

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**OBTENCIÓN DE CAFÉ A PARTIR DE LA SEMILLA DE PALQUI**

*“Acacia Feddeana Harms”*

**Por:**

**ROSA ELENA SEGOVIA OCAMPO**

**Proyecto investigación aplicada presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.**

**TARIJA-BOLIVIA**

**Abril-2019**

**V°B°**

-----  
M.Sc. Ing. Ernesto R. Álvares Gozalves

**DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGIA**

-----  
M. Sc. Ing. Elizabeth Castro Figueroa

**VICEDECANA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGIA**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

-----  
Ing. Gustavo Moreno López

-----  
Ing. Juan Carlos Vega Knez

-----  
Ing. Erick Ramírez Ruíz

**ADVERTENCIA**

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo esta responsabilidad del autor

### **DEDICATORIA**

El esfuerzo y entrega depositados en la realización del presente proyecto se lo dedico a Dios por acompañarme en todo momento. A mi madre Nieves Ocampo Velásquez quien fue la inspiración para llegar a culminar mi profesión, quien siempre me ha apoyado incondicionalmente, me ha brindado todo su tiempo, sacrificio, amor, oportunidad y recursos para lograrlo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Facultad de Ingeniería Química donde obtuve conocimientos invaluable para formarme como una buena profesional

A mi padre Alfredo Segovia por inspirarme a pensar en grande y que podía ser una profesional. A mis hermanos, que de una u otra manera me ayudaron a culminar este arduo camino.

Finalmente quiero agradecer a una persona muy especial Jorge, gracias por tu paciencia, comprensión y amor, por creer en mi capacidad, sin ti todo hubiese sido más difícil.

### **PENSAMIENTO**

“Para empezar un gran proyecto, hace falta valentía. Para terminar un gran proyecto, hace falta perseverancia”

## RESUMEN

el objetivo central del estudio es obtener un sucedáneo del café mediante un proceso sencillo, a partir de la semilla de palqui previamente tostado y molido.

La semilla de palqui fue cosechada de la comunidad de El Puente, y almacenada en los predios del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, se realizó la selección para trabajar únicamente con semilla en buen estado, se prosiguió con el lavado, secado y pelado de las mismas. Se realizó una segunda selección para desechar las semillas en mal estado, ya teniendo la semilla de palqui con la que se trabajara durante el proceso de obtención de café de palqui se siguió los siguientes pasos:

Tostado

Molienda

Tamizado

Se sometió a la semilla de palqui a un tostado a temperaturas de 110 °C y 120°C en tiempos de 50 minutos y 65 minutos. Cada una de las muestras M-1, M-2, M-3 y M-4 presentaron distintos tonos de color de tostado, porcentaje de humedad, y disminución de peso.

Mediante un análisis sensorial, se determinó como muestra mejor aceptada la muestra M-4, el cual presenta características más parecidas al café, en función a la muestra seleccionada se realizó el balance de materia y energía en cada etapa del proceso. Es así que se obtuvo un sucedáneo del café de semilla de palqui con exquisito aroma, sabor, además se resalta que es exento de cafeína que posee nutrientes en los siguientes porcentajes: 69,9 mg/100g de calcio total, 4,04 % de cenizas, 4,83 % de fibra, 12,70 % de grasa, 37,63 % de hidratos de carbono, 12,2 mg/100g de hierro total, 1,36% de humedad, 39,44% de proteína total y 422,58 kcal/100g de valor energético.



## ÍNDICE

<b>ADVERTENCIA</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>PENSAMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vii</b>

## INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	1
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	4
Justificación.....	4

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

1.1	Definición de café.....	6
1.2	Generalidades del café genuino.....	6
1.2.1	Tipos de café.....	7
1.3	Proceso tecnológico para la producción de café molido.....	8
1.3.1	Recepción y almacenamiento de la materia prima.....	9
1.3.2	Análisis de la calidad del café.....	10
1.3.3	Limpieza de los granos de café verde.....	10
1.3.4	Torrefacción.....	10

1.3.5	Molienda.....	13
1.3.6	Tamizado.....	15
1.3.7	Empaquetado de café.....	16
1.4	Sucedáneos del café.....	18
1.5	Variedades de sucedáneos de café en Bolivia.....	19
1.5.1	Leguminosas.....	19
1.6	Palqui.....	20
1.6.1	Características fenológicas del palqui.....	20
1.6.2	Clasificación taxonómica de la planta de palqui.....	20
1.6.3	Aportes y composición nutricional del palqui.....	21
1.6.4	Producción de palqui en Bolivia.....	22
1.6.5	Beneficios y usos del palqui.....	25

## **CAPÍTULO II**

### **PARTE EXPERIMENTAL**

2.1	Introducción.....	26
2.2	Descripción y análisis de la materia prima.....	26
2.2.1	Recolección de la materia prima.....	26
2.2.2	Acondicionamiento de la materia prima.....	27
2.3	Diseño experimental.....	27
2.3.1	Planteamiento de la hipótesis.....	27
2.3.2	Determinación del tiempo de tostado para el palqui.....	28
2.3.3	Conceptualización de las variables de tostado.....	31
2.3.4	Selección del secador, tostador y molino en el desarrollo del proceso experimental.....	31

2.4 Método de análisis sensorial.....	33
2.5 Descripción del proceso experimental de obtención de café a partir de las semillas de palqui.....	35
2.5.1 Cosecha.....	36
2.5.2 Selección I.....	36
2.5.3 Lavado.....	36
2.5.4 Pelado.....	37
2.5.5 Selección II.....	37
2.5.6 Tostado.....	40
2.5.6.1 Pérdida de peso de la semilla de palqui durante el tostado.....	42
2.5.7 Molienda.....	43
2.5.8 Tamizado.....	44
2.5.8 Envasado.....	44
2.6 Elaboración de la bebida del sucedáneo del café.....	45
2.7 Metodología utilizada para llegar al resultado esperado en la investigación....	46
2.7.1 Características físicas de la materia prima “palqui” .....	46
2.7.2 Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima “semillas de palqui” y café de las semillas de palqui.....	47
2.7.3 Determinación de la humedad final de las muestras de palqui.....	48
2.7.4 Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del café de palqui....	48

### **CAPÍTULO III**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

3.1 Resultados y discusión de la parte experimental.....	49
3.2 Caracterización interna y externa de la semilla de palqui.....	49

3.3 Características físicas de la semilla de palqui en la parte experimental.....	49
3.4 Resultados de los ensayos del diseño factorial.....	50
3.4 Secado de la semilla de palqui durante en proceso de tostado.....	51
3.3.1 Contenido de humedad en base húmeda de la semilla de palqui.....	53
3.3.2 Contenido de humedad en base seca de la semilla de palqui.....	58
3.6 Molienda y tamizado.....	61
3.7 Análisis estadístico del diseño factorial.....	62
3.8 Evaluación sensorial para definir el café de palqui.....	65
3.9 Resultados de los análisis fisicoquímicos.....	71

## **CAPÍTULO IV**

### **BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA**

4.1 Balance de materia.....	77
4.1.1 Balance de materia en el pelado de la semilla de palqui.....	77
4.1.2 Balance de materia en la selección de la semilla de palqui.....	78
4.1.3 Balance de materia en el tostado de la semilla de palqui.....	79
4.1.4 Balance de materia en la molienda de la semilla de palqui tostado.....	81
4.1.5 Balance de materia en el tamizado de la semilla de palqui molido.....	82
4.2 Balance de energía.....	83
4.2.1 Cálculo de calor requerido para calentar la superficie del tostador manual.....	84
4.2.2 Cálculo de calor requerido para el tostado de la semilla de palqui.....	84
4.2.3 Cálculo de flujo de calor de las semillas de palqui.....	85
4.2.4 Cálculo de calor total requerido para el tostado de la semilla de palqui.....	86

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones.....	87
5.2 Recomendaciones.....	89
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Planta de palqui.....	1
<b>Figura 1- 1.</b> Partes del café genuino.....	7
<b>Figura 1-2</b> Diagrama de bloques para la elaboración de café de cafeto.....	9
<b>Figura 1- 3</b> Zonas productoras de palqui en los departamentos de Tarija, Chuquisaca y Potosí.....	24
<b>Figura 2- 1</b> Semilla de palqui.....	26
<b>Figura 2- 2</b> Lavado de la semilla de palqui.....	27
<b>Figura 2- 3</b> Clasificación de grado de tueste de café.....	30
<b>Figura 2- 4</b> Clasificación de color de tostado del café.....	30
<b>Figura 2- 5</b> Diagrama de bloques para la obtención de café de palqui.....	35
<b>Figura 2- 6</b> Semilla de palqui recolectada.....	36
<b>Figura 2- 7</b> Lavado de la semilla de palqui.....	37
<b>Figura 2- 8</b> Pelado de la semilla de palqui.....	37
<b>Figura 2- 9</b> Selección de la semilla de palqui.....	38
<b>Figura 2- 10</b> Pesado de las semilla de palqui, para los pruebas de tostado.....	38
<b>Figura 2- 11</b> Pesado de la semilla de palqui.....	39
<b>Figura 2- 12</b> Semillas de palqui pesadas para el tostado.....	39
<b>Figura 2- 13</b> Tostador manual para la semilla de palqui.....	40
<b>Figura 2- 14</b> Tostador manual con el termómetro sobre la estufa.....	40
<b>Figura 2- 15</b> Proceso de tostado de la semilla de palqui.....	41
<b>Figura 2- 16</b> Tonos de tostado de la semilla de palqui.....	41
<b>Figura 2- 17</b> Molino manual para café.....	43

<b>Figura 2- 18</b> Discos del molino.....	44
<b>Figura 2- 19</b> Proceso de molienda de la semilla de palqui.....	44
<b>Figura 2- 20</b> Café de palqui envasado en bolsas de polipropileno.....	45
<b>Figura 2- 21</b> Elaboración de la bebida del sucedáneo del café.....	46
<b>Figura 2- 22</b> Filtración de la bebida de café.....	46
<b>Figura 3-1</b> Curvas de pérdida de peso de la pulpa (semillas de palqui) a la temperatura de 110°C y 120°C.....	53
<b>Figura 3-2</b> Porcentaje de humedad en base húmeda de la muestra M-1 y M-2 a 110°C.....	56
<b>Figura 3-3</b> Porcentaje de humedad en base húmeda de la muestra M-3 y M-4 a 120°C.....	57
<b>Figura 3- 4</b> Curva de humedad en base seca a 110 °C.....	60
<b>Figura 3- 5</b> Curva de humedad en base seca a 120 °C .....	61
<b>Figura 3- 6</b> Resultados Del análisis sensorial del café de palqui.....	71
<b>Figura 4-1</b> Diagrama de flujo del proceso de obtención de café a partir de las semillas de palqui.....	76
<b>Figura 4- 2</b> Balance de materia en el proceso de pelado.....	77
<b>Figura 4- 3</b> Balance de materia en la selección de la semilla de palqui.....	79
<b>Figura 4- 5</b> Balance de materia en el tostado de la semilla de palqui.....	80
<b>Figura 4- 6</b> Balance de materia en la molienda de la semilla de palqui tostado.....	81
<b>Figura 4- 7</b> Balance de materia en el tamizado de la semilla de palqui molido.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla I- 1</b> Tipos de fuerzas aplicadas en la molienda.....	14
--	----

<b>Tabla I- 2</b> Taxonomía del palqui.....	21
<b>Tabla I- 3</b> Composición fisicoquímica de las semillas del palqui.....	22
<b>Tabla I- 4</b> Valor energético de la semillas de palqui.....	22
<b>Tabla I- 5</b> Promedio de producción de palqui.....	25
<b>Tabla II- 1</b> Parámetros para el tostado del palqui.....	28
<b>Tabla II- 2</b> Matriz de diseño.....	29
<b>Tabla II- 3</b> Características de la balanza eléctrica.....	31
<b>Tabla II- 4</b> Características del tostador manual.....	32
<b>Tabla II- 5</b> Características de los materiales de laboratorio.....	32
<b>Tabla II- 6</b> Características de utensilios de cocina.....	32
<b>Tabla II- 7</b> Características de los otros materiales e instrumentos utilizados.....	33
<b>Tabla II- 8</b> Parámetros para cada una de las muestras tostadas.....	42
<b>Tabla II- 9</b> Datos de pérdida de peso de la semilla de palqui en el proceso de tostado.....	43
<b>Tabla II- 10</b> Propiedades fisicoquímicas de la semilla de palqui.....	47
<b>Tabla II- 11</b> Propiedades fisicoquímicas del café de palqui.....	47
<b>Tabla II- 12</b> Humedad de la muestra M-1, M-2, M-3 Y M-4.....	48
<b>Tabla III- 1</b> Características internas y externas de la semilla de palqui.....	49
<b>Tabla III- 2</b> Características físicas de las muestras de palqui.....	50
<b>Tabla III-3</b> Valores observados de la variable respuesta.....	51
<b>Tabla III- 4</b> Perdida de peso de la semilla de palqui en el proceso de tostado.....	52
<b>Tabla III- 5</b> Humedad en base húmeda de la semilla de palqui.....	55
<b>Tabla III- 6</b> Valores de peso y humedad en distintas condiciones de tostado.....	58



<b>Tabla III- 7</b> Contenido de humedad en base seca.....	59
<b>Tabla III- 8</b> Pérdidas de peso en la molienda de la semilla de palqui tostada.....	61
<b>Tabla III- 9</b> Tamizado del café de palqui.....	62
<b>Tabla III- 10</b> Resultados obtenidos del análisis de varianza del café de palqui.....	63
<b>Tabla III- 11</b> Pruebas de los efectos inter-sujetos para la obtención de café de palqui .....	64
<b>Tabla III- 12</b> ANOVA para la obtención de café de palqui.....	64
<b>Tabla III- 13</b> Escala hedónica para la evaluación sensorial de los atributos de la bebida de café de palqui .....	66
<b>Tabla III- 14</b> Resultado del análisis organoléptico de la muestra M-1 según la escala hedónica .....	67
<b>Tabla III- 15</b> Resultado del análisis organoléptico de la muestra M-2 según la escala hedónica.....	68
<b>TABLA III- 16</b> Resultado del análisis organoléptico M-3 según la escala hedónica.....	69
<b>TABLA III- 17</b> Resultado del análisis organoléptico de la muestra M-4 según la escala hedónica.....	71
<b>TABLA III- 18</b> Composición fisicoquímicas de la semilla de palqui comparado con datos bibliográficos.....	72
<b>TABLA III- 19</b> Propiedades fisicoquímicas del café de palqui comparados con datos bibliográficos .....	73
<b>TABLA III- 20</b> Análisis de humedad de las distintas muestras de palqui.....	73
<b>TABLA III- 21</b> Variable respuesta “humedad”, comparada con datos de CEANID y datos bibliográficos.....	74
<b>Tabla IV- 1</b> Composición de la semilla de palqui.....	86

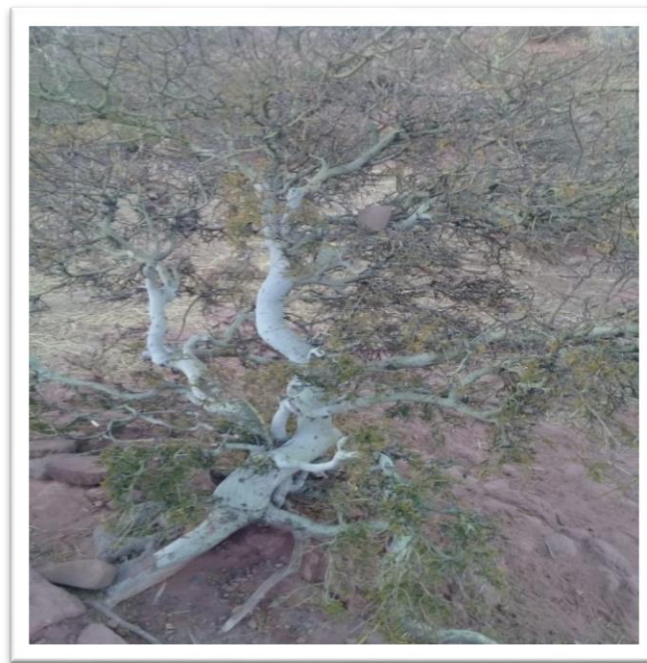
# **INTRODUCCIÓN**

### **Antecedentes**

El palqui (*Acacia feddeana*), es una leguminosa nativa de Bolivia que se encuentra ampliamente distribuida en las provincias Nor y Sud Cinti en Chuquisaca; provincia Méndez y Avilés en Tarija; y en el departamento de Potosí, se encuentra en las provincias Nor y Sud Chichas. (Esacalera & Caba, 2015)

El palqui es un arbusto pequeño, como se observa en la Figura 1, forma parte de la vegetación xerofítica de los valles secos interandinos. Por ejemplo, En la provincia Nor Chichas, la población de palqui, cubre aproximadamente un 60% del territorio, asociada con otras especies arbustivas como: el sinqui (*Cercidiumandicola*), therma (*Flourenciasp.*), churqui (*Prosopisferox*), cactáceas columnares y otras especies leñosas. Su presencia es común en el tramo carretero de Vitichi-Cotagaita-Tupiza, que está asociado a una formación vegetal abierta de matorral alto. (Escalera & Caba, 2015)

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.



**Figura 1** Planta de palqui.

Fenológicamente, el fruto de palqui empieza a madurar a partir de fines de enero hasta mediados de marzo, época donde las familias de las comunidades acceden a la cosecha

del fruto fresco y realizan el deshidratado del mismo para su consumo posterior. Por lo general, las familias de escasos recursos económicos tienen mayor acceso al consumo en la alimentación familiar, en muchos casos sustituyendo al haba.

Según (Carerino, 2013), ...”La semilla, está disponible para su cosecha a fines de marzo y abril; la legumbre por sus características de dehiscencia, la semilla cae al suelo y es oportuno para su cosecha...” pág. 8.

En el cantón de Paicho, dentro del municipio de El Puente, existe una pequeña comunidad llamada Caña Cruz, donde los habitantes han encontrado una manera de sobrevivir y hacer frente a la sequía y los golpes de la naturaleza. Ellos han optado por procesar la semilla de Palqui, de la que se extrae un producto sucedáneo del café, es decir, una semilla que se ve y sabe cómo el café pero que no contiene cafeína. Sin embargo, lo llamativo de la planta es que sólo se la encuentra en el sur de Bolivia: Potosí, Chuquisaca y Tarija. (Márquez, 2017)

El palqui es un alimento que se consume en el campo durante 10 meses del año y es de fácil accesibilidad para las familias. Asimismo, su importancia radica en el alto contenido de proteínas y aunque todavía no se lo ha demostrado científicamente, se le atribuyen propiedades medicinales. (Márquez, 2017)

Si bien existe la planta en otros departamentos, es en Tarija donde se ha logrado concretar su industrialización mediante su procesamiento, lo que le ha dado un valor agregado. El producto adquiere una importancia socioeconómica, principalmente para un segmento de la población con índices de pobreza, ya que, si bien el centro de procesamiento se encuentra en la comunidad de Caña Cruz, se genera un movimiento económico también en las comunidades aledañas. (Márquez, 2017)

En la actualidad las 45 familias que viven en Caña Cruz y que son agricultores, están dedicadas a la producción de café de palqui. El lugar ha vivido en la última década un proceso gradual de migración, ya que los pobladores, especialmente los más jóvenes, abandonaron el lugar debido a la falta de oportunidades laborales. Por este motivo, en la actualidad, solamente quedaron los mayores y los niños. (Márquez, 2017)

El 2009 comenzó el emprendimiento de elaboración del Café de palqui por los comunarios de Caña Cruz; apoyados por la Fundación Puma. Fue tan bueno el resultado que actualmente están siendo fortalecidos en su emprendimiento económico productivo con el apoyo del Programa ACCESOS del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, que ha visto con buenos ojos la iniciativa y ahora está buscando incentivar y consolidar su consumo como producto sucedáneo del café a nivel mundial. (Márquez, 2017)

El Centro de procesamiento del café de palqui se terminó de construir el 2010, pero fue el año 2012 cuando el producto empezó a venderse mínimamente, alcanzando la planta una capacidad de producción 100 kilogramos por día. El 2015 se logró el registro sanitario para el producto lo que dio pie a pensar en grande, por lo que ahora la misión es posicionarlo en tiendas regionales y supermercados. Con el tiempo la demanda se ha incrementado pese a no contar con ninguna estrategia de marketing, siendo su principal mercado la capital de Tarija Cercado, La Paz y Sucre. (Márquez, 2017)

Para preservar la planta, actualmente en la comunidad se realizó el cerrado de un área protegida específicamente para el palqui, con el tendido de alambre de púa y con cercos naturales en otro sector. También se reforestó con nuevas plantaciones de palqui proporcionadas por el PERTT. (Márquez, 2017)

“El proceso de elaboración es netamente natural, se inicia con la recepción del grano de palqui en los ambientes del centro de procesamiento, siguiendo luego la limpieza, el lavado, secado, de donde pasa a la máquina tostadora, el molino y luego al envasado. (Márquez, 2017)

## **Objetivos**

Los objetivos que se persiguen durante la realización de la presente investigación son:

### **Objetivo general**

Elaborar café a partir de las semillas de palqui (*Acacia Feddeana Harms*) empleando el proceso de tostado, con el fin de obtener un producto de calidad.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar la materia prima “semilla de palqui”, para conocer los atributos que presenta.
- Caracterizar la semilla de palqui para conocer la porcion comestible y no comestible de la semilla de palqui.
- Analizar la variable respuesta (humedad), en cada una de las muestras de semilla de palqui.
- Caracterizar el producto final obtenido (café de palqui) para conocer la composicion de los nutrientes que contiene.
- Realizar los Balances de materia y energía del proceso obtención de café a partir de las semillas de palqui.

