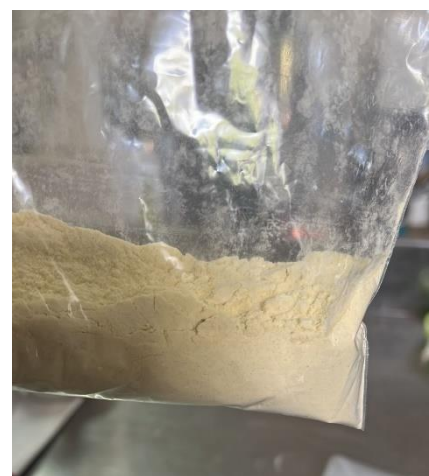
**VEGA, G. D.** *Proteínas de la harina de trigo: Clasificación y propiedades funcionales*. UTM, 6. [en línea] Recuperado el 04 de 2022, Disponible en: [https://www.utm.mx/edi\\_antiores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf](https://www.utm.mx/edi_antiores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf)

**VELAYOS, V.** *Valor Actual Neto (VAN)*. HubSpot(2015). [en línea], 6-9. Recuperado el 07 de 2022, Disponible en: <https://blog.hubspot.es/sales/que-es-valor-presente-neto>

**YUGÁN, M., MIRA, J., & PAREDES, A.** *Elaboración y caracterización de harina de oca proveniente de tres variedades,( zapallo, paucar, meztiza),.* Conciencia Digital(2020), [en línea] 1-14. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i2.1.1223>

## ANEXOS

### ANEXO A: PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE OCA



## ANEXO B: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LABORATORIO



### INFORME DE ANÁLISIS

Fecha: 26 de julio del 2022  
Análisis solicitado por: Srta. Andrea Araujo  
Tipo de muestras: Muestras de harina de oca  
Localidad: Riobamba

#### Análisis Físico: Sensorial

Color	Amarillento con tendencia a color café
Olor	Inoloro
Aspecto	Homogéneo, finamente granulado

#### Análisis Químico

Parámetros	Unid.	Método	Resultados
Humedad	%	INEN 1235	3.80
Ceniza	%	INEN 401	3.40
Proteína (BS)	%	INEN 1670	10.65
Grasa (BS)	%	INEN 523	3.44
Gluten (BS)	%	INEN 529	> 0.1
Carbohidrato	%		70.49

#### Análisis Microbiológico

Parámetros	Unid.	Método	Resultado
Coliformes Totales	UFC/g	INEN 1 529-6	>10
Mohos y Levaduras	UFC/g	INEN 1 529-10	3200

Atentamente.

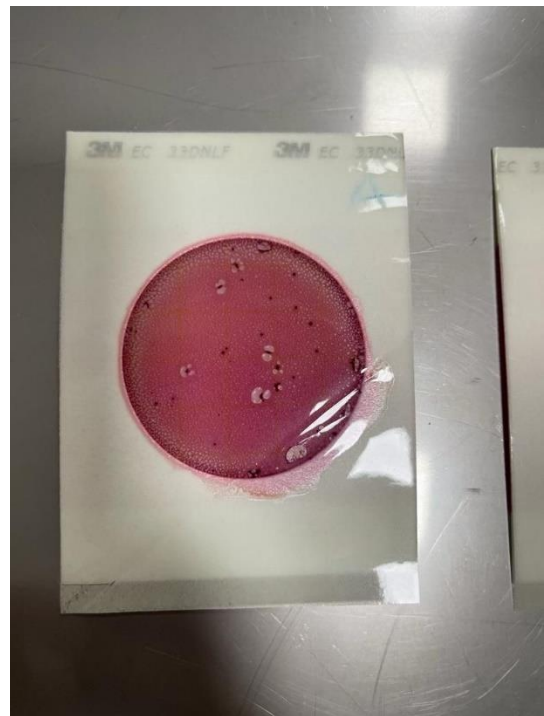
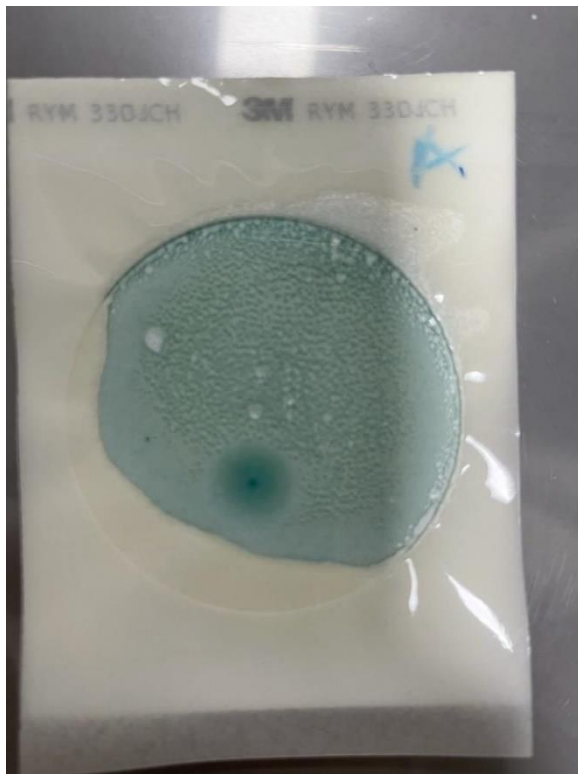