### **Justificación**

En el desarrollo del presente trabajo de investigación, se expuso las siguientes justificaciones en la parte: técnica, económica, social, ambiental y personal.

#### **Justificación Técnica.**

Innovar y desarrollar tecnologías que impulsen la producción de café de palqui en la comunidad de El Puente, donde eleven la eficiencia y productividad del mismo, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir de los comunarios.

#### **Justificación Económica.**

La obtención de café de palqui hace que sea un rubro interesante para ampliar la frontera agrícola, transformando la materia prima y dando un valor agregado, dando a los productores de palqui una alternativa de desarrollo económico.

#### **Justificación Social.**

El consumo de palqui en la dieta alimenticia, es poco frecuente en la poblacion por la falta de conocimiento de su existencia.

El café de Palqui es un producto que puede ser consumido para disminuir la desnutrición, no tiene cafeína, lo que hace que pueda ser consumido por personas que apetecen del café sin que sufran ningún daño en su organismo como ser: dispepsia, cólicos, diarrea, úlceras gástricas entre otras. Además pueden utilizar sus derivados en el desayuno escolar en la Unidad Educativa de El Puente.

**Justificación ambiental.**

El café de palqui, derivados y sus residuos, tienen la ventaja que no presenta una considerable carga de desechos en el proceso de transformación de la materia prima en producto.

Además que es muy importante enfatizar que tales desechos que se generan son biodegradables, no representa un foco de contaminación para el medio ambiente.

**Justificación personal.**

La elaboración y desarrollo del presente proyecto tiene como finalidad elaborar café de palqui a escala laboratorio, para poder de alguna manera brindar a la comunidad de El Puente y comunidades productoras de Palqui, una fuente de investigación y estudios posteriores en base al presente proyecto.

Además de poder brindar como guía de procedimiento para la elaboración de café, conociendo las propiedades fisicoquímicas que tiene tanto la materia prima como el producto.

**CAPÍTULO I**  
**MARCO TEÓRICO**



### 1.1 Definición de café

Bebida que se elabora mediante la infusión de esta semilla que son lavadas, secadas, tostadas y posteriormente molidas lo que produce un café de un exquisito aroma, con el cual se puede preparar una bebida de sabor algo amargo y color marrón muy oscuro. (Echeverri & Buitrago, 2005)

### 1.2 Generalidades del café genuino

Se conoce como café, a los granos obtenidos de unas plantas perennes tropicales (cafetos), es una rubicea que crece en climas cálidos, morfológicamente muy variables, los cuales, tostados y molidos, son usados principalmente para preparar y tomar como una infusión. (Aguado & Andrea, 2015)

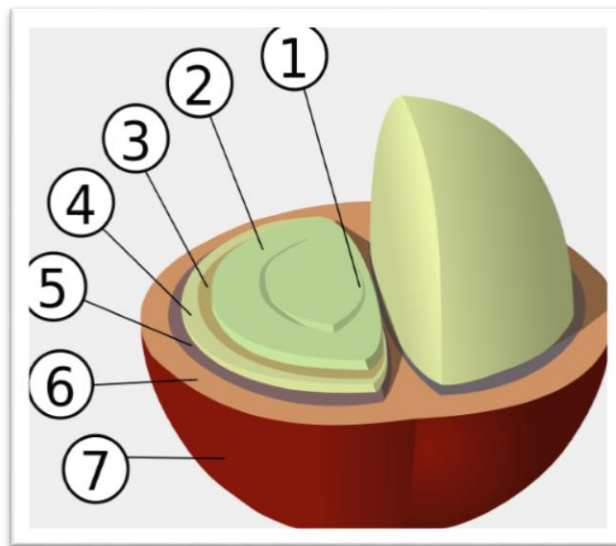
El género pertenece a la familia de las Rubiáceas (*Rubiaceae*), que tiene alrededor de 500 géneros y más de 6000 especies, la mayoría árboles y arbustos. Son principalmente de origen tropical, y de una amplia distribución, hoy se reconocen 103 especies, sin embargo, sólo dos son responsables del 99% del comercio mundial: *Coffea arabica* y *Coffea canephora*. Ambas son originarias de África. (Aguado & Andrea, 2015)

Taxonómicamente, todas estas plantas se clasifican como del género *Coffea*, y se caracterizan por tener una hendidura en la parte central de la semilla. Se encuentran desde pequeños arbustos hasta árboles de más de 10 m.; Sus hojas, son simples, opuestas y con estípulas, varían tanto en tamaño como en textura; sus flores son completas, en la misma flor se encuentran todos los órganos blancos y tubulares; y los frutos, son unas drupas de diferentes formas, colores y tamaños, dentro de las cuales se encuentran las semillas, normalmente dos por fruto. (Aguado & Andrea, 2015)

Fernández (1988) menciona que, el fruto es una drupa y normalmente presenta dos semillas, en ocasiones pueden presentar hasta tres o más semillas. En la Figura 1-1, se muestra las partes del fruto de café:

- 1) corte central (Embrión): es el germen que se encuentra en la base del grano.

- 2) Grano o almendra (endospermo): está formado de dos granos unidos por sus caras planas. Constituidos por azúcares, proteínas, grasa, minerales y alcaloides.
- 3) Piel plateada (tegumento): capa más fina que la anterior, adherida a la almendra y constituida por celulosa.
- 4) Pergamino (endocarpio): membrana de color amarillo de consistencia dura y frágil, compuesto principalmente por celulosa.
- 5) pulpa (Mesocarpio): está constituido por una gruesa de tejido esponjoso, rico en azúcares y mucilagos, cuyo espesor es de cerca de cinco milímetros
- 6) Piel exterior (Epicarpio: el color varia de verde a amarillo o rojo, rojo intenso y en algunos casos hasta morado o negro.



**Fuente:** Fernández, 1988.

**Figura 1-1** Partes del Café Genuino

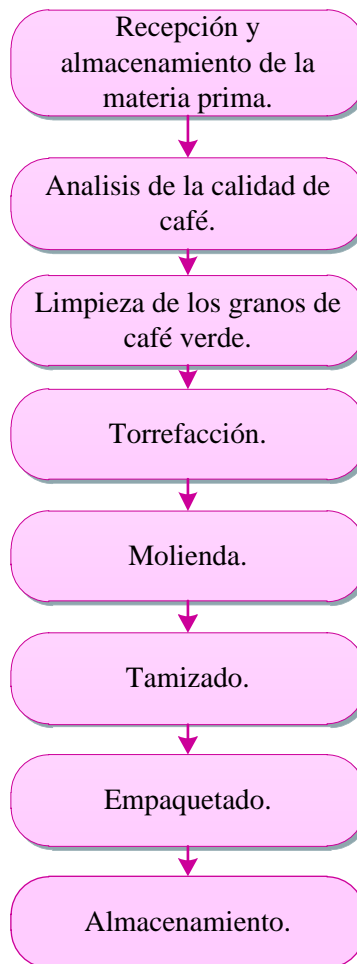
### 1.2.1 Tipos de café

Según (Infocafe, 2006), ... “De acuerdo a las exigencias y gustos del consumidor, en el mercado existen muchas opciones a la hora de adquirir un café” como:

- *Café en grano*: Se encuentra en el mercado café en grano, donde implica que la molienda se debe de realizar manualmente por el comprador, este café posee un sabor más intenso y fresco.
- *Café molido*: Es la opción intermedia y la más popular, el cual posee partículas uniformes en calidad y tamaño. Después del molido se envasa herméticamente al vacío para conservar su aroma el máximo posible.
- *Café soluble o instantáneo*: Este tipo de café posee una gran ventaja, es la rapidez de preparación. El café soluble se obtiene por medio de la deshidratación del café para lo que existen dos técnicas:
  - La primera y la más antigua, utiliza la evaporación mediante calor.
  - La segunda consiste en utilizar el frío y el resultado es el denominado café liofilizado.
- *Café descafeinado*: La descafeinada conserva el aroma, sabor y el resto de las propiedades del café, debido a que el aroma y sabor no tienen relación con la cafeína sino con los aceites esenciales. Para descafeinar el café se tratan los granos verdes con vapor de agua hasta alcanzar una humedad de 40 % y a continuación se extrae la cafeína con algún agente descafeinante como disolventes orgánicos o clorados, después de ello se someten los granos de nuevo a un proceso de vaporización para eliminar los posibles restos de los agentes descafeinantes y finalmente se procede al secado mediante aire caliente y el resto de procesos al que se somete un café sin descafeinar. (Infocafe, 2006)

### **1.3 Proceso tecnológico para la producción de café molido**

En la Figura 1-2 se describe el proceso tecnológico por el cual se realizan las operaciones de transformación de la materia prima para la obtención de café.



**Fuente:** Hernández, 2009.

**Figura 1-2** Diagrama de bloques para la elaboración de café de cafeto.

### 1.3.1 Recepción y almacenamiento de la materia prima

Es de vital importancia contar con una recepción de materias primas, es decir, un recinto donde se pueda mantener la materia prima que se recibe en condiciones adecuadas mientras espera su entrada a proceso. Este lugar que puede ser cualquier ambiente pequeño acondicionado, debe de tener algunas características especiales en cuanto a temperatura, humedad y limpieza. (Hernández, 2009)

En este ambiente se debe contar con un equipo básico para la recepción de materia prima, como la balanza eléctrica y otros instrumentos. Para el control primario de la

calidad así mismo se debe tener un lugar donde guardar la materia prima con seguridad para evitar su deterioro. Un lugar adecuado debe tener temperatura media no superior a los 30 °C y una humedad no superior al 70 % (Salazar, 2016)

El lugar o ambiente de almacenamiento de materia prima debe de ser exclusivamente para ello, para evitar la contaminación como pesticidas, pinturas, utensilios de aseo u otros.

### **1.3.2 Análisis de la calidad del café**

En esta etapa, se debe de realizar de manera indispensable un análisis de calidad, donde se pueda verificar la calidad de la materia prima, debido a que esta debe de cumplir ciertos requisitos para entrar en proceso, tales como tamaño, color o simplemente del estado en el que se encuentre como que este estropeada, comida por insectos, o que contenga bacterias u hongos, de esta etapa dependerá en gran medida la calidad del producto final. (Hernández, 2009)

### **1.3.3 Limpieza de los granos de café verde**

La limpieza y desinfección de los granos de café verde son operaciones dirigidas a combatir la proliferación y actividad de los microorganismos que puedan contaminar los alimentos y ser causa de deterioro de la materia prima. (Hernández, 2009)

La limpieza de materias primas consiste en la separación de materiales extraños (tierra, piedras, etc.). La limpieza debe de ser selectiva y estas pueden ser: efectuándose mediante vaciado directo en agua o bien mediante inmersión, flotación o separación de impurezas por aspiración, separadores centrífugos y magnéticos, cepilladoras y despuntadoras. (Hernández, 2009)

### **1.3.4 Torrefacción**

Para esta etapa del proceso, la materia prima debe de estar en buen estado y libre de impurezas. Según (Castillo & Muñoz, 2016), ... “La torrefacción es el tratamiento térmico al que es sometido la materia prima con baja actividad del agua, durante esta etapa se presenta las siguientes características”:

- *Caida de la temperatura:* Esta es la temperatura a la que la tostadora debe de encontrarse antes de cargar las semillas, las semillas absorben el caloren pequeñas cantidades. (Castillo & Muñoz, 2016)
- *Punto critico:* Inmediatamente despues de cargar las semillas, la temperatura comenzara a caer de picada , esto sucede cuando las semillas frias absorben el calor de la tostadora, es por ello que llega a un punto crítico (PC). El momento en que las semillas han absorbido el calor suficiente, la temperatura comienza a ascender nuevamente. (Castillo & Muñoz, 2016)
- *Primer crack:* A traves del tueste, las semillas de palqui pierden humedad, los azúcares se caramelizan y ocurre una gran cantidad de reacciones, es asi cuando las semillas llegan a una temperatura en específico donde la humedad y el gas se liberan hacia la superficie de las semillas lo cual genera un sonido “chasquido” llamado el primer crack, puede de suceder de uno, dos, tres y hasta cuatro crack. (Castillo &, Muñoz, 2016)
- *Temperatura final:* Es aquí donde se obseva que la semilla adquiere un color uniforme de tostado, terminando con una temperatura constante y si es necesario aunmentar la misma, para obtener el resultado deseado en el tiempo de tostado fijado. (Castillo & Muñoz, 2016)

#### **1.3.4.1 Influencia de la temperatura en el tostado ó torrefaccion del café**

La influencia de la temperatura durante la torrefacción del café tiene un proceso llamado pardeamiento no enzimático, que se detalla a continuación:

- **Pardeamiento no enzimático**

Con este nombre se denomina a un conjunto de reacciones muy complejas que conducen en diversos alimentos a la conformación de pigmentos pardos o negros, así como a cambios en las características sensoriales. Esta clase de pardeamiento se conoce como pardeamiento de tipo químico o reacción de Maillard y los compuestos finales de la reacción pardos o negros se denominan con el nombre de Melanoidinas. (Ibarz & Ribas, 2005)

Los componentes importantes de los alimentos que intervienen en el pardeamiento no enzimático son carbohidratos de bajo peso molecular y sus derivados azúcares, ácido ascórbico, compuestos carbonilo. Además de los aminoácidos libres y los grupos aminos libres de las proteínas y péptidos; hay que mencionar que el pardeamiento puede presentarse en ausencia de sustancias nitrogenadas. En los alimentos, la formación de estos compuestos se acelera por temperaturas elevadas y a veces oxígeno. (Ibarz & Ribas, 2005)

El pardeamiento no enzimático o más conocido como Reacción de Maillard presenta cuatro fases sucesivas las que se describen a continuación, (Ibarz & Ribas, 2005):

- *No existe producción de color.* En esta fase se produce la unión entre los azúcares y los aminoácidos. Posteriormente se le dará el nombre de: reestructuración de Amadori (azúcares + proteína)
- *Existe la formación inicial de colores* amarillos muy ligeros, así como la producción de olores algo desagradables. En esta fase se produce la deshidratación de azúcares formándose las reductonas o dehidrorreductonas y tras esto se sobreviene la fragmentación. En el paso posterior, conocido como degradación de Strecker, se generan compuestos reductores que facilitan la formación de pigmentos.
- *La tercera fase* es la degradación de Strecker donde se produce una desaminación y descarboxilación del aminoácido que pasa a aldehído con la aparición de compuestos carbonilos nuevos que reaccionan entre sí con los aldehídos o sustancias amino produciendo compuestos olorosos como las pirazinas que se detectan fácilmente por el olfato.
- *La cuarta fase* se produce la formación de los conocidos pigmentos oscuros que se denominan melanoidinas; el mecanismo no es completamente conocido, pero es seguro que implica la polimerización de muchos compuestos formados en la anterior fase. Uno de los mecanismos sugeridos es a través de la formación de un aldehído insaturado más estable, que tiene lugar mediante reacción catalizada por la misma presencia de aminoácidos.

Los cambios físicos que se dan durante el proceso de tueste se concretan con el color, forma, volumen, masa, humedad y densidad de la semilla. Por tanto, los tiempos de tostados fijados en el diseño factorial, dependen el color de tostado de cada muestra. Abarcando desde un tono marrón claro y marrón oscuro, estos colores fueron determinados a simple vista y de acuerdo al tiempo de tostado para cada una de ellas. (Ibarz & Ribas, 2005)

### **1.3.5 Molienda**

La molienda es una operación de reducción de tamaño similar a la trituración. Los productos obtenidos por molienda son más pequeños y de forma más regular que los surgidos de trituración, generalmente se habla de molienda cuando se tratan de partículas de tamaños inferiores a 1”, siendo el grado de desintegración mayor al de trituración. Las operaciones unitarias que reducen el tamaño de partículas, son generalmente procesos industriales de gran importancia aplicada para: rocas, carbón, cemento, plásticos, granos. (Douglas & West, 1997)

Los equipos que se utilizan para reducir tamaños de partículas se denominan molinos, en ellos se puede procesar desde pocos kilogramos por hora (operaciones de baja escala) hasta cientos de toneladas por hora (en la industria minera).

#### ***1.3.5.1 Elementos importantes en la molienda***

Existe una serie de elementos importantes a considerar que influyen en la molienda de la materia prima, por ejemplo de semillas de palqui, son: (Colque, 2016)

- Velocidad crítica del molino.
- Tamaño máximo de los elementos moledores.
- Volumen de carga de la materia prima.
- Potencia
- Tipos de molienda (seca- húmeda)



### 1.3.5.2 Equipos para la molienda

Existen diversos equipos para la molienda de cafeto ó semillas y cada una de ellas utiliza un principio de funcionamiento y distintos tipos de fuerzas. En la Tabla I-1 se detallan los tipos de fuerzas que poseen los molinos.

**Tabla I- 1**

Fuerza	<i>Tipos de fuerzas aplicadas en la molienda</i>	
	Operación	Equipo
Cortado	Cortadura	Cuchilla, tijera y cortadores
Frotamiento	Frotamiento	Molino de discos, lima
Impacto	Impacto	Molino de martillos, molino de bolas
Compresión	compresión	Triturador de mandíbulas, triturador de rodillos

**Fuente:** Salazar, 2016.

Para la trituración de los productos alimenticios se dispone de aparatos y equipos de diferentes tipos y tamaños. (Salazar, 2016)

### 1.3.5.3 Tipos de molinos.

- *Molino de rodillo.* En estas máquina tiene dos o más rodillos acero que giran en sentidos contrarios, las partículas de la carga quedan atrapadas y son arrastradas entre los rodillos, se ven así sometidas a una fuerza de compresión que las tritura. En algunos aparatos, los rodillos giran a diferente velocidad, generando también esfuerzos de cizalla. (Castro, 2017)
- *Molino de martillos.* Este molino de impactos corriente en la industria alimentaria, Un eje rotatorio que gira a gran velocidad lleva un collar con varios martillos en su periferia, al girar el eje, las cabezas de los martillos se mueven, siguiendo una trayectoria circular en el interior de una armadura que contiene un plato de ruptura endurecido de dimensiones casi idénticas a la trayectoria de los martillos. (Castro, 2017)
- *Molino de bolas.* En los molinos de bolas, se operan simultáneamente las fuerzas de cizalla e impacto, están constituidos por un molino giratorio

horizontal que se mueve a poca velocidad en cuyo interior se halla un cierto número de bolas de acero y piedras duras. A medida que el cilindro gira las piedras se elevan por las paredes del cilindro y caen sobre el producto a triturar, que llenan el espacio libre entre las bolas. Las bolas también giran y cambian de posición unas con respecto de las otras, cizallando el producto a moler. (Castro, 2017)

- *Molino manual*. Este tipo de molino, es utilizado para el molido de cereales y granos en general, disponen de una estructura totalmente metálica y pesada que hace que sea de gran durabilidad y resistencia e integra una tolva en la parte superior del molino que guían los granos o semillas hacia abajo y evita la acumulación en los piñones. (González, 2016)

El molino manual presenta las siguientes características, (González, 2016):

- Molino tradicional para granos semillas (maíz, cacao, garbanzo, café, almendras)
  - molienda fina artesanal
  - Uso doméstico y semi- industrial
  - Recubierto de estaño
  - Tipo de granulometría regulable

### **1.3.6 Tamizado**

El tamizado es una operación unitaria básica de separación de partículas que se basa solamente en la diferencia de tamaño. Se puede separar una mezcla de partículas sólidas de diferentes tamaños en varias fracciones pasándolas por un tamiz. Cada fracción es más uniforme en tamaño que la mezcla original. (Ordoñez, 2007)

Un tamiz es una superficie que posee cierto número de aberturas de igual tamaño. Los tamices planos de pequeña capacidad se denominan cedazos o cribas. En general los tamices se usan extensamente para separar mezclas de productos granulares o pulverulentos en intervalos de tamaño. (Ordoñez, 2007).