Dra. Gina Álvarez R.  
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO  
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid  
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322  
Saqmic Laboratorio  
Riobamba - Ecuador

saqmic

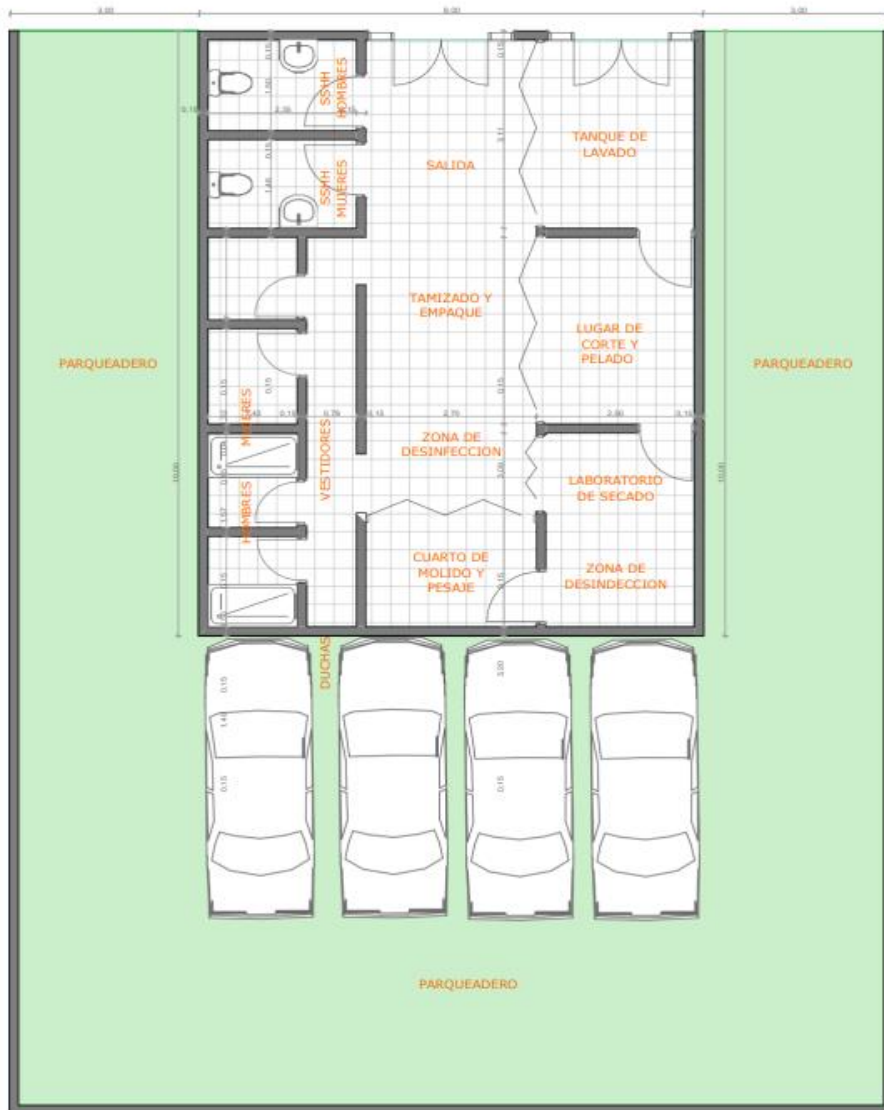
**ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**





ANEXO D: DISEÑO ARQUITECTÓNICO DE LA PLANTA

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
CARRERA DE INGENIERIA QUIMICA



PROYECTO: DISEÑO DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE OCA (OXALIS TUBEROSA) PARA LAS DIETAS ALIMENTICIAS DE LA COMUNIDAD QUILDACA, CANTÓN CAÑAR.	
ESCOLA: LAS INDICADAS	INSTITUCIÓN EDUCATIVA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA
AUTOR: ANDREA ARALDO SANTACRUZ	FECHA: 05/05/2022
CONTIENE: PLANTA ÚNICA	LECTURA: /



Quito – Ecuador

**NORMA** NTE INEN 616

**TÉCNICA**

Cuarta revisión

**ECUATORIANA**

2015-01

**HARINA DE TRIGO. REQUISITOS**

WHEAT FLOUR. REQUIREMENTS

DESCRIPTORES: Productos alimenticios, cereales, productos derivados, harina de trigo, requisitos  
ICS: 67.060

8  
Páginas

<b>Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria</b>	<b>HARINA DE TRIGO REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 616:2015 Cuarta revisión 2015-01</b>
---	---------------------------------------	--

- **OBJETO**

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las harinas de trigo destinadas al consumo humano y al uso en la elaboración de otros productos alimenticios.

- **REFERENCIAS NORMATIVAS**

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias con fecha, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier enmienda).

NTE INEN 517, *Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de partículas*

NTE INEN 520, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza*

NTE INEN 521, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable*

NTE INEN 525, *Determinación del bromato de potasio en harinas blanqueadas y en harina integral (Método cualitativo y cuantitativo)*

NTE INEN 1334-1, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos*

NTE INEN 1334-2, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*

NTE INEN 1334-3, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables*

NTE INEN 1529-8, *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E.coli*

NTE INEN 1529-10, *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*

NTE INEN-CODEX 192, *Norma general del Codex para los aditivos alimentarios (Mod)*

NTE INEN-CODEX 193, *Norma general para los contaminantes y las Toxinas presentes en los alimentos y piensos*

NTE INEN-CODEX STAN 228, *Métodos de análisis generales para los contaminantes*



NTE INEN-ISO 712, *Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia*

NTE INEN-ISO 2171, *Cereales, leguminosas y subproductos. Determinación del rendimiento de cenizas por incineración*

NTE INEN-ISO 20483, *Cereales y leguminosas. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta. Método Kjeldahl*

2015-0013

1 de 8

NTE INEN-ISO 24333, *Cereales y productos derivados. Toma de muestras*

NTE INEN-ISO 2859-1, *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*

NTE INEN-ISO 11085, *Cereales, productos a base de cereales y alimentos para animales. Determinación del contenido de grasa bruta y grasa total mediante el método de extracción Randall*

NTE INEN-ISO 21415-1, *Trigo y harina de trigo. Contenido de gluten. Parte 1: Determinación de gluten húmedo mediante un método manual*

NTE INEN-ISO 21415-2, *Trigo y harina de trigo. Contenido de gluten. Parte 2: Determinación de gluten húmedo por medios mecánicos*

ISO 15141-1, *Productos alimenticios. Determinación de Ocratoxina A en cereales y productos derivados. Parte 1: Método de cromatografía líquida de alta resolución con lavado en gel de sílice*

ISO 15141-2, *Productos alimenticios. Determinación de Ocratoxina A en cereales y productos derivados. Parte 2: Método de cromatografía líquida de alta resolución con lavado en bicarbonato*

Rec. TE INEN-OIML R 87, *Cantidad de producto en paquetes*

AOAC 2003.06, *Grasa bruta en piensos, granos de cereales y forrajes. Método de extracción Randall/Soxtec*

AOAC 997.02, *Contaje de mohos y levaduras en alimentos. Película seca rehidratable. (Método Petrifilm™)*

AOAC 991.14, *Coliformes y Escherichia coli. Contaje en alimentos. Película seca rehidratable (Método Petrifilm™ E. coli/Coliform)*

AOAC 2000.03, *Ocratoxina A en Cebada. Inmunoadfinidad por columna de HPLC columna*

- DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones.