### 1.3.6.1 Tipos de tamices

- *Tamizador de barras* . Se utiliza para tamizar partículas  $\geq 2.5$  centímetros. Consiste en un grupo de barras paralelas espaciadas según se necesite y tiene forma de cuña para evitar la obturación o taponamiento. (Salazar, 2016)
- *Tamices vibratorios*. La materia prima puede ser sacudidos mecánica o eléctricamente y el movimiento resultante arrastra los productos de partida sobre el tamiz. Por lo general están inclinados con la horizontal, poseen capaz múltiples o varios tipos de tamices. (Salazar, 2016)
- *Tamizador de tambor*. Son tamices cilíndricos giratorios montados casi siempre horizontalmente. La superficie de tamizado puede ser de malla o placa perforada. (Salazar, 2016)

### 1.3.7 Empaquetado de café

Los empaques son materiales poliméricos cuidadosamente elaborados de materias orgánicas caracterizados por su estructura macromolecular y polimérica de moldeo mediante procesos térmicos a bajas y altas temperaturas como presiones (Vidales, 2000). Sirve para contener, manipular, distribuir y presentar productos a la venta.

Escoger un buen empaque envuelve un gran número de consideraciones, por ejemplo, para productos de bajo contenido de humedad se deben tener en cuenta algunas características importantes de los plásticos y estos son, (Álvarez, 2006):

- Posibilidad de contener el producto.
- Que permita su identificación.
- Capacidad de proteger el producto que sea adecuado a las necesidades del consumidor en términos de tamaño, ergonomía, y calidad.
- Que se ajusten a las unidades de carga y distribución del producto.
- Que sean resistentes a las manipulaciones, transporte, y distribución comercial.
- Que cumpla las legislaciones vigentes.

- Que su precio sea adecuado a la oferta comercial que se quiere hacer del producto.

Actualmente los productos que se consumen llevan envases que reflejan las necesidades presentes: facilidad de apertura, descripción fiel de su contenido y protección del mismo, buena calidad y precio razonable. (Álvarez, 2006)

El polietileno (PE) y sus variantes, poliestireno(PS), polipropileno (PP) y cloruro de polivinilo (PVC) son envases de plástico de menor costo y fáciles de producir respecto a otros materiales. (Álvarez, 2006)

### **1.3.7.1 Tipos de envases**

- *Envase de polietileno de baja densidad.* El polietileno de baja densidad es la película plástica de uso más corriente en el envasado de productos. Es resistente, transparente y tiene una permeabilidad relativamente baja al vapor de agua. Es químicamente muy inerte y carece de olor y sabor, una de sus principales ventajas es la facilidad con que puede cerrarse térmicamente. Se lo obtiene a altas presiones y a temperaturas entre 100°C y 300°C en presencia de oxígeno como catalizador. (Varillas, 2004).
- *Envase de polietileno de alta densidad.* el polietileno de alta densidad a baja presión, difiere del anterior en que se obtiene a bajas presiones y a temperaturas más bajas, en presencia de un catalizador órgano-metálico. Entre sus características posee más dureza y rigidez. Su densidad es mayor a 0,94 en su estado normal no es totalmente transparente, su aspecto ira variando según el grado y grosor (Rigaplast, 2010)
- *Envase de polipropileno.* El polipropileno es más ligero que el polietileno y tiene una alta resistencia a la fisuración, ácidos abrasivos, solventes orgánicos y electrolitos.

Presenta las siguientes características, (Rigaplast, 2010):

- Es moldeable, al ser un termoplástico aplicando calor.
- Tiene una excelente resistencia a la rotura.
- Buena resistencia a los agentes químicos.

- Su coste es bastante bajo.
- Es un buen aislante eléctrico.
- Su densidad es alta.
- A temperaturas bajas es frágil y sensible a los rayos UV.

Los polipropilenos (PP) se caracterizan a diferencia de los anteriores por su mayor transparencia y aspecto más cristalino. Sus características mecánicas son bien distintas y su densidad de 0,90 (Rigaplast, 2010)

#### **1.3.7.2 Almacenamiento**

El almacenamiento debe de hacerse en sitios frescos y ventilados, con suficiente luz y a temperaturas entre (20 y 27)°C. se debe de evitar el contacto con el suelo y la pared para evitar que el café común absorba la humedad. (Salazar, 2016)

#### **1.4 Sucedáneos del café**

Según (Villarreal, 2013), estos son unos de los siguientes sucedaneos del café que existen:

- En Polonia, se produce un sucedáneo de café instantáneo, conocido como café Inka, mediante la evaporación del extracto acuoso de remolacha dulce termolizada (*Beta vulgaris subespecie cicla*), endibia (*Chicorium endivia*), centeno y cebada. (Villarreal, 2013)
- En Francia, el café contiene como ingrediente adicional la raíz tostada de achicoria. A pesar de que ésta no posee cafeína aporta un sabor amargo, así como un color oscuro resultante de la caramelización producida durante el tostado. (Villarreal, 2013)
- En Rusia, se elabora un sucedáneo del café combinando extracto de achicoria y jugo de manzana (*Malus silvestres*) en proporción 1:1. La bebida es marrón oscuro y de gusto dulceamargo, con agradable sabor a manzana. (Villarreal, 2013)

- En Ecuador, se elabora sucedáneos del café a partir de haba o de mezclas de esta leguminosa con cebada, trigo, soya, melaza, malta e incluso al mezclar lo mencionado anteriormente con café descafeinado. (Villarreal, 2013)
- En Brasil los productos más utilizados como sustitutos de café son maíz (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*), sorgo (*Sorghum vulgare*), raíces de batata de purga (*Ipomea altísima e Ipomea operculata*), y algarroba (*P. juflora DC*). (Villarreal, 2013)

### **1.5 Variedades de sucedáneos de café en Bolivia**

En Bolivia los sucedáneos de café son particularmente a partir de leguminosas, por su alta producción en el territorio boliviano, además que tiene un similar aroma, color y sabor al café (cafeto).

#### **1.5.1 Leguminosas**

Las semillas de leguminosas son sucedáneas del café que más se utilizan en el país, debido a que las semillas tienen propiedades valiosas, principalmente por su elevada proporción de proteínas y su gran valor nutritivo mayor que cualquier otro producto vegetal. El hecho que una vez maduras pierden fácilmente humedad permiten ser almacenadas sin peligro, además que presenta características organolépticas (color, olor y sabor) muy similares al café original. (Villarreal, 2013)

Las leguminosas son plantas que incluyen las familias mimosáceas, cesalpiniáceas y papilionáceas, por extensión, nombre de las semillas comestibles de dichas plantas y de las propias plantas. Son alimentos calóricos, ricos en proteínas vegetales, almidones y grasas, su composición media es: almidón 60%; proteínas 23%; agua 12%; grasas 1-2%; celulosa 3-4%; sales minerales de fósforo, calcio, hierro y magnesio 2,5%; y vitaminas B y C. (Villarreal, 2013)

Las semillas alimenticias, como las habas (*Vicia faba*), los guisantes (*Pisum sativum*), los garbanzos (*Cicer arietinum*), las lentejas (*Lens esculenta*) eran conocidas ya desde el final de la Edad de Piedra. En el suroeste de Asia, las judías o frijoles (*Phaseolus vulgaris*) en el Sur de América. Entre las oleaginosas, por su importancia se puede

mencionar a la soja (*Glycine soja*) del Asia Oriental y el cacahuete (*Arachis hypogaea*) (Villarreal, 2013)

## **1.6 Palqui**

El Palqui es una especie autóctona de Bolivia que pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia Mimosoideae. Es un pequeño árbol de ramas muy tortuosas, que puede alcanzar los cuatro metros de altura. Su corteza es lisa y de color gris. Posee hojas compuestas bipinnadas con un solo par de pinas (1,5 a 2 cm de largo) y folíolos de 2 mm de largo. Sus flores son de color amarillo brillante, tienen una longitud de 8mm y están insertadas en inflorescencias cortas. Las vainas miden de 7 a 15 cm de largo y son de color rojo marrón, jaspeado y dehiscente. Las semillas son ovaladas o algo redondeadas de color café. (Saldías, 1993)

### **1.6.1 Características fenológicas del palqui**

Entre sus características fenológicas del Palqui ésta florece alrededor del mes de septiembre y fructifica alrededor de diciembre, pese a que esto depende de los pisos altitudinales. A diferencia del Churqui y del Sinqui el Palqui para germinar no necesita de un proceso escarificador de sus semillas (López, 2000).

El palqui forma parte de los bosques de altura de regiones semiáridas de Pre-puna, habita en pendientes moderadas y muy pronunciadas con suelos poco profundos y rocas de pizarra. Esta planta está adaptada a condiciones de extremadamente xerófila, sus hojas presentan folíolos diminutos y troco con epidermis delgada que realizan fotosíntesis. (Saldías, 1993)

### **1.6.2 Clasificación taxonómica de la planta de palqui**

La taxonomía del palqui realizada por Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, esta especie se la clasifica como se muestra en la Tabla I-2:

Tabla I- 2

*Taxonomía del Palqui*

<b>Taxonomía</b>
Reino: Vegetal.
Phylum: Telemophytae.
División: Tracheophytae.
Subdivisión: Anthophyta.
Clase: Angiospermae.
Subclase: Dicotyledoneae
Grado Evolutivo: Archichlamydeae
Grupo De Ordenes: Corolinos
Orden: Rosales
Familia: Fabaceae O Leguminosae
Subflia.: Mimosoideae
Nombre Científico: <i>Acacia feddeana</i> Harms.
Nombre común: Palqui

**Fuente:** Acosta, 2018.

**1.6.3 Aportes y composición nutricional del palqui**

En la información de composición físico química del palqui y de sus productos que se detallan en la Tabla I-3; es notable el porcentaje de proteínas, además de un considerable contenido de nutrientes y vitaminas. (Malkind, 2008)



Tabla I- 3

*Composición fisicoquímica de las semillas del palqui*

Componente	Muestra semilla de palqui	Muestra de café de palqui	Tostado de palqui
Humedad	8,81%	3,12%	4,65%
Cenizas	5,09%	4,75%	5,20%
Grasa	13,00%	10,00%	17,50%
Fibra cruda	2,95%	2,95%	0,00%
Proteínas	40,70%	30,20%	39,30%
Hidratos de carbono	38,10%	50,40%	29,20%
Valor energético	432 Kcal/100 G	412 Kcal/100 G	432 Kcal/100 G
Vitamina C	5,86 mg/100g	52,1mg/100g	14,2 mg/100g
Calcio	162 mg Ca/100g	343mg Ca/100g	138 mg Ca/100g
Hierro	6,76 mg Fe/100g	7,34 mg Fe/100g	7,62 mg Fe/100g
Fosforo	446 mmg P/100 g	222 mmg P/100 g	324 mmg P/100 g
Sodio	46,6 mg Na/100g	15,5 mg Na/100g	53,5 mg Na/100g
Potasio	3,14 g K/100 g	2,78 g K/100 g	3,20 g K/100 g
Solidos solubles		21,050%	

**Fuente:** Malkind, 2008.

Los resultados presentados en la Tabla I-4, muestran el aporte energético en kcal por 100 g de semilla de palqui cruda. Los índices de aporte calórico individual, generalmente aceptados por los nutricionistas, son de 9 kcal/g para los lípidos (expresado como extracto etéreo) y 4 kcal/g para las proteínas y carbohidratos. (Malkind, 2008)

Tabla I- 4

*Valor energético de la semillas de palqui*

Parametro	Composicion [%]	Valor energetico individual [kcal]	Aporte energetico [%]
<b>Extracto etéreo</b>	12,8	115,2	27,72
<b>Proteínas</b>	38,9	155,6	37,44
<b>Carbohidratos</b>	36,2	144,8	34,84
<b>Total</b>		415,6	100

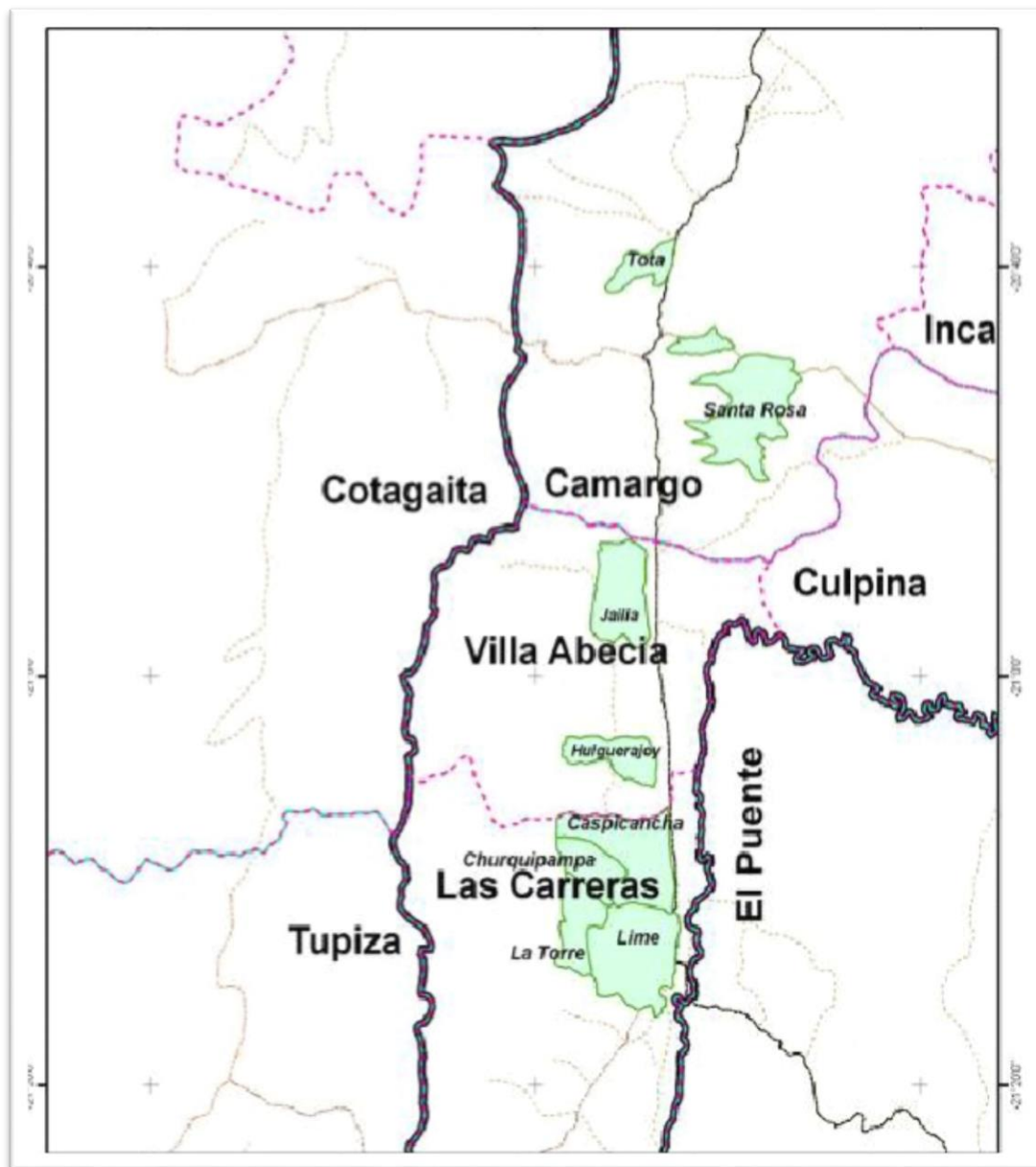
**Fuente:** Escalera & Caba, 2015.

**1.6.4 Producción de palqui en Bolivia**

La ubicación de aprovechamiento de palqui se muestra en la Figura 1-3, se dá en ocho comunidades en los departamentos de Tarija, el sur de Potosí, y el sur del departamento

del Chuquisaca los cuales se encuentran entre 2800 m a 3200 m de altitud sobre el nivel del mar, estos son:

- La Torre.
- Lime.
- Churquipampa.
- Tota.
- Caspicancha.
- Santa Rosa.
- Jailia.
- Higerayoc



**Fuente:** Malkind, 2008.

**Figura 1-3** Zonas productoras de palqui en los departamentos de Tarija, Chuquisaca y Potosí.

Tal cómo se observa en la tabla I-5, el mayor porcentaje de producción de palqui es la comunidad de Caspicancha, donde se observa notoriamente la cantidad de cosecha producida en comparación con el resto de las comunidades.

Tabla I- 5

*Promedio de producción de Palqui*

Provincia y municipio	Comunidades	Área aprovechable	Promedio de cosecha	Cosecha en qq para toda la superficie
Sud Cinti, Las Carreras	La torre	2,176	107,29	33,99
	Churquipampa	1,276	2598,88	1340,63
	Lime	1,133	232,19	159,49
	Caspicancha	4,203	2086,18	1592,61
Sud Cinti, Villa Abecia	Higuerayoc	1,580	83,97	74,39
	Jailia	3,190	4106,32	1167,67
Nor Cinti, Camargo	Tota	1,045	446,22	0,00
	Santa rosa	771	963,27	821,94
<b>Total</b>				<b>5536,74</b>

Fuente: Malkind, 2008.

### 1.6.5 Beneficios y usos del palqui

Esta especie se cultiva preferentemente para la alimentación del hombre, constituyendo uno de los alimentos más consumidos en muchas regiones de Nor y Sud Cinti de Chuquisaca y parte de Tarija. Se pueden usar los granos secos, que, cocidos en diversos guisos, producen platos agradables y de gran valor nutritivo. Como todas las leguminosas son fuentes ricas en proteína, el palqui no es la excepción. (Escalera & Caba, 2015)

Debido a su alto contenido de proteínas, carbohidratos, lípidos y minerales, son útiles para prevenir y combatir la mal nutrición de niños y adultos.

Además, se puede obtener: (Malkind, 2008)

- Tostado del palqui
- Café de palqui
- Palqui deshidratado
- Galletas fortificas con harina de palqui

**CAPÍTULO II**  
**PARTE EXPERIMENTAL**

## 2.1 Introducción

En el capítulo 2, se describe los puntos que deben tomarse en cuenta para la realización del presente Proyecto.

La parte experimental de la investigación “Obtención de café a partir de la semilla de palqui”, se realizó en los predios del Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOU) de la Carrera de Ingeniería Química, dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología.

## 2.2 Descripción y análisis de la materia prima

Para la presente investigación se utilizó palqui criollo, que es cultivado en la comunidad de El Puente, perteneciente a la provincia Méndez del departamento de Tarija.

### 2.2.1 Recolección de la materia prima

La materia prima fue recolectada de la comunidad de El Puente, tomando muestras representativas de distintas plantas, unicamente se cosechó semillas maduras de color marron y de grano de 1.5 a 3 mm.



**Fuente:** Mamani, 2016.

**Figura 2-1** Semilla de palqui.

### 2.2.2 Acondicionamiento de la materia prima

Para el acondicionamiento de la semilla de palqui, se procede al lavado con agua para poder eliminar la tierra y otras impurezas que pudiesen tener en la superficie de la semilla, estas se esparcen sobre una mesa limpia para su secado y se almacena en bandejas cubiertas con nylon para evitar la contaminación de las mismas.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 2-2** Lavado de la semilla de palqui.

## 2.3 Diseño experimental

El diseño experimental es precisamente la forma mas eficaz de hacer pruebas. El diseño de experimentos consiste en determinar cuales pruebas se deben de realizar y de que manera, para obtener datos que, al ser analizados estadisticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso. (Gutierrez & Vara, 2012)

### 2.3.1 Planteamiento de la hipótesis

Para desarrollar la presente investigación se tomó en cuenta en el diseño experimental la siguiente hipótesis:

- Existe diferencia, en cuanto a los niveles de variación, en la temperatura de tostado de la semilla de palqui.
- Existe diferencia, en cuanto a los niveles de variación en el tiempo de tostado de la semilla de palqui.

El diseño seleccionado en la presente investigación es de tipo  $2^k$ , en el que hay dos variables o factores cuantitativos, temperatura de tostado “T” y tiempo de tostado “t”, siendo la variable respuesta la humedad.

Por tanto, el diseño experimental corresponde a un modelo de  $2^2$ , es decir de dos niveles, dos factores, y dos repeticiones.

- Factor T: Temperatura de tostado ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Factor t: Tiempo de tostado (min)
- Factor R: Humedad de la semilla tostada

### 2.3.2 Determinación del tiempo de tostado para el palqui

El tiempo de tostado de la semilla de palqui, se establece de acuerdo a la pérdida de peso que presente después del tostado, además se determina el color que alcance en el proceso de tostado de acuerdo a referencias bibliográficas.

En la tabla II-1 muestra las variables seleccionadas para el proceso de tostado.

**Tabla II- 1**

*Parámetros para el tostado del Palqui*

Niveles	Factores	
	Temperatura (T)	Tiempo(t)
Inferior (-)	110 $^{\circ}\text{C}$	50 min.
Superior (+)	120 $^{\circ}\text{C}$	65 min.