- **Harina de trigo.** Producto que se obtiene de la molienda de los granos de trigo. Puede o no tener aditivos alimentarios.
- **Fortificación o enriquecimiento.** Adición de uno o más micronutrientes a un alimento, tanto si está como si no está contenido normalmente en el alimento, con el fin de prevenir o corregir una deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de la población.
- **Harina fortificada.** Harina de trigo a la que se ha adicionado vitaminas, sales minerales u otros micronutrientes.
- **Agentes de tratamiento de harinas.** Aditivos alimentarios que se añaden a la harina de trigo para mejorar su funcionalidad.
- **Gluten.** Sustancia viscoelástica compuesta principalmente por dos fracciones proteicas (gliadina y glutenina) hidratadas.
- **Leudante.** Toda sustancia química u organismo que actúa como agente de gasificación mediante la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

- **Harina autoleudante.** Harina de trigo que contiene sustancias leudantes.
- **Harina integral.** Harina elaborada a partir de granos de trigo que conserva el salvado y el germen.
- CLASIFICACIÓN

La harina de trigo se clasifica de acuerdo a su uso en:

- Harina de trigo para panificación,
- Harina de trigo para pastificios,
- Harina de trigo para pastelería y galletería,
- Harina de trigo autoleudante,
- Harina de trigo para todo uso,
- Harina de trigo integral.

- REQUISITOS

Generalidades

La harina de trigo debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) Estar exenta de cualquier peligro físico, químico o biológico que afecte la inocuidad del producto,
- b) Tener un olor y sabor característico del grano de trigo molido.

- **Requisitos físicos y químicos**

Para efectos de esta norma deben cumplirse los requisitos físicos y químicos indicados en la Tabla 1.

**TABLA 1.** Requisitos físicos y químicos para la harina de trigo

REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastelería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO	
Humedad, máximo	%	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	15,0	NTE INEN-ISO 712	
Proteína (materia seca)*, mínimo	%	10,5	10	7	7	9	11	NTE INEN-ISO 20483	
Cenizas (materia seca), máximo	%	0,85	1	0,8	3,5	0,8	2,0	NTE INEN-ISO 2171	
Acidez (expresado en ácido sulfúrico), máximo	%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	NTE INEN 521	
REQUISITOS	Unidad	Pastificios	Panificación	Pastelería y galletería	Auto-leudantes	Para todo uso	Integral	MÉTODO DE ENSAYO	
Gluten húmedo, mínimo	%	28	28	20	20	25	-	NTE INEN-ISO 21415-1 o NTE INEN-ISO 21415-2	
Grasa (materia seca), máximo	%	2	2	2	2	2	3	NTE INEN-ISO 11085 AOAC 2003.06**	
Tamaño de partícula  Pasa por un tamiz de 212 $\mu\text{m}$ , mínimo	%						95	-	NTE INEN 517
* Factor de conversión de nitrógeno a proteína para trigo $w_N \times 5,7$ .									
** Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.									

- Ingredientes facultativos

Los siguientes ingredientes pueden agregarse a la harina de trigo en las cantidades necesarias para fines tecnológicos:

- productos malteados con actividad enzimática, fabricados con trigo, centeno o cebada; – gluten vital de trigo;
- harina de soja y harina de leguminosas.

NOTA: La harina de trigo puede ser tratada con enzimas como coadyuvantes tecnológicos, el nivel de uso debe estar de acuerdo a las buenas prácticas de fabricación, BPF.

- **Aditivos alimentarios**

La harina de trigo debe cumplir con el nivel máximo permitido de los aditivos y de los agentes de tratamiento de harinas, conforme a lo establecido en la NTE INEN-CODEX 192.

- **Bromato de potasio**

En la harina de trigo no se admite el uso de bromato de potasio. La determinación debe realizarse según la NTE INEN 525, cuyo resultado debe ser “**ausencia**”.

#### Sustancias de fortificación

La harina de trigo debe fortificarse conforme al “Reglamento de fortificación y enriquecimiento de la harina de trigo en el Ecuador para la prevención de las anemias nutricionales” y sus reformas vigentes.

Los métodos de ensayo para determinar las sustancias de fortificación en la harina de trigo, utilizados con fines de control de calidad, se muestran en el apéndice Y.

#### **Requisitos microbiológicos**

La harina de trigo debe cumplir con los requisitos microbiológicos indicados en la Tabla 2.

**TABLA 2.** Requisitos microbiológicos para la harina de trigo.

<b>REQUISITO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Caso</b>	<b>n</b>	<b>c</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO</b>
Mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	1 X 10 <sup>3</sup>	1 X 10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1529-10 AOAC 997.02*
<i>E. Coli</i>	UFC/g	5	5	2	< 10	-	NTE INEN 1529-8 AOAC 991.14*

\* Los métodos AOAC pueden ser utilizados para fines de control de calidad.

donde

n Número de muestras del lote que deben analizarse, c Número de muestras defectuosas aceptables, m Límite de aceptación, M Límite de rechazo.