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**El número de experimentos realizados es:**

$N_{\text{Exp}} = N^{\circ} \text{ de niveles} \times \text{número de factores} * \text{repeticiones}$

$N_{\text{Exp}} = 2^2 * 2$



$N_{Exp} = 8$

En la tabla II-2, se presenta la matriz de diseño de variables empleada para el presente trabajo de investigación:

**Tabla II- 2**

*Matriz de diseño*

N° de ensayos	Factores		Respuesta I humedad	Respuesta II humedad
	$t_{ij}$	$T_{ij}$		
1	-	-	$T_{11} t_{11}$	$T_{12} t_{12}$
2	-	+	$T_{11} t_{21}$	$T_{12} t_{22}$
3	+	-	$T_{21} t_{11}$	$T_{22} t_{12}$
4	+	+	$T_{21} t_{21}$	$T_{22} t_{22}$

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**Donde:**

$i$ = nivel

$j$ = repetición

$T$ = Temperatura de tostado ( $^{\circ}C$ )

$t$ = Tiempo de tostado (min)

$r$ = Humedad

**hipótesis nula**

$$H_0 = T_{11} = T_{21} = T_{12} = T_{22} = 0$$

$$H_0 = t_{11} = t_{21} = t_{12} = t_{22} = 0$$

$$H_0 = T_{11} t_{11} = T_{21} t_{11} = T_{11} t_{21} = T_{21} t_{21} = T_{12} t_{12} = T_{22} t_{12} = T_{12} t_{22} = T_{22} t_{22} = 0$$

**Hipótesis experimental**

$$H_1: T_{11} \neq T_{21} \neq T_{12} \neq T_{22}, \text{ no todas las } T_{ij} \text{ son cero.}$$

$$H_1: t_{11} \neq t_{21} \neq t_{12} \neq t_{22}, \text{ no todas la } t_{ij} \text{ son cero.}$$

$H_1 : T_{11} t_{11} \neq T_{21} t_{11} \neq T_{11} t_{21} \neq T_{21} t_{21} \neq T_{12} t_{12} \neq T_{22} t_{12} \neq T_{12} t_{22} \neq T_{22} t_{22}$ , no todas las interacciones  $T_{ij} t_{ij}$  son cero.

**Hipótesis:** La temperatura y tiempo empleados en el tostado de la semilla de palqui influyen positivamente en la pérdida de humedad y en el cambio de color, para obtener café de palqui.

En la Figura 2-3, se puede clasificar el grado de tueste manera general en tres tipos: claro, medio y oscuro.



**Fuente:** Castillo & Muñoz, 2016.

**Figura 2-3** Clasificación de grado de tueste de café.

Se tomó en cuenta dos tipos de tostado, medio y oscuro, donde se consideró que son los que se asemejan en mayor grado al café original en cuanto a color.

Ahora bien, para determinar el nivel de color que tiene cada una de las muestras tostadas, se tomó en cuenta la siguiente escala de nombres de acuerdo al color mostrada en la Figura 2-4.

Nombre	Descripción	Número Agtron
Exceso de tostado	Extremadamente oscuro	Bajo 18.0
Acadian	Demasiado oscuro	18.0 - 23.0
Italian	Muy oscuro	23.1 - 28.0
French	Obscuro	28.1 - 33.0
Vienna	Obscuro-medio	33.1 - 38.0
Full City	Medio-oscuro	38.1 - 43.0
City	Medio	43.1 - 48.0
American	Medio-ligero	48.1 - 53.0
Cinnamon	Ligero-medio	53.1 - 58.0
Scandinavian	Ligero	58.1 - 63.0
Finnish	Muy ligero	63.1 - 68.0
Arabic (Straw)	Demasiado ligero	68.1 - 73.0
Underdeveloped	Extremadamente ligero	Above 73.0

**Fuente:** Castillo & Muñoz, 2016.

**Figura 2-4** Clasificación de color de tostado del café.

### 2.3.3 Conceptualización de las variables de tostado

- **Temperatura (T)**

Se trabajó con las temperaturas de 110 °C Y 120 °C, a estas temperaturas se produce el pardeamiento a causa de la caramelización de los azúcares.

- **Tiempo (t)**

El tiempo empleado para el tostado de la semilla de palqui es de 50 minutos y 65 minutos, el cual está en función a la pérdida de peso y color que presentó la semilla.

- **Humedad (variable respuesta)**

Para medir la humedad, se pesó cada una de las muestras de semilla palqui en un lapso de cada 5 minutos durante todo el proceso de tostado. Visualmente, cada muestra tomó distintos colores de tostado, tomando en cuenta las escalas presentadas en la Figura 2-3: Medio (65 a 55) y oscuro (45 a 25)

### 2.3.4 Selección del secador, tostador y molino en el desarrollo del proceso experimental

A continuación, se describirán equipos, instrumentos y materiales de laboratorio utilizados para la obtención de café de palqui.

#### 2.3.4.1 Equipos

Las características de los equipos requeridos para el proceso de obtención de café de palqui se muestran en la Tabla II-3 y Tabla II-4:

**Tabla II- 3**

*Características de la balanza eléctrica*

<b>Balaza eléctrica</b>	
<b>Marca</b>	KERN
<b>Tipo</b>	ABC 220-4
<b>Capacidad</b>	220 gramos

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

Tabla II- 4

*Características del tostador manual*

Tostador manual	
<b>Modelo</b>	Tostador manual
<b>Capacidad</b>	2 kg.
<b>Material</b>	Acero inoxidable
<b>Diametro</b>	21 cm
<b>Altura</b>	11 cm

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

El tostador manual es un equipo de acero inoxidable con capacidad de 2 kilogramos de materia prima, para el control de temperatura en el interior se dejó una entrada circular de 0,5 cm. de diametro para introducir un termometro.

**2.3.4.2 Materiales de laboratorio y utensilios de cocina**

En la Tabla II-5, Tabla II-6 Tabla II-7 y se detallan las características de los materiales de laboratorio, los utensilios de cocina y demás materiales e instrumentos que se utilizó para todo el proceso de obtención de café de palqui.

Tabla II- 5

*Características de los materiales de laboratorio*

<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tipo de material</b>
Termómetro	0-200 °C	Bulbo de mercurio
Malla de hierro	1 cm <sup>2</sup>	hierro

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

Tabla II- 6

*Características de utensilios de cocina*

<b>Utensilios de cocina</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Tipo de material</b>
Cuchillo	Mediano	Acero inoxidable
Fuentes	Mediano	Acero inoxidable
Fuentes	Mediano	Plástico
Cuchara	Mediana	Acero inoxidable

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Tabla II- 7***Características de los otros materiales e instrumentos utilizados*

Otros	Capacidad	Tipo de material
Fundas de polipropileno	½ kilo	Polipropileno
Cafetera	1 litro	Plástico
Papel filtro	20cm de diámetro	papel

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

## 2.4 Método de análisis sensorial

El Análisis Sensorial se define como el examen de los caracteres organolépticos de un producto mediante los sentidos, obteniendo datos cuantificables y objetivables. Se considera al Análisis Sensorial como una herramienta más del control de calidad total de un producto. (Salazar, 2016)

Según (Castañeda, 2013),... “el análisis sensorial mide las respuestas de las personas hacia productos alimenticios. La industria de alimentos tiene como fin cumplir con los requerimientos de las personas, que son definidos por los gustos y preferencias del consumidor”.

La más utilizada en las industrias de alimentos e investigaciones es la evaluación hedónica afectiva que prueban o miden las respuestas de agrado o desagrado del consumidor. La escala categórica más usada en la evaluación de alimentos es la hedónica de nueve puntos que fue desarrollada por el U.S Army Food Container Institute 1950. Los rangos de los números van desde uno a nueve, siendo uno “disgusta extremadamente”, cinco “ni me gusta ni me disgusta” y nueve “gusta extremadamente” y son (Castañeda . 2013):

- 1) Me disgusta extremadamente
- 2) Me disgusta mucho
- 3) Me disgusta moderadamente
- 4) Me disgusta levemente
- 5) No me gusta ni me disgusta

- 6) Me gusta levemente
- 7) Me gusta moderadamente
- 8) Me gusta mucho
- 9) Me gusta extremadamente

Los métodos estadísticos empleados para analizar los datos obtenidos son principalmente: métodos visuales, permiten analizar los datos sin necesidad de identificar las tendencias, son sencillos de utilizar (histogramas y graficas lineales entre otros); métodos univariantes, permiten analizar cada una de las variables de forma como si fueran independiente; métodos multivariantes, analiza todos los atributos presentes, esto con el fin de saber cuál es la diferencia entre una muestra y otra. (Castañeda, 2013)

Los análisis estadísticos que más se aplican a cada uno de los métodos son, entre otros, (Castañeda C. 2013):

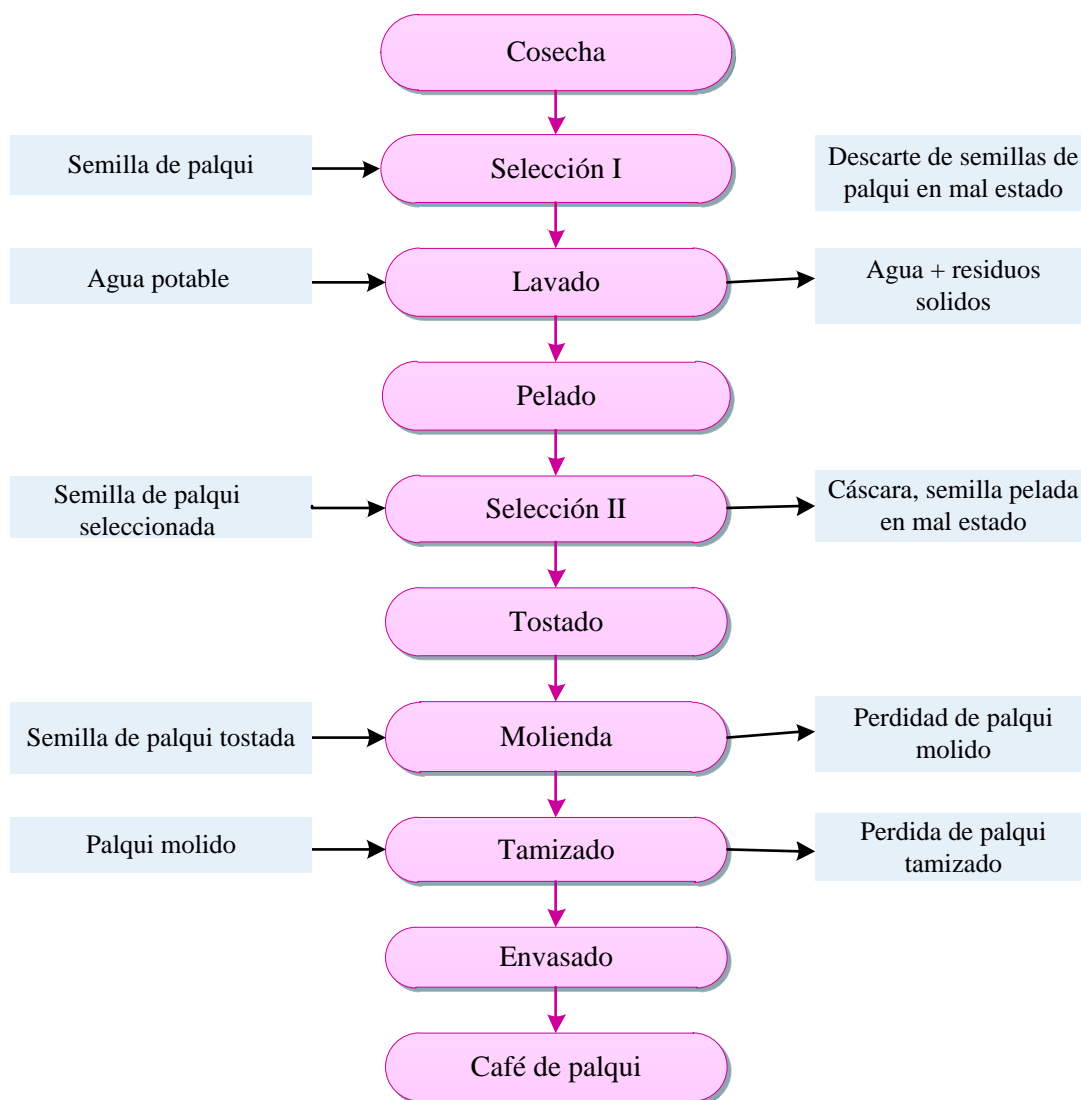
- Representación grafica.
- Distribución binominal.
- Análisis de varianza, ANOVA.
- Análisis secuencial.
- Análisis multivariado.
- Análisis de ordenamiento por rangos.
- Regresión.
- Análisis de factor.

En la actualidad se emplean paquetes estadísticos que ayudan agilizar el trabajo y la obtención de resultados, entre los que se puede mencionar:

- Paquete SPSS.
- Paquete SAS.
- Paquete BMDP Y R.

## 2.5 Descripción del proceso experimental de obtención de café a partir de las semillas de palqui

En la Figura 2-5 se detalla un diagrama de bloques de la parte experimental para la obtención de café a partir de las semillas de Palqui.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 2-5** Diagrama de bloques para la obtención de café de palqui.

### 2.5.1 Cosecha

La materia prima utilizada para la presente investigación se observa en la Figura 2-6, esta fue recolectada de la comunidad de El Puente.

Durante la cosecha de la semilla se tomó muestras representativas de diferentes plantas, tomando en cuenta la cosecha de semilla madura y un tamaño promedio de semilla de 1,5 a 3 cm. para facilitar el proceso de pelado posteriormente.

La semilla es trasladado en bolsas nylon al Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOU) de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, para su posterior proceso de obtencion de cafe.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 2-6** Semilla de palqui recolectada.

### 2.5.2 Selección I

La materia prima retirada de las bolsas de nylon es sometida a una rigurosa selección, con el fin de eliminar deficiencias en la elaboración de café por semillas podridas, no maduras, tamaños muy pequeños que dificulten el proceso.

### 2.5.3 Lavado

Despues de la selección las semillas de palqui son llevados al lavado introduciéndola en un recipiente con agua potable como se observa en la Figura 2-7, para eliminar de



la superficie toda traza de suciedad, microorganismos, manchas de mohos que puedan contaminar el fruto y alterar el producto final.

El lavado debe ser de manera rápida para evitar la adsorción de agua por la semilla de palqui.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 2-7** Lavado de la semilla de palqui.

#### 2.5.4 Pelado

El pelado de la semilla de palqui es fundamental para procesar únicamente la semilla en buen estado. Con ayuda de un cuchillo mediano, se retira la piel exterior ó epicarpio como desecho, tal como se muestra en la Figura 2-8.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura 2-8** Pelado de la semilla de palqui.

### 2.5.5 Selección II

Es fundamental seleccionar la semilla de palqui pelada, apartando la semilla en mal estado que contengan microorganismos, mohos, gusanos y mala apariencia como se muestra en la Figura 2-9, para luego pesar las muestras para su posterior proceso de tostado, Figura 2-10.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura 2-9** Selección de la semilla de palqui.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura 2-10** Pesado de las semilla de palqui, para los pruebas de tostado.

Teniendo la materia prima lista para el proceso de obtención de café, se pesa la semilla de palqui pelada a razón de 100 gramos aproximadamente en un balanza digital y obtener con certeza el peso de la materia prima usada en el proceso de tostado, se introduce en distintas bolsas de polipropileno debidamente señaladas para cada una de las pruebas a realizarse en el proceso de tostado. Este proceso se puede observar en la Figura 2-11 y Figura 2-12.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 2-11** Pesado de la semilla de palqui.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 2-12** Semillas de palqui pesadas para el tostado.

### 2.5.6 Tostado

Para la etapa de tostado, como se observa en la Figura 2-13, se adaptó un tostador manual de material de acero inoxidable, se procedió a medir la temperatura inicial dentro del tostador con un termómetro.

La semilla de palqui pesada fueron alimentados al tostador, permaneciendo tiempos de 50 y 65 minutos, según los tratamientos planteados a temperaturas de 110 °C y 120 °C, como se vé en la Figura 2-14. Se removio de manera contante para evitar que se quemara, cada 5 minutos se realizo el control de peso de la semilla de palqui para registrar la pérdida de peso durante el tiempo de tostado de acuerdo al diseño experimental.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 2-13** Tostador manual para la semilla de palqui.



**Fuente:** elaboracion propia, 2018.

**Figura 2-14** Tostador manual con el termómetro sobre la estufa.

En la Figura 2-15, se observa la semilla de palqui dentro del tostador.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura 2-15** Proceso de tostado de la semilla de palqui.

Los distintos tostados de la semilla de palqui obtuvieron colores semejables al del café en colores medio y oscuro como se muestra en la Figura 2-16, ambas basadas en la bibliografía observadas en la Figura 2-3, comparando con el grado de tueste de la semilla de palqui.

Cada tostado se realizó minuciosamente, removiendo de manera constante durante el tiempo que corresponda al diseño para cada prueba.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura 2-16** Tonos de tostado de la semilla de palqui.

### 2.5.6.1 Pérdida de peso de la semilla de palqui durante el tostado

Se registró la pérdida de peso de semilla de palqui durante el tostado de cada muestra, los datos se registraron con intervalos de 5 minutos, se optó por este intervalo de tiempo ya que la semilla no presentaba exceso de humedad, además de la dificultad para vaciar las semillas durante proceso de tostado para su pesado. En cada muestra se colocaron 100 gramos de semilla de palqui aproximadamente, se tomó la precaución de colocar de manera rápida las muestras dentro del tostador para evitar la exposición de la misma a la atmósfera y que adquiera humedad del medio ambiente.

Las muestras de tostado se realizaron en las respectivas condiciones propuestas en el diseño factorial que se muestran en la Tabla II-8:

**Tabla II- 8**

*Parámetros para cada una de las muestras tostadas*

Muestra	Tiempo (min)	Temperatura (°c)
M-1	50	110
M-2	65	110
M-3	50	120
M-4	65	120

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

En la Tabla II- 9 se observa la pérdida de peso de las semillas de palqui durante el tiempo de tostado para cada una de las muestras, no presentando una pérdida de peso muy significativa entre ellas.

Tabla II- 9

*Datos de pérdida de peso de la semilla de palqui en el proceso de tostado*

Minutos	M-1 (g)	M-2 (g)	M- 3(g)	M-4(g)
0	100	100	100	100
5	99,97	99,98	99,99	99,97
10	99,96	99,97	99,96	99,94
15	99,84	99,90	99,92	99,90
20	99,60	99,84	99,72	99,79
25	99,00	99,46	98,55	99,38
30	98,28	98,15	98,07	98,10
35	96,92	97,02	96,56	96,97
40	94,71	95,79	94,38	95,48
45	92,88	94,35	92,42	94,10
50	91,00	93,38	90,95	93,05
55		92,95		92,48
60		92,82		92,12
65		91,05		90,88

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

### 2.5.7 Molienda

El proceso de molienda se hace en un molino manual como se observa en la Figura 2-17, se introduce la semilla de palqui tostada entre los discos del molino, el cual funciona haciendo girar el disco dentado fijo contra otro igual, este se mueve con ayuda de una palanca para que al final tritura la semilla de palqui, obteniendo un producto pulverizado, como se muestra a continuación en la Figura 2-18 y Figura 2-19:



**Fuente:** Elaboracion propia, 2018.

**Figura 2-17** Molino manual para granos.



**Fuente:** Elaboracion propia, 2018.  
**Figura 2-18** Discos del molino.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018  
**Figura 2-19** Proceso de molienda de la semilla de palqui.

### **2.5.8 Tamizado**

El tamizado se realizó en el laboratorio de Operaciones Unitarias de la Carrera De Ingeniería Química de acuerdo a la bibliografía consultada (Barreto, 2005). Se trabajó el café de palqui con tamiz °N 70 con granulometría de 0.25 mm., el cual se consideró el más apto en el momento de filtrar con agua caliente el café.

### **2.5.8 Envasado**

El envasado de café de palqui es de vital importancia para la conservación del mismo, para seleccionar de forma adecuada el tipo de envase que reúna las condiciones aceptables para su uso se asumen los siguientes criterios:



- El envase seleccionado debe ser compatible con el producto en cuestión, garantizando que el mismo no aporte aromas ni malos olores al producto.
- La sensibilidad del producto debe ser evaluada tomando en cuenta los cambios o alteraciones referidas a las cualidades del mismo, como son la humedad, grasa, sabor, olor y textura.
- Las bolsas de polipropileno suelen ser muy vistas también para guardar alimentos que necesitan mantenerse a determinadas temperaturas.

En la Figura 2-20, se muestra el envasado colocando las muestras de café de palqui manualmente en bolsas de polipropileno con cierre hermético, para que pueda mantener sus propiedades organolépticas tales como: olor, color y sabor por largo tiempo.



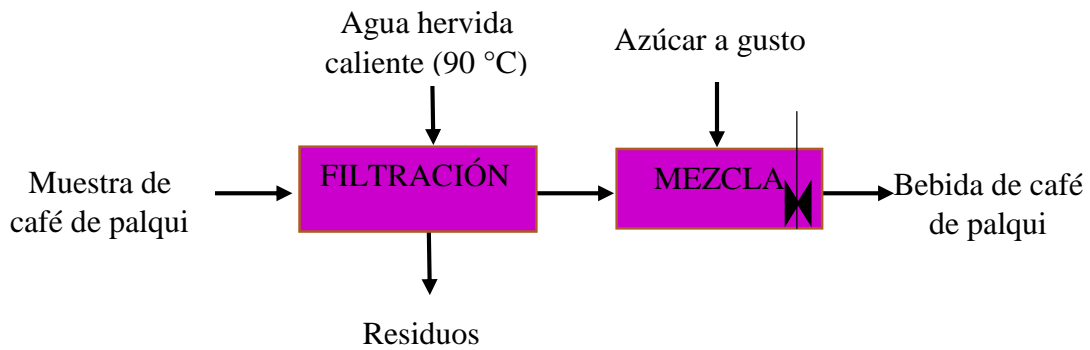
**Fuente:** Elaboracion propia, 2018.

**Figura 2-20** Café de palqui envasado en bolsas de polipropileno.

## 2.6 Elaboración de la bebida del sucedáneo del café

En primera instancia se debe de preparar la muestra de café de palqui, misma que son tostadas y molidas siguiendo los pasos que indica el diagrama de flujo (Figura 2-5).

En la Figura 2-21, se muestra el proceso de filtración del sucedaneo, donde se debe colocar el café de palqui dentro del filtro, utilizando una porción de 60 gramos de producto por cada litro de agua. Hacer pasar con agua recién hervida (90 °C), y recoger el líquido filtrado dentro de un recipiente como se vé en la Figura 2-22:



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 2-21** Elaboración de la bebida del sucedáneo del café.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura 2-22** Filtración de la bebida de café.

## 2.7 Metodología utilizada para llegar al resultado esperado en la investigación

La metodología utilizada para encontrar los resultados experimentales en el presente trabajo de investigación, se detallan a continuación:

### 2.7.1 Características físicas de la materia prima “palqui”

Se realizó las siguientes características físicas, como ser:

- Madurez.
- Diámetro (cm).

- Color de madurez.

### 2.7.2 Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima “semillas de palqui” y café de palqui

La determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima “semillas de palqui” se muestra en la Tabla II-10, el producto “café de palqui” se puede apreciar en la Tabla II-11, cada uno de estos análisis se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo “CEANID”, dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

**Tabla II- 10**

#### *Propiedades fisicoquímicas de la semilla de palqui*

Parámetro	Método del ensayo	Unidad	Resultado
Calcio total	Absorción atómica	mg/100g	76,1
Ceniza	NB 39034:10	%	3,85
Fibra	Gravimétrico	%	2,40
Grasa	NB 313019:06	%	14,18
Hidratos de carbono	Calculo	%	33,02
Hierro total	Absorción atómica	mg/100g	5,28
Humedad	NB 313010:05	%	9,11
Proteína total(Nx6.25)	NB/ISO 8968-1:08	%	36,64
Valor energético	Calculo	kcal/100 g	413,41

**Fuente:** CEANID, 2018

**Tabla II- 11**

#### *Propiedades fisicoquímicas del café de palqui*

Parámetro	Resultado	Unidad	Método
Calcio total	Absorción atómica	mg/100g	69,9
Ceniza	NB 39034:10	%	4,04
Fibra	Gravimétrico	%	4,83
Grasa	NB 313019:06	%	12,70
Hidratos de carbono	Calculo	%	37,63
Hierro total	Absorción atómica	mg/100g	12,2
Humedad	NB 313010:05	%	1,36
Proteína total (Nx6.25)	NB/ISO 8968-1:08	%	39,44
Valor energético	Calculo	kcal/100 g	422, 58

**Fuente:** CEANID, 2018

### 2.7.3 Determinación de la humedad final de las muestras café de palqui

En la Tabla II-12, se observa el porcentaje de humedad de las muestras M-1, M-2, M-3 y M-4 que fueron analizadas en el CEANID, para tener certeza en los resultados obtenidos.

**Tabla II- 12**

*Humedad de la muestra M-1, M-2, M-3 y M-4*

Parámetro	Técnica y/o método de ensayo	Unidad	Resultado
Humedad	Nb 313010:05	%	2,00
Humedad	Nb 313010:05	%	1,91
Humedad	Nb 313010:05	%	1,63
Humedad	Nb 313010:05	%	1,36

**Fuente:** CEANID, 2018.

### 2.7.4 Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del café de palqui

Las propiedades organolépticas del producto final, se evalúan a través de una valoración sensorial mediante una Escala hedónica, compuesta por 13 jueces no entrenados que evalúan los atributos de olor, color, sabor y textura. Los jueces están compuestos por estudiantes y docentes de la Carrera de Ingeniería Química U.A.J.M.S.

El producto final café de palqui, se elaboró en una cafetera en los predios del laboratorio de Operaciones Unitarias (LOU), con la cantidad de un litro de agua y 60 gramos de las distintas muestras de café, se preparan las cuatro muestras de café simultáneamente para su posterior evaluación sensorial.

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3.1 Resultados y discusión de la parte experimental

En esta sección se mostrarán los resultados obtenidos de la parte experimental realizada en el capítulo II.

### 3.2 Caracterización interna y externa de la semilla de palqui

Para establecer las características externas e internas, se hace en función al estado de madurez de la semilla de palqui. En la Figura III-1 se puede observar las diferencias en cuanto a color y dureza en el pelado de la semilla de palqui.

**Tabla III- 1**

*Características internas y externas de la semilla de palqui*

Estado del palqui	Características externas	Características internas	Observaciones
	Coloración epicarpio	Coloracion de la pulpa	
Tierno	Verde	Verde	Fácil de pelar
Semi- maduro	Amarillo	Amarillo claro	Fácil de pelar
Maduro	Marrón oscuro	Amarillo	Muy difícil de pelar

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

En la Tabla III-1 se puede concluir que mientras mayor sea el estado de madurez de la semilla de palqui, esta tendera a ser de color marron oscuro y la dificultad en pelado sera mayor.

### 3.3 Características físicas de la semilla de palqui en la parte experimental

Para establecer las propiedades físicas de la materia prima utilizada en la parte experimental, se trabajó con cuatro muestras de palqui (M-1, M-2, M-3 y M-4), cada una con un peso aproximado de 600 gramos que se detalla en la Tabla III-2.

Asi mismo se procedio a sacar el promedio de los resultados de todos los valores que se observan (peso, porcion utilizada, porcion no utilizada).

Para esto se tomó en cuenta la expresión matemática citada por (Murillo, 1990):

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} \dots \dots \dots \text{(Ecuación III – 1)}$$

**Donde:**

$\bar{x}$ = Valor promedio de los resultados.

N= Número de observaciones.

$x_1 + x_2 + \dots + x_n$ = valores observados de las muestras.

**Tabla III- 2***Características físicas de las muestras de palqui*

Muestras	Peso Palqui (g)	Peso cáscara (g)	Peso de Palqui no utilizado (g)	Peso de Palqui utilizado (g)	Porción no comestible (%)	Porción comestible (%)
M-1	600,2	203,21	144,97	252,02	58,01	41,99
M-2	600,1	203,29	123,42	273,39	54,44	45,56
M-3	600,4	212,8	123,30	264,3	55,97	44,03
M-4	600,6	211,86	140,29	248,45	58,63	41,37
$\bar{x}$	<b>600,325</b>	<b>210,05</b>	<b>132,995</b>	<b>259,54</b>	<b>57,14</b>	<b>42,86</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

En la Tabla III-2, se puede apreciar que para las cuatro muestras se utilizó un promedio de 600, 325 gramos de semilla de palqui, dando un promedio de porción no comestible del 57,14 % y 42, 86 % de porción comestible.

**3.4 Resultados de los ensayos del diseño factorial**

Tomando en cuenta los niveles seleccionados de las variables:

**A: temperatura de tostado**

$a_1 = 110^\circ\text{C}$

$a_2 = 120^\circ\text{C}$

**B: Tiempo de tostado**

$b_1 = 50$  minutos

$b_2 = 65$  minutos

Variable respuesta (Humedad de la semilla de palqui).

Los distintos valores de humedad obtenidos después del tostado, además de los colores observados en cada ensayo, bajo las distintas combinaciones de tratamientos del diseño factorial  $2^2$ , se muestra a continuación en la Tabla III-3

**Tabla III- 3**

*Valores observados de la variable respuesta*

Ensayo s	Combinaciones de tratamientos	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)	Color resultante	Nombre del color
M-1	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	9,00	2,02	Marron Muy ligero	Finnsh
M-2	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	8,95	1,90	Marron Ligerio medio	Cinnamos
M-3	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	9,22	1,59	Marron Medio	City
M-4	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	9,12	1,35	Marron Oscuro	Vienna

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

Como se puede observar en la Tabla III-3, el ensayo de la muestra M-1 es la que presenta un mayor porcentaje de humedad del 2,02% y un color muy ligero con respecto a las demás muestras, mientras el ensayo de la muestra M-4 tiene el menor porcentaje de humedad del 1,35% acompañado de un color oscuro medio, muy parecido al café.

Los colores se basaron en función a la bibliografía de (Castillo & Muñoz, 2016), que se muestran en la Figura 2-3 y Figura 2-4.

Los cuatro ensayos dieron colores característicos del café en una escala de calor ascendente hasta oscuro medio.

### 3.5 Secado de la semilla de palqui durante en proceso de tostado

Durante el tostado de la semilla de palqui se observó los siguientes cambios en cuanto a textura y color:

- **Textura:** Durante el tostado presentó un cambio en la textura de la semilla seca, mostrando una textura liviana, libre de agua, y quebradiza, fácilmente



molturable. A medida que la temperatura aumento, la textura se hace ligeramente más liviana y quebradiza facilitando asi la molienda.

- **Color:** El cambio de color de la semilla seca es muy notoria ya que presento variacion de color en distintos tonos, debido al pardeamiento no enzimático que presenta en presencia de calor, su color cambia de marrón ligero a marrón-oscuro, todo depende del tiempo y temperatura de tostado.

El análisis de pérdida de peso de la semilla de palqui en los cuatro ensayos que se observan en la Tabla III-4, demuestran que la pérdida de humedad durante el tostado de la semilla de palqui.

**Tabla III- 4**

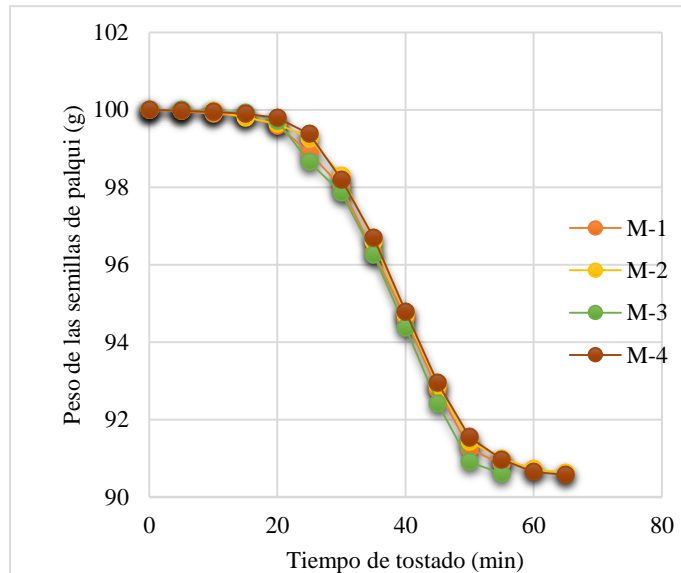
*Pérdida de peso de semilla de palqui en el proceso de tostado*

Minutos	M-1 (g)	M-2 (g)	M- 3(g)	M-4(g)
0	100	100	100	100
5	99,97	99,98	99,99	99,97
10	99,96	99,97	99,96	99,94
15	99,84	99,90	99,92	99,90
20	99,60	99,84	99,72	99,79
25	99,00	99,46	98,55	99,38
30	98,28	98,15	98,07	98,10
35	96,92	97,02	96,56	96,97
40	94,71	95,79	94,38	95,48
45	92,88	94,35	92,42	94,10
50	91,00	93,38	90,95	93,05
55		92,95		92,48
60		92,82		92,12
65		91,05		90,88

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

En la Tabla III-4 se puede apreciar que la muestra M-1 y M-2 trabajados a una temperatura de 110 °C según el diseño factorial presentando un peso de 91,00 gramos para la muestra M-1 y 91,05 gramos la muestra M-2, mientras que las muestras M-3 y M-4 trabajados a una temperatura de 120°C logrando que la disminucion de humedad sea de mayor y esto se refleja en sus pesos finales que son de 90,95 gramos y 90,88 gramos

En base a los datos obtenidos de la Tabla III-4 se pudo gráficar las curvas que se observan en la Figura 3-1, mostrando el comportamiento de cada muestra en el proceso de tostado.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura 3-1** Curvas de pérdida de peso de las semillas de palqui a la temperatura de 110 ° C y 120 ° C.

En la Figura 3-1, se muestra las curvas de disminución de peso de las muestras M-1, M-2, M-3 y M-4, llegando a la conclusión que las muestras presentan el mismo comportamiento durante los primeros 20 minutos, con una disminución de peso casi constante y a partir de ahí se observa una pendiente en cada curva mostrando la variación de disminución de peso hasta cumplir los tiempos respectivos de tostado.

### 3.5.1 Contenido de humedad en base húmeda de la semilla de palqui

El cálculo de la humedad que presenta la semilla de palqui se realiza con la siguiente ecuación citada por (Patiño, 2000):

$$\text{Humedad} = \frac{m_i - SS}{m_i} * 100\% \dots \dots \dots (\text{Ecuación III-2})$$

**Donde:**

SS= solido seco

$m_i$ = masa inicial

### **Ejemplo M-1**

Para  $t= 110\text{ }^\circ\text{C}$  y  $t= 50\text{min}$ .

$$\text{Humedad} = \frac{100 - 91}{100} * 100\%$$

Humedad = 9 %

### **Ejemplo M-2**

Para  $t= 110\text{ }^\circ\text{C}$  Y  $t= 65\text{min}$ .

$$\text{Humedad} = \frac{100 - 91,05}{100} * 100\%$$

Humedad= 8,95 %

### **Ejemplo M-3**

Para  $t= 120\text{ }^\circ\text{C}$  Y  $t= 50\text{min}$ .

$$\text{Humedad} = \frac{100 - 90,95}{100} * 100\%$$

Humedad= 9,05%

### **Ejemplo M-4**

Para  $T= 120^\circ\text{C}$  y  $t= 65\text{ min}$

$$\text{Humedad} = \frac{100 - 90,88}{100} * 100\%$$

Humedad= 9,12 %

En la Tabla III- 5 se muestra el porcentaje de humedad en base humeda de cada ensayo de tostado de las semillas de palqui.

Tabla III- 5

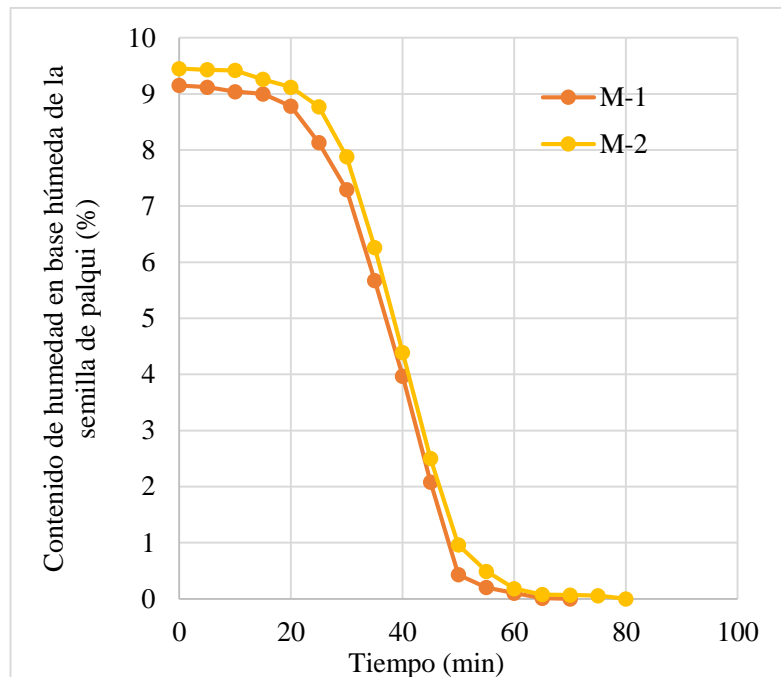
*Humedad en base humedad de la semilla de palqui*

Tiempo	M-1	M-2	M-3	M-4
Minutos	Humedad 1	Humedad 2	Humedad 3	Humedad 4
0	9,00	8,95	9,05	9,12
5	8,97	8,93	9,21	9,09
10	8,96	8,92	9,18	9,06
15	8,85	8,85	9,14	9,02
20	8,63	8,80	8,96	8,92
25	8,08	8,45	8,16	8,55
30	7,40	7,23	7,38	7,35
35	6,10	6,15	5,88	6,27
40	3,91	4,94	3,81	4,81
45	2,02	3,49	1,59	3,42
50	2,00	2,49	1,57	2,33
55		2,04		1,73
60		1,90		1,35
65		1,89		1,33

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

En la Tabla III-5, se observa que la muestra M-1 tostada en un tiempo de 50 minutos y 110°C, presenta el mayor porcentaje de humedad de 2%, la muestra M-2 tostada en el mismo tiempo pero a 120 °C presenta una humedad de 1,57%. Sin embargo la muestra M-2 tostada a 65 minutos a 110 °C tiene una humedad de 1,89% y la muestra M-4 tostada en el mismo tiempo pero a 120 °C presenta un menor porcentaje de humedad de 1,33%.

En función a los datos observados en la Tabla III-5 se graficó las curvas de pérdida de humedad en base húmeda de las muestras M-1, M-2 mostrada a continuación en la Figura 3-2.

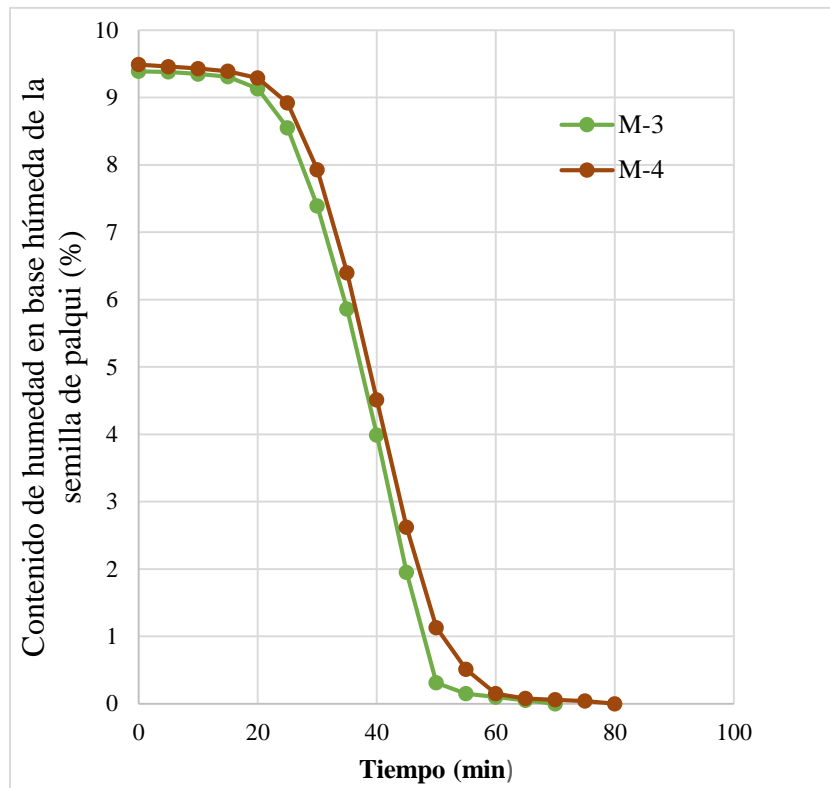


**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 3-2** Porcentaje de humedad en base húmeda de la muestra M-1 y M-2 a 110°C

Si comparamos las curvas que se observan en la Figura 3-2, las cuales están a una temperatura de 110 °C y tiempos de 50 y 65 minutos, se puede apreciar al inicio que las curvas son casi similares donde no tiene una pérdida de humedad significativa hasta los 20 minutos aproximadamente, a partir de este tiempo las curvas disminuyen linealmente con el tiempo de tostado formando una sola pendiente, donde muestra que se está eliminando el agua de manera más rápida, a partir del minuto 50 las muestras M-1 y M-2 aún mantienen una pendiente que significa que aún contienen humedad en comparación de la muestra M-4 el cual contiene el 1,33% de humedad.

En la Figura 3-3 que se muestra a continuación, se graficó las curvas de pérdida de humedad en base húmeda de las muestras M-3 y M-4



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 3-3** Porcentaje de humedad en base húmeda de la muestra M-3 y M-4 a 120°C.

Se puede apreciar en la Figura 3-3 el porcentaje de humedad que perdieron las muestras M-3 y M-4 durante el tostado. Por tanto presenta mayor eliminación de humedad a una temperatura de 120 °C de la semilla de palqui. Ambas muestras tienen una pérdida de humedad casi constante hasta el minuto 20, a partir de ese momento comienza una pendiente en ambas curvas M-3 y M-4 que se muestra en la figura, que indica una pérdida de humedad más rápida hasta el minuto 50 aproximadamente, a partir de ese momento presenta una pérdida de humedad más lenta.