### Contaminantes

La harina de trigo debe ser elaborada con granos de trigo que cumpla los niveles máximos de contaminantes establecidos en la Tabla 3 y Tabla 4, según la NTE INEN-CODEX 193.

**TABLA 3.** Metales pesados en granos de trigo

<b>Metal</b>	<b>Nivel máximo mg/kg</b>
Cadmio	0,2
Plomo	0,2

El análisis de contaminantes para fines de control de calidad puede realizarse de acuerdo a los métodos indicados en la NTE INEN-CODEX STAN 228.

**TABLA 4.** Micotoxinas en granos de trigo

<b>Micotoxina</b>	<b>Nivel máximo</b> □ <b>g/kg</b>
Ocratoxina A	5

El análisis de ocratoxina A puede realizarse de acuerdo a las ISO 15141-1 o ISO 15141-2. El método AOAC 2000.03 puede ser utilizado para fines de control de calidad.

#### INSPECCIÓN

- Muestreo

Las muestras que se tomen para el ensayo pueden realizarse de acuerdo a la NTE INEN-ISO 24333 y para la determinación de la cantidad de muestras puede realizarse de acuerdo a la NTE INEN-ISO 2859-1.

#### ENVASADO Y ROTULADO

- Envasado

La harina debe envasarse en recipientes de tal manera que no alteren las cualidades higiénicas, nutritivas y técnicas del producto. Como requisito metrológico debe utilizarse la Recomendación Técnica INEN-OIML R 87.

- Rotulado

El rotulado del producto contemplado en esta norma debe cumplir con lo especificado en las NTE INEN 1334-1, NTE INEN 1334-2 y NTE INEN 1334-3.

## APÉNDICE Y MÉTODOS DE ENSAYO PARA LAS SUSTANCIAS DE FORTIFICACIÓN

**TABLA 1** Métodos de ensayo para la determinación de las sustancias de fortificación

Sustancia de fortificación	Método de ensayo
Hierro	AOAC 944.02, <i>Hierro en harina. Método espectrofotométrico.</i>  AOAC 999.11, <i>Plomo, cadmio, cobre, hierro y zinc en alimentos. Espectrofotometría de absorción atómica tras incineración en seco</i>
Niacina	AOAC 975.41, <i>Niacina y niacinamida en productos cereales. Método automatizado</i>  AOAC 961.14, <i>Niacina y niacinamida en medicamentos, alimentos y piensos. Método colorimétrico</i>
Tiamina	AOAC 953.17, <i>Tiamina (vitamina B<sub>1</sub>) en productos de granos. Método fluorométrico (rápido)</i>  AOAC 957.17, <i>Tiamina (vitamina B<sub>1</sub>). Método fluorométrico</i>
Riboflavina	AOAC 970.65, <i>Riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>) en alimentos y preparaciones vitamínicas. Método fluorométrico</i>  AOAC 981.15, <i>Riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>) en alimentos y preparaciones vitamínicas. Método automatizado</i>
Acido fólico <sup>1</sup>	AOAC 944.12, <i>Ácido fólico (ácido pteroilglutámico) en preparaciones vitamínicas</i>
1	Otro método de ensayo para determinar ácido fólico en cereales fortificados puede ser: Elolo S Osseyi, Randy L Wehling, Julie A Albrecht. Liquid chromatographic method for determining added folic acid in fortified cereal products. Journal of Chromatography A, Volume 826, Issue 2, 27 November 1998, Pages 235-240.



## BIBLIOGRAFÍA

CAC/GL 10-1979:2008 *Listas de referencia de compuestos de nutrientes para su utilización en alimentos para fines dietéticos especiales destinados a los lactantes y niños pequeños.*

CODEX STAN 152-1985:1995, *Norma del Codex para la harina de trigo.*

CODEX STAN 178-1991:1995, *Norma del Codex para la sémola y la harina de trigo duro.*

CAC/GL 09-1987:1991, *Principios generales para la adición de nutrientes esenciales a los alimentos.*

NTC 267:2007, *Harina de trigo.*

NB 680:2006, *Harina y derivados. Harina de trigo. Requisitos.*

COVENIN 217:2001 *Harina de trigo.*

NTP 205.027:1986, *Harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial.*

NMX-F-007-1982, *Alimento para humanos. Harina de trigo.*

Code of Federal Regulations Title 21: Food and Drugs. Part 184 *Direct food substances affirmed as generally recognized as safe.* Food and Drug Administration.