En la Tabla III-6 se muestra la humedad en base húmeda inicial de la semilla de palqui calculada para cada muestra.

**Tabla III- 6***Valores de peso y humedad en distintas condiciones de tostado*

Muestra	Peso inicial (g)	Peso final(g)	Humedad inicial (%)	Humedad final (%)
M-1	100	91	9,00	2,00
M-2	100	91,05	8,95	1,57
M-3	100	90,78	9,22	1,89
M-4	100	90,88	9,12	1,33

**Fuente:** Elaboracion propia, 2018.

En la Tabla III-6 se muestra la humedad en base húmeda inicial de la semilla de palqui, teniendo un mayor porcentaje de humedad inicial la muestra M-1 de 9,00% y la una humedad final de 2,00%; mientras la muestra M-2 con 8,95% y una humedad final de 1,57 %, la muestra M-3 tiene una humedad inicial de 9,22% y una humedad final de 1,89% y por último la muestra M-4 tiene una humedad inicial de 9,12% y una humedad final de 1,33%.

### 3.3.2 Contenido de humedad en base seca de la semilla de palqui

Para realizar el cálculo de la humedad en base seca que presenta la semilla de palqui se realiza con la ecuación citada por (Patiño, 2000):

$$X_S = \frac{m_i - SS}{SS} * 100 \dots\dots\dots \text{(Ecuación III-3)}$$

**Dónde:**

SS= sólido seco

mi= masa inicial

X<sub>S</sub>= humedad en base seca, (kg H<sub>2</sub>O/kg sólido seco)**Por ejemplo:**

Para T= 110 °C y t= 50 min, se tiene:

mi= 0,100 kg      para t=0 min

SS= 0,091 kg      para t= 50 min

$$X_s = \frac{0,100 - 0,091}{0,091}$$

$$X_s = 0,098 \frac{\text{kg H}_2\text{O}}{\text{Kg de s\u00f3lido seco}}$$

Se utiliza los datos de la Tabla III-4 donde se presentan promedios de la p\u00e9rdida de peso en el tostado de la semilla de palqui, ya que estos datos est\u00e1n expresados en gramos (g) se los expresa en unidades de kilogramos.

En la Tabla III-7 se expresan los resultados de humedad en base seca para las cuatro muestras M-1, M-2, M-3 y M-4, expresados en kilogramos de agua sobre kilogramos de s\u00f3lido seco.

**Tabla III- 7**

*Contenido de humedad en base seca*

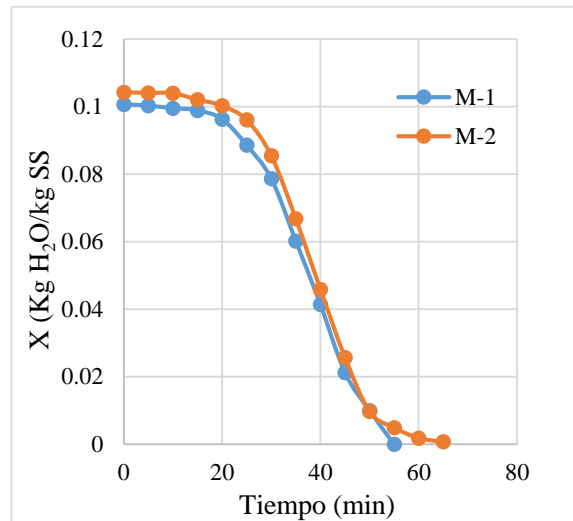
Tiempo	M-1	M-2	M-3	M-4
(min)	X(kg H <sub>2</sub> O/kg SS)	X(kg H <sub>2</sub> O/kg SS)	X(kg H <sub>2</sub> O/kg SS)	X(kg H <sub>2</sub> O/kg SS)
0	0,0989	0,1047	0,0991	0,1013
5	0,0985	0,1045	0,0990	0,1009
10	0,0984	0,1043	0,0987	0,1006
15	0,0971	0,1036	0,0982	0,1002
20	0,0945	0,1029	0,0960	0,0990
25	0,0879	0,0987	0,0865	0,0944
30	0,080	0,0842	0,0773	0,0803
35	0,0650	0,0718	0,0602	0,0679
40	0,0407	0,0582	0,0373	0,0515
45	0,0206	0,0423	0,0160	0,0363
50	0,00...	0,0315	0,00..	0,0247
55		0,0246		0,0185
60		0,0192		0,0137
65		0,00...		0,0....

**Fuente:** Elaboraci\u00f3n propia, 2018.

Se observa en la Tabla III-7 que la muestra M-1 tiene el mayor contenido de humedad en base seca con 0.0206 kg H<sub>2</sub>O/kg SS en un tiempo de 50 minutos, as\u00ed mismo la muestra M-4 es la que tiene menor porcentaje de humedad en base seca con 0.0137 kg H<sub>2</sub>O/kg SS.



En función a los datos obtenidos en la Tabla III-7 se realizó el comportamiento de las curvas de contenido de humedad en base seca mostrados en la Figura 3-4:



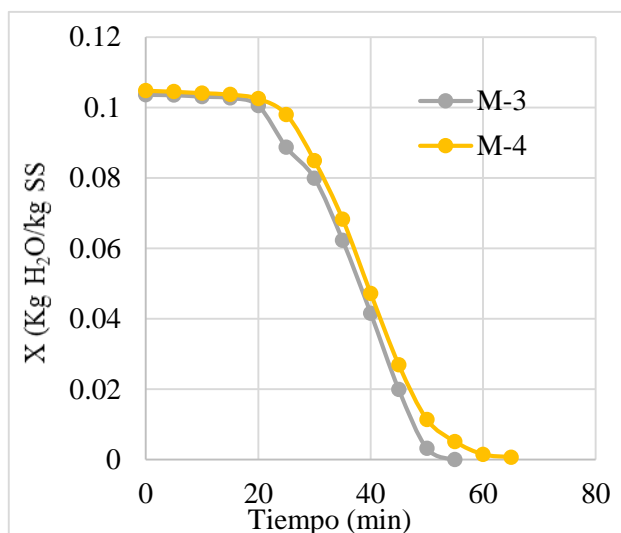
**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 3-4** Curva de humedad en base seca a 110 °C.

En la Figura 3-4 se observa que las muestras M-1 y M-2 presenta un comportamiento similar en la pérdida de humedad en base seca, donde hasta el minuto 20 sus valores con casi constantes, y a partir de ahí la pérdida de humedad es significativa y esto se observa en la pendiente que se presenta en la figura, sin embargo, debido a la temperatura de tostado es imposible que las muestras pierdan su humedad por completo, esto porque la temperatura de tostado es de 110 °C en tiempos de 50 y 65 minutos; sin embargo las muestras M-3 Y M-4 tostados a una temperatura de 120°C

En tiempos de 50 y 65 minutos, presentan mayor pérdida de porcentaje de humedad.

Con los datos obtenidos en la Tabla III-7 se realizó las curvas de contenido de humedad en base seca mostrados en la Figura 3-5:



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 3-5** Curva de humedad en base seca a 120 °C

En la Figura 3-5 se observa que las muestras M-3 y M-4 presenta similar comportamiento en la pérdida de humedad en base seca, donde hasta el minuto 18 los valores con casi constantes de 0,0960 y 0,0990 kg H<sub>2</sub>O/kg SS, a partir del minuto 20 la perdida de humedad es significativa como se observa en la pendiente en de la figura en las curvas color naranja y plomo, sin embargo, las muestras pierdan su humedad casi completamente llegando a un valor de 0,0160 y 0,0137 H<sub>2</sub>O/kg SS, ya que su temperatura de tostado es mayor (120°C) que en la muestra M-1 y M-2 (110°C).

### 3.6 Molienda

La molienda para la muestra M-4 de semilla de palqui tostada, introduciendo la alimentación al 100% del cual se obtuvo una pérdida de 4,8% y semilla molida de 95,2% como se muestra en la Tabla III-8. Se observó que el molino de granos utilizado presentaba la dificultad de retirar toda la semilla de palqui molida, favoreciendo a la pérdida del producto.

**Tabla III- 8**

*Perdidas de peso en la molienda de la semilla de palqui tostada*

Muestra	Producto (%)	Perdida en la molienda (%)	Producto obtenido (%)
M-4	100	4,8	95,2

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

### 3.7 Tamizado

Se realizó el tamizado después de la molienda, en un ensayo único en el cual se obtuvo tamaños de partículas entre 1; 0,5; 0,25; 0.063 mm y en el tamiz colector, de las diferentes granulometrias obtenidas, la granulometria de interes es la que atravieza la malla 0.25 mm. Las demas son retenidas en los tamices de mayor granulometria.

Como se muestra en la Tabla III-9 se expone los resultados obtenidos del tamizado, utilizando una alimentación de 86,51 gramos de semilla de palqui molidas:

**Tabla III- 9**

*Tamizado del café de palqui*

Muestra	N° de malla	Peso de café de palqui (g)	Peso de pérdida de café de palqui (g)	Peso de café de palqui tamizado (g)
M-4	0,25	86,51	11,56	74,95

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

En la Tabla III-9 se puede determinar la pérdida de muestra en polvo que en tamizado, para la muestra seleccionada M-4 es de 11,76 gramos debido a la retención del tamaño de partículas en los tamices de mayor granulometria. Es decir que entro un 100% de semilla de palqui molida, teniendo una pérdida del 13,36% de pérdida durante el tamizado y como producto final se obtuvo un 86,64 %.

Se obtuvo un rendimiento para la muestra M-4 seleccionada en el analisis sensorial, considerando : 600, 6 gramos de materia prima “semilla de palqui” se obtuvo 248,45 gramos de semilla, después de la selección quedó 103,67 gramos para procesar, de los cuales se trabajó con el 100% para el tostado obteniendo 90,88% gramos de semilla de palqui tostado, y como producto de la molienda se obtuvo 86,51% gramos, por ultimo se procedio al tamizado obteniendo un producto final de 74, 95 % de café de palqui.

### 3.8 Análisis estadístico del diseño factorial para el tostada de la semilla de palqui

El diseño experimental, se lo realizo con el asesoramiento del docente de la materia, el mismo que se muestra en el capítulo II.

Para realizar el análisis estadístico del diseño experimental, se utilizó el programa SPSS 18 (estadística package for the social sciences) para Windows. Este programa de software permite el tratamiento integrado de todas las fases que conlleva el análisis de datos, obteniéndose resultados más representativos y confiables.

Los resultados obtenidos de cada combinación Temperatura/Tiempo, facilitaron el diseño experimental y de esto modo se determinaron las variables más significativas para el proceso de tostado de las muestras de semilla de palqui.

En la Tabla III-10 se observa los valores experimentales obtenidos del arreglo matricial de datos de laboratorio del contenido final en base a variables que se plantearon en el diseño experimental.

**Tabla III- 10**

*Resultados obtenidos del análisis de varianza del café de palqui*

	<b>Variable A</b>	<b>Variable B</b>	<b>Variable respuesta</b>
N° de experimentos	Temperatura de tostado	Tiempo de tostado	Humedad
1	-1	-1	2,02
2	-1	1	1,90
3	1	-1	1,59
4	1	1	1,35
5 (réplica)	-1	-1	2,00
6 (réplica)	-1	1	1,92
7 (réplica)	1	-1	1,58
8 (réplica)	1	1	1,33

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

Los datos observados en la Tabla III-10 se analizaron mediante un análisis estadístico ANOVA, para la interpretación de la variable respuesta donde los datos de humedad fueron tomados a 50 y 65 minutos para realizar la comparación de las cuatro pruebas más sus réplicas, para comprobar que el tiempo, temperatura y la interacción de ambas influyen en el contenido de humedad.

En la Tabla III-11, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza para el proceso de tostado de la semilla de palqui en el cual se puede observar tiempo,

temperatura y la interacción de tiempo-temperatura de tostado, influyen en el contenido de humedad, esto se debe a que el nivel de confianza es menor al 5%, el cual comprueba estadísticamente que existe una diferencia significativa entre las variables tiempo y temperatura, y la interacción tiempo-temperatura presenta una menor significancia.

**Tabla III- 11**

*Pruebas de los efectos inter-sujetos para la obtención de café de palqui*

Variable dependiente: humedad					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,565 <sup>a</sup>	3	0,188	1159,051	0,000
Intersección	23,427	1	23,427	144166,231	0,000
temperatura	0,060	1	0,060	366,231	0,000
tiempo	0,495	1	0,495	3046,231	0,000
temperatura * tiempo	0,011	1	0,011	64,692	0,001
Error	0,001	4	0,000		
Total	23,993	8			
Total corregida	0,566	7			

a. R cuadrado = 0.999 (R cuadrado corregida = .998)

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

En la Tabla III-12 se observa los resultados analizados mediante el análisis estadístico ANOVA.

**Tabla III- 12**

*ANOVA para la obtención de café de palqui*

Modelo	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0,495	1	0,495	42,024	0,001
Intra-grupos	0,071	6	0,012		
Total	0,566	7			

a. Variables predictoras: (Constante) TempEsp, espesor, temperatura.

b. Variable dependiente: Humedad

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

Del análisis estadístico se puede concluir lo siguiente:

- La elección del modelo en su conjunto es correcta, ya que la variable dependiente y las variables independientes son significativas para un nivel de confianza de 95%.
- La interacción entre las variables tiempo-temperatura, muestra que al interactuar entre ellas se puede mejorar el proceso.
- El factor que tiene mayor incidencia en el proceso de tostado, es la temperatura y el tiempo con una elevada significancia. Por cuanto a menor tiempo y mayor temperatura, es menor el tiempo de tostado de la semilla de palqui.

En estos resultados establece que la hipótesis nula de los parámetros de tiempo y temperatura y su intersección son iguales puesto que el valor significancia. es menor que el nivel de significancia de 0,05; Por lo tanto, se puede rechazar la hipótesis nula y concluir que los parámetros tienen medias diferentes.

### **3.9 Evaluación sensorial para definir el café de palqui**

El análisis sensorial, se realizó mediante 13 jueces, docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Química, quienes calificaron el grado de satisfacción del café de palqui, empleando las cuatro muestras obtenidos del diseño factorial.

El modelo de test utilizado para el grado de aceptabilidad se encuentra en el Anexo C.

La prueba de preferencia se evalúa mediante el método de escala hedónica donde se calificaron las características del sucedáneo: olor, color, sabor y textura. En la cual cada juez elige entre las siguientes opciones y puntajes se muestra en la Tabla III-13.

**Tabla III- 13***Escala hedónica para la evaluación sensorial de los atributos de la bebida del café de palqui*

<b>Puntaje</b>	<b>Escala hedonica</b>
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

La evaluación sensorial se realizó de forma individual, con el objeto de no ejercer influencia sobre los demás. Las pruebas se realizó en un ambiente tranquilo, amplio, higiénico y con buena iluminación. A los jueces se les pide participar de la prueba, dando previa explicación de las características generales de la evaluación sensorial y la responsabilidad que ellos tienen como jueces al determinar la calidad de café. Se les entregaron las encuestas y se procede con la degustación de las 4 muestras de café dando la calificación respectiva a cada atributo asignado.

Las evaluaciones sensoriales se realizaron en dos grupos y en fechas distintas como se muestran en las encuestas aplicadas Anexo D.

En las Tablas III-14, Tabla III-15, Tabla III-16 Y Tabla III-17 se tabulan los resultados obtenidos de las encuestas y con esta información se determinan los promedios finales de cada características en cada muestra.

**Tabla III- 14***Resultado del análisis organoléptico de la muestra M-1 según la escala hedónica*

<b>Muestra 1</b>					
T= Temperatura 110 °C, t= tiempo 50 minutos					
<b>Jueces</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>∑</b>
1	3	3	4	4	14
2	8	6	5	7	26
3	1	2	6	6	15
4	7	6	6	8	27
5	1	1	1	3	6
6	6	8	7	8	29
7	6	4	2	3	15
8	5	4	6	7	22
9	6	4	5	7	22
10	6	5	7	5	23
11	6	4	6	7	23
12	2	2	5	5	14
13	5	4	5	7	21
<b>∑ Total</b>	<b>62</b>	<b>53</b>	<b>65</b>	<b>77</b>	<b>257</b>
<b>Promedio</b>	<b>4,76</b>	<b>4,07</b>	<b>5,00</b>	<b>5,92</b>	<b>19,76</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

En la Tabla III-14 se observa que la textura es la característica mejor evaluada de la muestra M-1, siendo lo contrario en la característica de sabor, olor y color el cual tiene el menor puntaje.



**Tabla III- 15***Resultado del análisis organoléptico de la muestra M-2 según la escala hedónica*

<b>Muestra 2</b>					
T= Temperatura 110 °C, t= tiempo 65 minutos					
<b>Jueces</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Σ</b>
1	2	2	4	3	12
2	6	5	5	7	25
3	4	5	7	7	23
4	7	7	7	8	29
5	2	2	3	3	10
6	6	6	8	8	28
7	8	5	1	4	18
8	5	4	6	7	22
9	6	5	5	7	22
10	6	6	5	5	22
11	6	4	6	5	21
12	2	2	5	5	14
13	5	6	4	7	22
<b>Σ Total</b>	65	59	66	76	268
<b>Promedio</b>	<b>5,00</b>	<b>4,53</b>	<b>5,07</b>	<b>5,84</b>	<b>20,38</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

En la Tabla III-15 se observa que la textura es la característica mejor evaluada de la muestra M-2, siendo lo contrario en la característica de sabor, olor y color el cual tiene el menor puntaje.

**Tabla III- 16****Resultado del análisis organoléptico de la muestra M-3 según la escala hedónica**

<b>Muestra 3</b>					
T= Temperatura 120 °C, t= tiempo 50 minutos					
<b>Jueces</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Σ</b>
1	5	5	5	5	20
2	8	8	6	6	28
3	6	7	3	7	23
4	8	8	9	8	33
5	3	4	5	5	17
6	8	8	8	7	31
7	8	9	6	5	28
8	6	7	7	7	27
9	7	8	8	8	31
10	5	7	5	6	23
11	7	8	7	8	30
12	7	6	8	8	29
13	5	8	5	8	26
<b>Σ Total</b>	83	93	82	88	346
<b>Promedio</b>	<b>6,38</b>	<b>7,15</b>	<b>6,30</b>	<b>6,76</b>	<b>26,61</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

En la Tabla III-16 se observa que el color es la característica mejor evaluada de la muestra M-3, siendo lo contrario en la característica de sabor, olor y textura 0el cual tiene el menor puntaje.

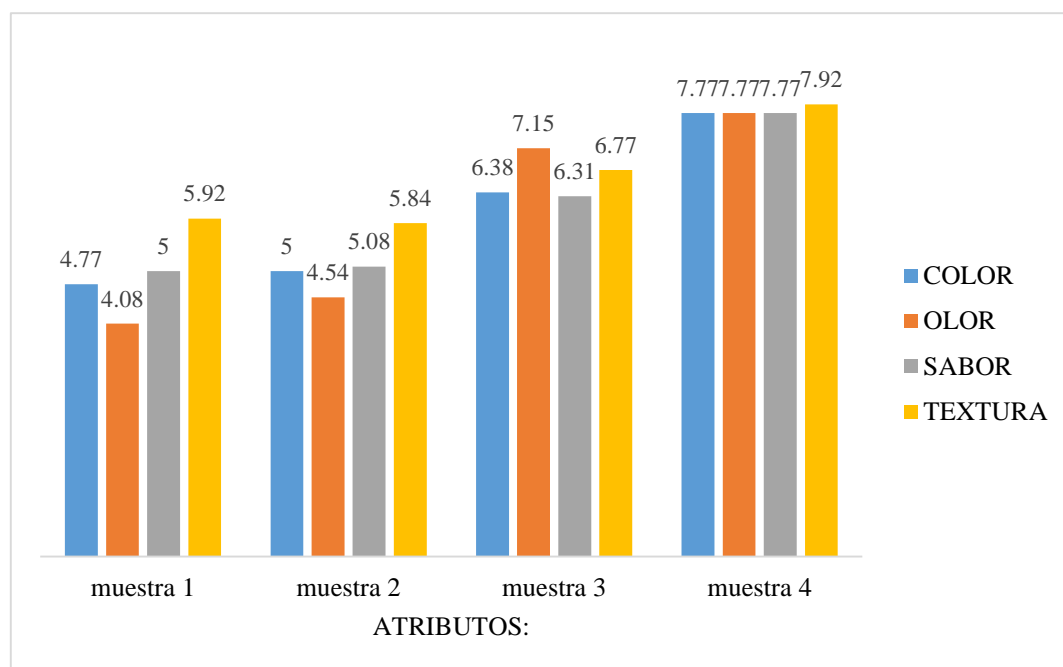
**Tabla III- 17***Resultado del análisis organoléptico de la muestra M-4 según la escala hedónica*

<b>Muestra 4</b>					
T= Temperatura 120 °C, t= tiempo 65 minutos					
<b>Jueces</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>∑</b>
1	6	7	6	6	25
2	8	8	9	6	31
3	8	8	7	8	31
4	9	8	9	9	35
5	6	7	7	7	27
6	9	9	9	9	36
7	7	9	6	8	30
8	8	7	8	8	31
9	9	9	8	8	34
10	8	8	8	9	33
11	9	8	9	9	35
12	8	7	8	8	31
13	6	6	7	8	27
<b>∑ Total</b>	101	101	101	103	406
<b>Promedio</b>	<b>7,76</b>	<b>7,76</b>	<b>7,76</b>	<b>7,92</b>	<b>31,23</b>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018

En la Tabla III-17 se observa que la textura es la característica mejor evaluada de la muestra M-4, siendo lo contrario en la característica de sabor, olor y color el cual tiene el menor puntaje.

En la Figura 3-6 se presenta un resumen general de los resultados finales obtenidos con los valores promedios de cada atributo para las diferentes muestras.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 3-10** Resultados del análisis sensorial del café de palqui.

La Figura 3-6, se puede observar que la muestra M-4 presenta los promedios mas altos en los cuatro atributos (olor, color, sabor y textura) establecidos para la escala hedónica, ***razón por la cual se estableció como la muestra seleccionada***, es importante resaltar que este sucedáneo del café el cual posee un color más oscuro en cuanto a aspecto, presenta una textura agradable al tacto, sabor más asemejado al del café, olor muy agradable y además de ser un producto muy nutritivo.

### 3.10 Resultados de los análisis fisicoquímicos de la semilla de palqui

En las Tablas III-18, Tabla III-19, Tabla III-20 y la Tabla III-21 que se exponen a continuación muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos (Anexo A) realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de La Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, de las siguientes muestras: materia prima semilla de palqui, café de palqui, humedad de cada muestra después del tostado.

El resultado obtenido en la composición fisicoquímica de la semilla de palqui en comparación con datos bibliográficos de Malkind (2018) mostrados en el Capítulo I, Tabla I-3, se expone en la Tabla III-18:

**Tabla III- 18**

*Composición fisicoquímicas de la semilla de palqui comparado con datos bibliográficos Malkind, 2008*

Parámetro		Resultado experimental (CEANID)	Dato bibliografico (Malkind, 2008)
Calcio total	mg/100g	76,1	162
Ceniza	%	3,85	5,09
Fibra	%	2,40	2,95
Grasa	%	14,18	13,00
Hidratos de carbono	%	33,02	38,10
Hierro total	mg/100g	5,28	6,76
Humedad	%	9,11	8,81
Proteína total(Nx6.25)	%	36,64	38,10
Valor energético	kcal/100 g	413,41	432

**Fuente:** Elaboracion propia, 2018

Los resultados de la Tabla III-18 nos muestran los parametros de interés para la presente investigacion un 36,64 % proteina total, 413,41 kcal/100 g de valor energetico y una humedad de 9,11%. Lo cual comparando con datos bibliograficos expuestos por Malkind (2008) expuestos en el Capítulo I, presenta una humedad superior a los datos bibliograficos, valor energetico muy elevado y en proteina tiene menor porcentaje.

Los resultados obtenidos para el analisis fisicoquimico que presenta el café de palqui en comparacion con datos bibliograficos (Malkind, 2008) se expone en la Tabla III-19.

**Tabla III- 19***Propiedades fisicoquímicas del café de palqui comparado con datos bibliográficos*

Parámetro		Resultado experimental (CEANID)	Dato bibliográfico (Malkind, 2008)
Calcio total	mg/100g	69,9	343
Ceniza	%	4,04	4,75
Fibra	%	4,83	2,95
Grasa	%	12,70	10,00
Hidratos de carbono	%	37,63	50,40
Hierro total	mg/100g	12,2	7,34
Humedad	%	1,36	3,12
Proteína total (Nx6.25)	%	39,44	30,20
Valor energético	kcal/100 g	422, 58	412

**Fuente:** Elaboracion propia, 2018

Realizando una comparacion de los resultados obtenidos en la Tabla III-19, basados en parámetros de interés para la investigación, se puede observar que la proteína alcanzada en la es de 39,44% mucho mayor que la obtenida en datos bibliograficos, el valor energetico obtenido es de 422,58 kcal/100g mucho mayor que el dato bibliografico y alcanzando una humedad de 1,36% mucho menor respecto a los datos bibliograficos.

En la Tabla III-20 se exponen los resultados de humedad por el CEANID:

**Tabla III- 20***Análisis de humedad de las distintas muestras de palqui*

Parámetro	Técnica y/o método de ensayo	Unidad	Muestra	Resultado (%)
Humedad	Nb 313010:05	%	M-1	2,02
			M-2	1,90
			M-3	1,59
			M-4	1,35

**Fuente:** CEANID, 2018.

En la Tabla III-20, se observa el porcentaje de humedad de la muestra M-1, presenta un 2,02% siendo el de mayor valor en comparación con las demás muestras de tostado.

La muestra M-2, presenta una humedad del 1,90%, demostrando que a medida que se aumenta el tiempo de tostado mayor es la pérdida de agua de la semilla de palqui.

La muestra M-3, presenta una humedad de 1,59%, demostrando que, si se aumenta la temperatura de tostado, la pérdida de agua es mayor en comparación con la muestra M-1, debida a que ambas muestras fueron trabajadas a un tiempo de 50 minutos, pero a distintas temperaturas

La muestra M-4, es la que presento mayor pérdida de agua, dando una humedad de 1,35 % demostrando que, a mayor temperatura y tiempo de tostado, mayor es la pérdida de agua de la semilla de palqui.

En la Tabla III-21 se exponen las comparaciones de resultados de humedad.

**Tabla III- 21**

*Variable respuesta “humedad”, comparada con datos de CEANID y datos bibliográficos (Malkind, 2008)*

	<b>Datos experimentales (Laboratorio)</b>				
	<b>Unidad</b>	<b>M-1</b>	<b>M-2</b>	<b>M-3</b>	<b>M-4</b>
Humedad inicial	%	9,00	8,95	9,05	9,12
Humedad final	%	2,02	1,90	1,59	1,35
<b>Datos experimentales (CEANID)</b>					
Humedad inicial	%	9,11	9,11	9,11	9,11
Humedad final	%	2,00	1,91	1,63	1,36
<b>Datos bibliográficos</b>					
Humedad inicial	%	8,81			
Humedad final	%	3,12			

**Fuente:** CEANID, 2018.

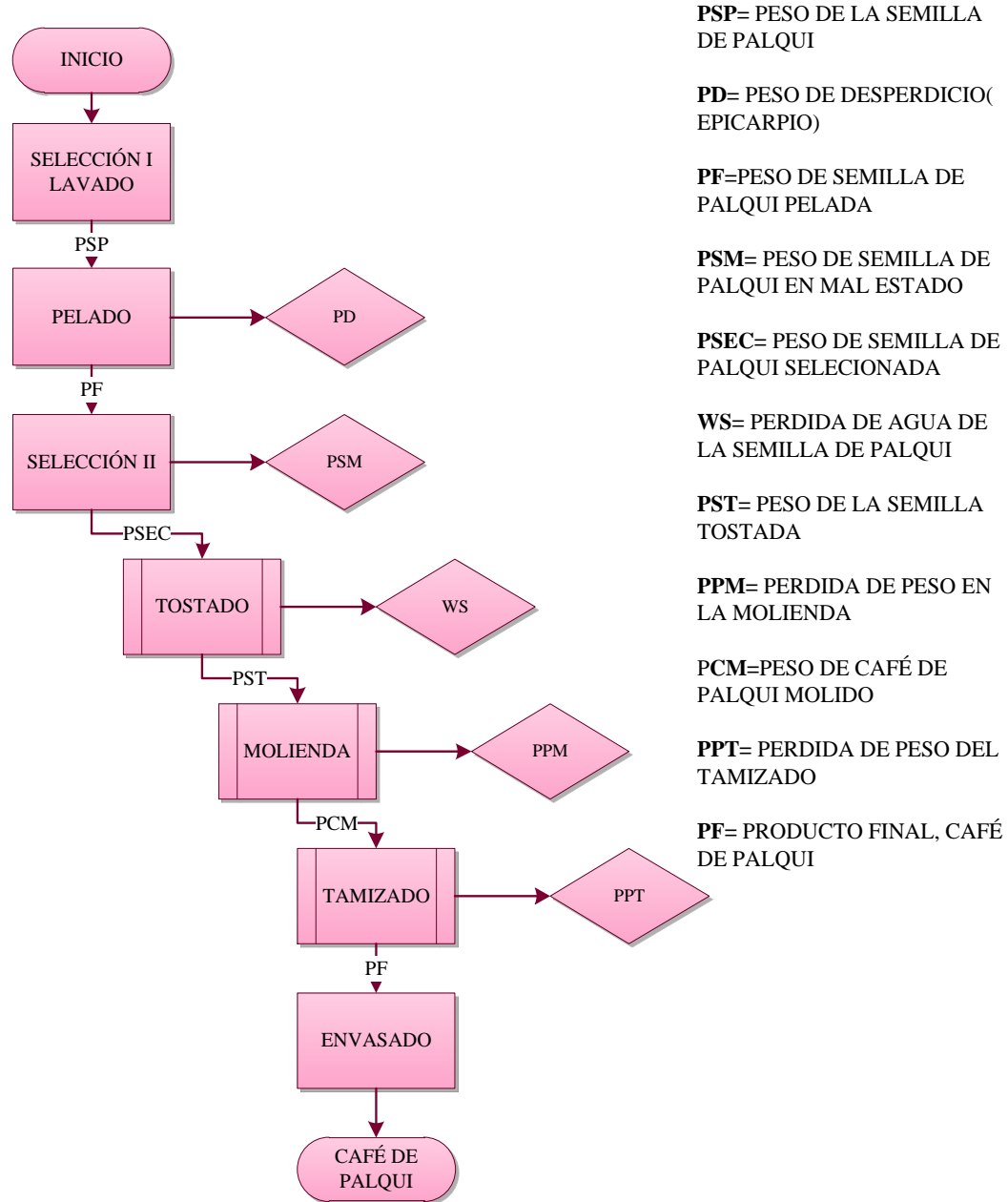
Como se muestra en la Tabla III-21 se puede verificar los datos obtenidos de la parte experimental durante el tostado, los resultados de humedad presentados por CEANID,

además de comparar con datos bibliográficos (Malkind, 2008), donde los datos de la parte experimental son semejables a los resultados brindados por el laboratorio de CEANID de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, sin embargo, estos muestran una gran diferencia en comparación con los datos bibliográficos asumiendo que el estado de la semilla con que se trabajó para el presente trabajo de investigación aun poseía un alto contenido de agua.



## **CAPÍTULO IV**

# **BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 4- 1** Diagrama de flujo del proceso de obtención de café a partir de las semillas de palqui.

#### 4.1 Balance de materia

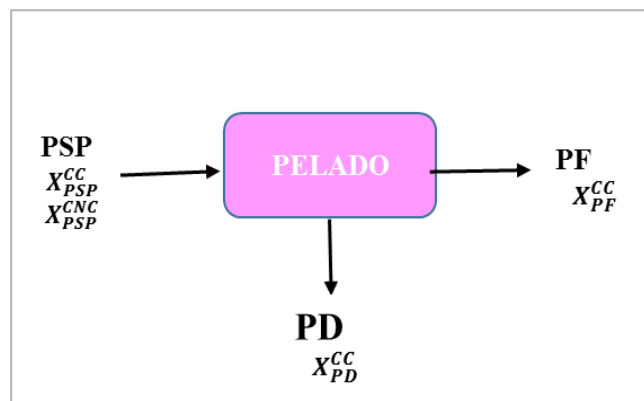
En las etapas de recolección y lavado no se tiene pérdidas de masa y energía, ya que no sufren ningún proceso de transformación, por tanto, se realiza el balance de materia y energía para la muestra selecciona M-4 con un peso de 600,6 gramos de materia prima “semilla de palqui” y para procesar se trabajo con 100 gramos.

##### 4.1.1 Balance de materia en el pelado de la semilla de palqui

En la figura 4-2 se muestra el diagrama de flujo para el balance de materia en el pelado de la semilla de palqui.

$X_{PSP}^{CC}$  = Composición comestible del palqui

$X_{PSP}^{CNC}$  = Composición no comestible del palqui



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 4-2 Balance de materia en el proceso de pelado.

#### Datos:

PSP= 600,6 gramos

$X_{PSP}^{CC} = 0,4137$

$X_{PSP}^{CNC} = 0,5863$

#### Balance global de materia en el pelado de la semilla de palqui

$PSP = PF + PD$  .....(Ecuacion IV-1)

Balance parcial de materia para la composición comestible del palqui

$$PSP * X_{PSP}^{CC} = PF * X_{PF}^{CC} + PD * X_{PD}^{CC} \dots\dots\dots(Ecuación IV-2)$$

$$PSP * X_{PSP}^{CC} = PF * X_{PF}^{CC}$$

$$PF = \frac{PSP * X_{PSP}^{CC}}{X_{PF}^{CC}}$$

$$PF = \frac{600,6 * 0,4137}{1}$$

PF= 248,46 gramos de semilla de palqui.

Balance parcial de materia para la composición no comestible de semilla de palqui

$$PSP * X_{PSP}^{CNC} = PF * X_{PF}^{CNC} + PD * X_{PD}^{CNC} \dots\dots\dots(Ecuación IV-3)$$

$$PSP * X_{PSP}^{CNC} = PD * X_{PD}^{CNC}$$

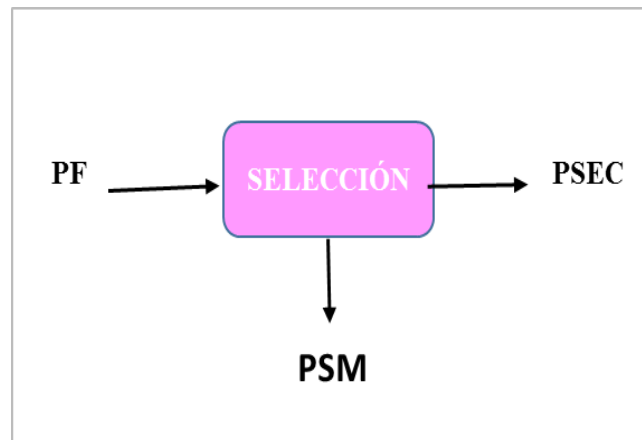
$$PD = \frac{PSP * X_{PSP}^{CNC}}{X_{PD}^{CNC}}$$

$$PD = \frac{600,6 * 0,5863}{1}$$

PD = 352,13 gramos

#### 4.1.2 Balance de materia en la selección de la semilla de palqui

En la Figura 4-3 se muestra el diagrama de flujo para el balance de materia en la selección de la semilla de palqui.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 4-3** Balance de materia en la selección de la semilla de palqui.

**Datos:**

PF= 248,46 gramos

PSM= 352,13gramos

Balance global de materia en el tostado de la semilla de palqui

$$PF = PSEC + PSM \dots\dots\dots \text{(Ecuación IV-4)}$$

$$PSEC = PF - PSM$$

$$PSEC = 352,13 - 248,46$$

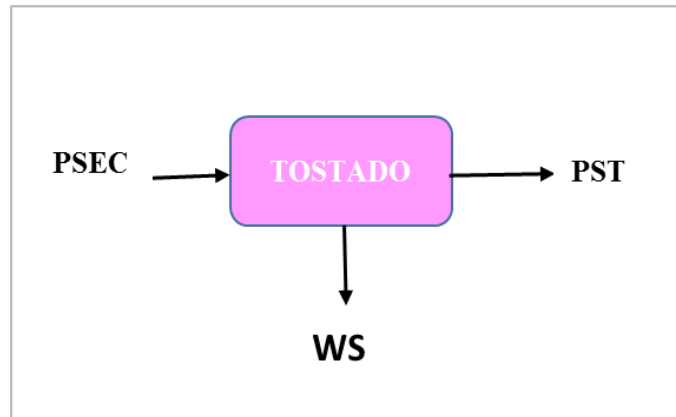
$$PSEC = 103,67 \text{ gramos}$$

**4.1.3 Balance de materia en el tostado de la semilla de palqui**

En la figura 4-4 se observa el diagrama de flujo para el balance de materia en el tostado de la semilla de palqui.

$X^{PSEC}$  = Humedad en base seca del palqui a la entrada (kg agua/kg solido seco)

$X^{PST}$  = Humedad en base seca del palqui a la salida (kg agua/ kg solido seco)



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura 4-4** Balance de materia en el tostado de la semilla de palqui

**Datos:**

$PSEC = 103,67$  gramos

$X^{PSEC} = 0.1013$  g agua/g solido seco

$X^{PST} = 0,0137$  g agua/g solido seco

Balanza global de materia en el tostado de la semilla de palqui

$$PSEC = WS + PST \dots \dots \dots \text{(Ecuación IV-5)}$$

Reemplazando datos de la ecuación IV-5, tenemos:

$$103,67 = WS + PST$$

$$PST = 103,67 - WS \dots \dots \dots \text{(Ecuación IV-6)}$$

Balance de humedad

$$PSEC * X^{PSEC} = WS * X^{WS} + PTS * X^{PTS} \dots \dots \dots \text{(Ecuación IV-7)}$$

Reemplazando valores en la ecuacion IV-7

$$103,67 * 0,1013 = WS * X^{WS} + PTS * 0,0137$$

$$10,501 = WS + 0,0137 (PTS) \dots\dots\dots(\text{Ecuación IV-8})$$

Con la Ecuación IV-7 se tiene:

$$10,501 = WS + 0,0137 (103,67 - WS)$$

$$10,501 = WS + 1,42 - 0,0137WS$$

$$9,081 = WS (1 - 0,0137)$$

$$WS = \frac{9,081}{1-0,0137}$$

$$WS = 9,20 \text{ g. de agua}$$

Reemplazando en la Ecuación IV-8

$$10,501 = 9,20 + 0,0137 PTS$$

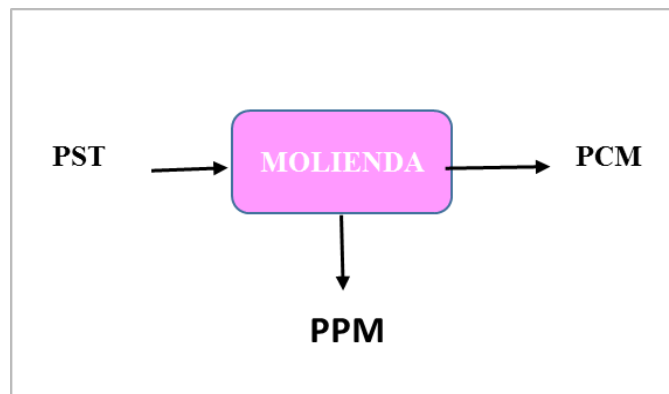
$$0,0137 PTS = 10,501 - 9,20$$

$$PTS = \frac{1,301}{0,0137}$$

$$PTS = 94,96 \text{ g. de palqui tostado}$$

#### 4.1.4 Balance de materia en la molienda de la semilla de palqui tostado.

En la Figura 4-5, se observa el diagrama de flujo de balance de materia en la molienda de la semilla de palqui.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura 4-5** Balance de materia en la molienda de la semilla de palqui tostado

**Datos:**

PTS = 94,96 g. de palqui tostado

PCM= 86,51 g. de café de palqui

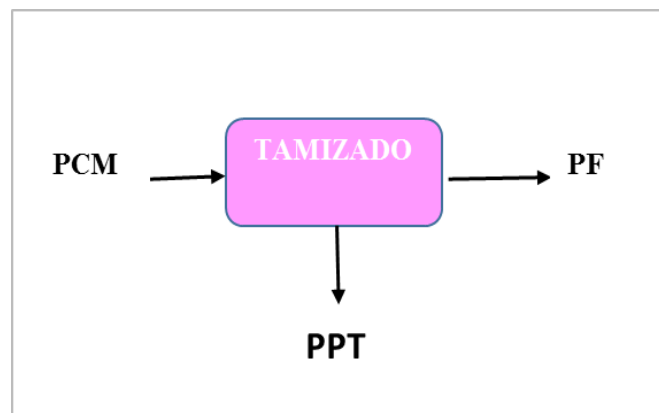
Balanza global en la molienda de la semilla de palqui tostado

**PST=PCM + PPP .....(Ecuación IV-9)**

PPP=PTS - PCM

PPP=94,96 g - 86,51 g

PPP=8,45 gramos de perdida durante la molienda

**4.1.5 Balance de materia en el tamizado de la semilla de palqui molido.**

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

*Figura 4- 6 Balance de materia en el tamizado de la semilla de palqui molido*

**Datos:**

PCM= 86,51 g. de café de palqui

PF= 74,95 g. de producto final (café de palqui)

Balanza global en el tamizado de la semilla de palqui molido

**PCM = PF + PPT.....(Ecuación IV-10)**

PPT = PCM - PF



$$PPT = 86,51 \text{ g.} - 74,95 \text{ g.}$$

PPT = 11,56 gramos de pérdida durante el tamizado del café de palqui

**Producto final** = 74,95 gramos de café de palqui.

#### 4.2 Balance de energía del proceso de tostado de la semilla de palqui

Para realizar el balance de energía en el tostado, se consideró que el proceso es por conducción térmica, debido a que el tostador es de material de acero inoxidable grueso el cual tiene su propia conductividad térmica de 17,40, en el cual se pudieron medir las variables para aplicar la ley de Fourier, el cual nos dice que el flujo térmico es la energía térmica que atraviesa una superficie en la unidad de tiempo.