Code of Federal Regulations Title 21: Food and Drugs. Part 137 *Cereal flours and related products.* Food and Drug Administration.

PRESIDENTIAL DECREE N° 187 *Regulation for the revision of laws concerning the production and sale of milling products and pasta, pursuant to Article 50 of Law N° 146, dated 22 February 1994.* Official Journal n. 117. Roma. 2001.

Seventy-first meeting of the Joint FAO/WHO and Expert Committee on Food Additives (JECFA) *WHO Food Additives series: 62 Safety evaluation of certain food additives.* World Health Organization. Ginebra. 2010.

United Nations Children's Fund, United Nations University and World Health Organization Iron

Deficiency Anaemia. Assessment, Prevention and Control. World Health Organization. Ginebra. 2001.

Microorganisms in Foods 2. Sampling for microbiological analysis: Principles and Specific applications. Second edition. International Commission on Microbiological Specifications for Foods.

#### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

---

Documento: TÍTULO: HARINA DE TRIGO. REQUISITOS Código ICS: 67.060  
NTE INEN 616 Cuarta revisión

---

<b>ORIGINAL:</b> Fecha de iniciación del estudio: 2005-12-14	<b>REVISIÓN:</b> Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 06-024 de 2006-01-12 publicado en el Registro Oficial No. 195 de 2006-01-25
Fecha de iniciación del estudio: 2014-04-07	

---

Fechas de consulta pública: 2014-07-23 al 2014-08-07

Comité Técnico de: Cereales y leguminosas

Fecha de iniciación: 2014-08-06

Fecha de aprobación: 2014-10-08

Integrantes del Comité:

Erika Mosquera (presidenta)	LA INDUSTRIA HARINERA S.A.
Alejandro Jaramillo	MODERNA ALIMENTOS S.A.
Álvaro Mayorga Chávez	MODERNA ALIMENTOS S.A.
Andrés Guerrón	CORPORACIÓN SUPERIOR
Angélica Murillo	MOLINOS POULTIER S.A.
Carolina Zambrano	TIOSA
Clara Benavides	GRANOTEC
Emiliano Zapata	MODERNA ALIMENTOS S.A.
Fanny Fernández Guamán	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA
Héctor Recalde	MOLINOS MIRAFLORES S.A.
José Modesto Ponce	ASEORIA TÉCNICA

Katherine Carrera Lucía Navas Marcela Balseca Medardo Garcés Mireya Moya Paulina Arias Machado Víctor Campos		MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD AGENCIA NACIONAL DE REGULACIÓN Y VIGILANCIA SANITARIA SUCESORES DE JACOBO PAREDES S.A. (TOSCANA) INDUSTRIAS CATEDRAL S.A. MOLINOS ROYAL MODERNA ALIMENTOS S.A. 3M ECUADOR SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN
Margoth Casco (Secretaría Técnica)		

Otros trámites: Esta norma NTE INEN 616:2015 (Cuarta revisión) reemplaza a la NTE

INEN 616:2006 (Tercera revisión)

La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficializada como: Voluntaria

Por Resolución No. 14497 de 2014-12-04

Registro Oficial No. 417 de 2015-01-15

---

Servicio Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de diciembre

Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891

Dirección Ejecutiva: E-Mail: [direccion@normalizacion.gob.ec](mailto:direccion@normalizacion.gob.ec)

Dirección de Normalización: E-Mail: [consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec](mailto:consultanormalizacion@normalizacion.gob.ec)

Dirección Zonal Guayas: E-Mail: [inenguayas@normalizacion.gob.ec](mailto:inenguayas@normalizacion.gob.ec)

Dirección Zonal Azuay: E-Mail: [inencuenca@normalizacion.gob.ec](mailto:inencuenca@normalizacion.gob.ec)

Dirección Zonal Chimborazo: E-Mail: [inenriobamba@normalizacion.gob.ec](mailto:inenriobamba@normalizacion.gob.ec)

[URL:www.normalizacion.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec)



epoch

Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 20 / 01 / 2023

**INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)**

**Nombres – Apellidos:** Andrea Cristina Araujo Santacruz

**INFORMACIÓN INSTITUCIONAL**

**Facultad:** Ciencias

**Carrera:** Ingeniería Química

**Título a optar:** Ingeniera Química

**f. Analista de Biblioteca responsable:** Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.

0056-DBRA-UTP-2023