Para ello se realizó los siguientes cálculos:

##### Calculo de flujo de energía de la fuente de calor del quemador de gas.

El poder calorífico del gas propano ( $C_3H_8$ ) es de 2045,4 Kj/Kg.

Consumo de gas:  $m=0.002971 \text{ kg/s}$ . (fugas despreciables)

El flujo de calor del quemador es:

$$Q = q(m) \dots \dots \dots \text{(Ecuación IV-11)}$$

Donde:

$Q$  = flujo de calor del quemador

$q$  = poder calorífico del gas propano

$m$  = consumo de gas

Reemplazando valores en la ecuación IV-11:

$$Q = 2045,4 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \left( 0,002971 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} \right)$$

$$Q = 6,077 \frac{\text{Kj}}{\text{s}}$$

#### 4.2.1 Cálculo de calor requerido para calentar la superficie del tostador manual

El calentamiento se realizó durante 5 minutos que equivale a 300 segundos para alcanzar una temperatura de 120 °C de la superficie interna del tostador.

Por lo cual con la siguiente ecuación:

$$Q = \dot{Q} * t \dots\dots\dots(\text{Ecuación IV-12})$$

**Donde :**

Q= Calor para calentar la superficie interna del tostador manual a 120°C

t= Tiempo necesario para el calentamiento (5 min.)

Reemplazando datos en la Ecuación IV-12, se tiene:

$$Q = (6,067 \text{ kJ/s}) * (300 \text{ s})$$

$$Q = 1820,1 \text{ KJ } \text{ ó } 435,014 \text{ Kcal}$$

#### 4.2.2 Cálculo de calor requerido para el tostado de la semilla de palqui

La transferencia de calor es por conducción por lo tanto se aplica la ley de Fourier.

$$Q = k \frac{2\pi L(T_1 - T_2)}{\ln \frac{r_1}{r_0}} \dots\dots\dots(\text{Ecuación IV-13})$$

**Dónde:**

Q= calor requerido para el tostado

k= conductividad térmica del acero inoxidable

L= longitud del tambor

T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> = temperaturas superficiales del tostador

r<sub>0</sub> y r<sub>1</sub> = radios del tambor

Reemplazando la Ecuación IV-13

$$Q = 17,40 \frac{2(3,1415)(0,11\text{m})(121,5^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C})}{\text{Ln} \frac{0,111}{0,11}}$$

$$Q = 1993,239 \text{ KW } \text{ ó } 0,476076 \text{ kcal/s.}$$

El calor necesario para el tostado de la semilla de palqui se calcula reemplazando datos en la Ecuación IV-12, el tiempo de tostado es de 65 minutos.

$$Q = (0,476 \text{ Kcal/s}) (3900 \text{ s})$$

$$Q = 1856,696 \text{ Kcal}$$

#### 4.2.3 Cálculo de flujo de calor de las semillas de palqui

$$Q = mC_p(T_2 - T_1) \dots \dots \dots \text{(Ecuación IV-14)}$$

**Dónde:**

$m$  = flujo másico del producto (semillas de palqui) (0,000063131 kg/s.)

$C_p$  = calor específico de las semillas de palqui

$T_2$  = temperatura de tostado (120 °C)

$T_1$  = Temperatura inicial (5°C)

Cálculo del calor específico de la semilla de palqui ( $C_p$ ), usando la ecuación de Choi y Oikos, 1983)

$$C_p = 4,180M_a + 1,711M_p + 1,928M_g + 1,547M_c + 0,908M_m \dots \dots \dots \text{(Ecuación. IV-15)}$$

**Dónde:**

$M_a$  = Masa de humedad.

$M_p$  = Masa de proteína.

$M_g$  = Masa de grasa.

$M_c$  = Masa de carbohidratos.

$M_m$  = Masa de cenizas.

Tabla IV- 1

*Composición de la semilla de palqui.*

Parámetro	Resultado (g)	Resultado (kg)
Ceniza	3,85	0,0385
Grasa	14,18	0,1418
Humedad	9,11	0,0911
Proteína total(Nx6.25)	36,64	0,3664
Carbohidratos	33,02	0,3302

Fuente: CEANID, 2018.

Reemplazando en la Ecuación IV-15, se tiene:

$$C_p = 4,180(0,0911) + 1,711(0,3664) + 1,928(0,1418) + 1,547(0,3302) + 0,908(0,0385)$$

$$C_p = 1,826 \text{ Kj/Kg}^\circ\text{C}$$

Cálculo de flujo de calor de las semillas de palqui, aplicando la ecuación IV-14:

$$Q = 0,000063131 \text{ Kg/s} (1,826 \text{ Kj/Kg}^\circ\text{C})(120 - 5)^\circ\text{C}$$

$$Q = 0,01325 \text{ Kj/s} \text{ ó } 0,003167 \text{ Kcal/s}$$

El tiempo de tostado es de 65 minutos, por tanto:

$$Q = Q * t \dots\dots\dots(\text{Ecuación IV-16})$$

$$Q = 0,003167 \text{ Kcal/s} * 3900 \text{ s}$$

$$Q = 12,3513 \text{ Kcal}$$

#### 4.2.4 Cálculo de calor total requerido para el tostado de la semilla de palqui

$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_{\text{CALENTAMIENTO}} + Q_{\text{TOSTADO}} + Q_{\text{CAFÉ}} \dots\dots\dots(\text{Ecuación IV-17})$$

Reemplazando valores en la ecuación se tiene:

$$Q_{\text{TOTAL}} = 435,014 \text{ Kcal} + 1856,696 \text{ Kcal} + 12,3513 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 2304,0613 \text{ Kcal.}$$

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

Se puede concluir que:

- En la Tabla III-1 del capítulo III se puede concluir que mientras mayor sea el estado de madurez de la semilla de palqui, esta tendera a ser de color marron oscuro y la dificultad en pelado sera mayor.
- En la Tabla III-2 del capitulo III, se puede apreciar que para las cuatro muestras se utilizo un promedio de 600, 325 gramos de semilla de palqui, dando un promedio de porcion no comestible del 57,14 % y 42, 86 % de porcion comestible.
- En la Tabla III-3 del capitulo III, el ensayo de la muestra M-1 es la que presenta un mayor porcentaje de humedad del 2,02% y un color muy ligero con respecto a las demas muestras, mientras el ensayo de la muestra M-4 tiene el menor porcentaje de humedad del 1,35% acompañado de un color obscuro medio, muy parecido al café.
- Durante el tostado de la semilla de palqui se pudo llegar a la conclusion:
  - Textura:** Durante el tostado presentó un cambio en la textura de la semilla seca, mostrando una textura liviana, libre de agua, y quebradiza, fácilmente molturable. A medida que la temperatura aumento, la textura se hace ligeramente más liviana y quebradiza facilitando asi la molienda.
  - Color:** El cambio de color de la semilla seca es muy notoria ya que presento variacion de color en distintos tonos, debido al pardeamiento no enzimático que presenta en presencia de calor, su color cambia de marrón ligero a marrón-oscuro, todo depende del tiempo y temperatura de tostado.
- En la Tabla III-4 se puede apreciar la disminucion de peso de las muestras:la muestra M-1 pesa 91,00 gramos , la muestra M-2 tiene un peso de 91,05 gramos, mientras que la muestra M-3 tiene un peso de 90,95 gramos y finalmente la muestra M-4 tiene un peso de 90,88 gramos

- Se puede concluir que en la Tabla III-5 del capítulo III, la muestra M-1 tostada en un tiempo de 50 minutos y 110°C, presenta el mayor porcentaje de humedad de 2%, la muestra M-2 tostada en el mismo tiempo pero a 120 °C presenta una humedad de 1,57%. Sin embargo la muestra M-2 tostada a 65 minutos a 110 °C tiene una humedad de 1,89% y la muestra M-4 tostada en el mismo tiempo pero a 120 °C presenta un menor porcentaje de humedad de 1,33%.
- Se puede concluir que el mayor contenido de humedad en base seca con 0.0206 kg H<sub>2</sub>O/kg SS en un tiempo de 50 minutos es de la muestra M-1, así mismo la muestra M-4 es la que tiene menor porcentaje de humedad en base seca con un 0.0137 kg H<sub>2</sub>O/kg SS.
- En la molienda se trabajó con 90, 88 gramos de la semilla de palqui tostada, introduciendo la alimentación al 100% del cual se obtuvo una pérdida de 4,8% y semilla molida de 95,2%
- Durante el tamizado para la muestra selecciona M-4 se tuvo una perdida de 11,76 gramos debido a la retencion del tamaño de particulas en los tamices de mayor granulometria.
- Se pudo determir que durante todo el proceso considerando : 600, 6 gramos de materia prima “semilla de palqui” se obtuvo 248,45 gramos de semilla para procesarla, de los cuales se trabajó con 100 gramos para el tostado obteniendo un peso de 90,88 gramos de semilla de palqui tostado, y como producto de la molienda se obtuvo 86, 51 gramos, por ultimo se procedio al tamizado obteniendo un producto final de 74, 95 gramos de café de palqui en la muestra M-4 seleccionada.
- En funcion al analisis organoléptico realizado para definir los mejores atributos que presente el café de palqui elaborado según el diseño factorial aplicado, se llego a la conclusion que el café de palqui debe ser elaborado bajo las siguientes condiciones:

Temperatura: 120 °C

Tiempo: 65 minutos

- Se puede concluir que el café de palqui obtenido en la presente investigación posee un alto contenido de nutrientes: 69,9 mg/100g de Calcio, 5,28 mg/100g de Hierro, 36,64 % de Proteína y 413,41 kcal/100g de valor energético, por tanto el producto es apto para el consumo de las personas especialmente por personas mayores y niños desnutridos, además de que es un producto libre de cafeína lo cual hace que sea un café de consumo general.

## **5.2 Recomendaciones**

- Se recomienda un estudio general integral de la semilla de palqui, para aprovechar sus desperdicios como la cáscara por ejemplo, se podría trabajar con un nuevo café incluida la cáscara.
- Habilitar en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la U.A.J.M.S, un tostador adecuado para la realización de futuras investigaciones que tengan como objeto el proceso de tostado.
- El aprovechamiento de los sub productos del café de palqui, puede proporcionar una fuente potencial en la elaboración de nuevos productos para el consumo como galletas de palqui, café lixiviado de palqui, harina de palqui.



## **BIBLIOGRAFIA**

### Bibliografía

- Abeywardena M. & Head R. (2001).** “*Long chain n-3 polyunsaturated fatty acids and blood vessel function.*” *Cardiovasc Res*, vol. 52, pp. 361-371. **Fecha consultada:** 05 de Abril de 2018.
- Acosta Ismael (2018).** Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.
- Alvarez G. (2006).** Diseño y fabricación de un sistema de empaquetado para café tostado. **Fecha consultada:** 30 de agosto de 2018.
- Arrega Alzate Carlos E. (2003).** *Procesamiento de alimentos.* Universidad nacional de Colombia sede Manizales. **Fecha consultada:** 23 de septiembre de 2018.
- Brown Glenn Eugene (1977).** *Química cuantitativa, pagina 59.* **Fecha consultada:** 08 de enero de 2019.
- Bligh & Dyer (1959).** “A rapid method of total lipid extraction and purification.”, *vol. 37, pp. 911-917.* **Fecha consultada:** 02 de abril de 2018.
- Castañeda Maurem Paola (2013).** Importancia del Control de Calidad Sensorial en el Sector Cárnico. Primer seminario de inyección y marinado para carnes. PROEXCAR S.A.S. 2013. Medellín. **Fecha consultada:** 9 de junio de 2018.
- Castro F. (2016).** Tipos de molinos. **Encontrada en :** <https://prezi.com/vjrrzcmfsl0/tipos-de-molinos/>. **Fecha consultada:** 14 de mayo de 2018.

**Castillo L. Muñoz M. (2016).** Manual basico de buenas practicas para el tostado del café. **Fecha consultada:** 6 de agosto de 2018.

**Colque Acuña Mary Luz (2016, noviembre).** *Obtención de harina a partir del zapallo enriquecida con harina de amaranto como suplemento alimenticio.* Trabajo de grado (Licenciatura en ingeniería química). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Facultad de Ciencia y Tecnologías. Tarija (Bolivia).

**Dubois V. (2007).** *“Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential.”* Eur. J. Lipid Sci. Technol, vol. 109, pp. 710- 732.  
**Fecha consultada:** 05 de Abril de 2018.

**Douglas A. & Donald W. (1997).** *Fundamentos de química analítica, volumen 2.*  
**Fecha consultada:** 4 de abril de 2019.

**Echeverri D. & Buitrago L. (2005)** revista colombiana de cardiología, volumen 11.  
**Fecha consulta:** 24 de noviembre de 2018.

**Escalera Vásquez & Caba (2015, junio 30).** *Evaluación de las propiedades nutricionales y efectos en la salud de la semilla de palqui (Acacia Feddeana Harms).* **Fecha consultada:** 29 de abril de 2018.

**Disponible en:** <http://www.upb.edu/es/contenido/evaluaci%C3%B3n-de-las-propiedades-nutricionales-y-efectos-en-la-salud-de-la-semilla-de-palqui>

**Fajardo Marcelo Elias (2001).** *“Concentrado y aislado proteico a partir de semillas de palqui.”* Tesis de Grado, Carrera de Química Industrial, UMSA. **Fecha consultada:** 01 de Abril de 2018.

**Fernández Muñoz Juan (1988).** Origen e historia, cultivo de café. Tomo I. **Fecha consultada:** 09 de Julio de 2018.

**Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2008, noviembre).** “*Fats and fatty acids in human nutrition. Report of expert consultation.*” FAO Food and Nutrition Paper 91. **Fecha consultada:** 02 de Abril de 2018.

**Guerrero Chanduví D. (2014, noviembre 15).** *Proyecto: diseño de una línea de producción para elaboración de café instantáneo de algarroba.* **Fecha consultada:** 30 de abril de 2018

**Gonzales O. (2016).** Molino para granos estrella. **Consultado en:** [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-545136442-molino-para-granos-estrella-de-mano-aluminio-\\_JM?quantity=1](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-545136442-molino-para-granos-estrella-de-mano-aluminio-_JM?quantity=1).

**Gutiérrez H. & Vara R. (2012).** *Análisis de diseño de experimentos, segunda edición.* **Fecha consultada:** 4 de abril de 2019.

**Ibartz A. & Ribas A. (2005).** *Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos, pagina 613.* **Fecha consultada:** 14 de diciembre de 2018.

**Ibisch P. (2002, febrero 16).** *Mapa de los bosques nativos andinos de Bolivia.* **Fecha consultada:** 22 de marzo de 2018.

**Disponible en:** <http://www.google.com.bo/books>

**Infocafe (2006).** Disponible en: <https://www.infocafe.es/index.php>. **Fecha consultada:** 5 de mayo de 2018.

- Lehr H. (1991).** *“Dietary fish oil reduces leukocyte/endothelium interaction following systemic administration of oxidatively low density lipoprotein”* in *Circulation*, vol. 84, pp. 1725-1731. **Fecha consultada:** 15 de Abril de 2018.
- Lopez D. (2000).** *Características fenológicas del palqui accia feddeana harms.* **Fecha consultada** 27 de mayo de 2018.
- Marquez G. ( 2017, Enero 08).** *“caña cruz, la comunidad que sobrevive con el café”* El País. **Fecha consultada:** 15 de Abril de 2018.
- Ministerio de Previsión Social y Salud Publica División Nacional de Nutrición, Lab. Bioquímica Nutricional (1984).** *"Tabla de Composición de Alimentos bolivianos"*, La Paz - Bolivia. **Fecha consultada:** 01 de Abril de 2018.
- Murillo Alexis (1990).** Tesis de maestria en ciencias, pagina 13. **Fecha** consultada: 10 de julio de 2018
- Norma Española. U.N.E. 55-037-73. (1973, Octubre).** *Materias Grasas. Determinación de Acidos Grasos por Cromatografía Gaseosa.* Madrid - España, Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (IRANOR). **Fecha consultada:** 02 de Abril de 2018.
- Ordoñez M. (2006).** Desafios tecnologicos de la normativa del medio ambiente. **Fecha consultada:** 3 de abril de 2018.
- Patiño Armando (2000).** *Introduccion a la ingenieria quimica: balances de massa y energia.* **Fecha consultada:** 6 de julio de 2018.

**Peca C. (2013, Julio 07).** “*El palqui (Acacia feddeana), alimento natural de comunidades campesinas de la provincia Nor Chichas*”. **Fecha consultada:** 18 de abril de 2018.

**Disponible en:**<http://www.boliviarrural.org/component/opiniones/opinione/197-el-palqui-acacia-feddeana-alimento-natural-de-comunidades-campesinas-de-la-provincia-nor-chichas-de-.html>.

**Periódico Digital PIEB (2008, Julio 3).** *Estudio: La semilla de palqui tiene potencial para industria.* **Fecha consultada:** 18 de mayo de 2018

**Disponible en:**[http://www.pieb.com.bo/sipieb\\_notas.php?idn=2804](http://www.pieb.com.bo/sipieb_notas.php?idn=2804)

**Rivero Luis (1999).** “*Evaluación Ecológica para Generar las Bases Técnicas para el Manejo Forestal del Palqui (Acacia feddeana) en Comunidades de las Provincias Nor y Sur Cinti-Chuquisaca-Bolivia.*” Tesis de Grado, Observatorio Ambiental UAGRM. **Fecha consultada:** 28 de Mayo de 2018.

**Rigoplast (2010).** *Industria de plásticos.* **Fecha consultada:** 01 de abril de 2018.

**Salazar Gabriela (2016, noviembre).** *Obtención de harina de papa a partir de la variedad hojosa.* Trabajo de grado (Licenciatura en ingeniería química). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Facultad de Ciencia y Tecnologías. Tarija (Bolivia).

**Saldias R. (1993).** *Evaluación sensorial de los ácidos grasos del palqui.* **fecha consultada:** 22 de julio de 2018.

**Seminario Nueva Economía (2009, Noviembre 8).** *Un producto de la madre naturaleza, Palqui, café con aroma de salud. Estudio de mercado.* **Fecha consultada:** 20 de mayo 2018.

**Disponible:**<https://www.google.com.bo/webhp?sourceid=chromeinstant&ion=1&espv=2&ie=UTF8#q=Semanario+Nueva+Econom%C3%ADa.+Un+producto+de+la+madre+naturaleza%2C+Palqui%2C+caf%C3%A9+con+aroma+de+salud.+Estudio+de+mercado>

**Villarreal Andrade Amparo (2013).** *“Obtención de un sucedáneo del café a partir de la haba y fréjol tostados”.* Trabajo de grado (Licenciatura en ingeniería química). Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química. **Fecha consultada:** 30 de abril de 2018.

**Varillas D. (2004).** *Tipos de envases de plasticos para alimentos y seguridad.* **Fecha consultada:** 13 de mayo de 2018.

**ANEXO A**

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

**FISISCOQUÍMICOS**





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"**

*Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales*

HERBARIO UNIVERSITARIO (T. B.)



Campus "El Tejar" - Telf. (591)-66-43121 - Fax: (591)-66-43403 - P.O. BOX 51 Tarija - Bolivia

Tarija, 08 de mayo de 2018

Taxonomía del Palqui, a favor de la señorita Univ. Rosa Elena Segovia Ocampo, para su trabajo de Tesis de Grado en Ing. Química.

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Corolinos

Orden: Rosales

Familia: Fabaceae o Leguminosae

Subflia.: Mimosoideae

Nombre científico: *Acacia feddeana* Harms.

Nombre común: Palqui

Ing. M.Sc. Ismael Acosta Galarza  
Encargado Herbario Universitario





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Rosa Elena Segovia Ocampo				
Solicitante:	Rosa Elena Segovia Ocampo				
Dirección:	Rancho Norte				
Teléfono/Fax:	75132880	Correo-e	***	Código	AL 137/18

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Semilla de palqui				
Código de muestreo:	***	Fecha de vencimiento:	***	Lote:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2018-03-01				
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto)	El Puente - Mendez - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Lugar de elaboración				
Responsable de muestreo:	Rosa Elena Segovia Ocampo				
Código de la muestra:	491 FQ 330	Fecha de recepción de la muestra:	2018-06-14		
Cantidad recibida:	300 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2018-06-14 al 2018-06-28		

### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES-
				Min.	Max.	
Calcio total	Absorción Atómica	mg/100g	76,1	Sin Referencia		Sin Referencia
Ceniza	NB 39034:10	%	3,85	Sin Referencia		Sin Referencia
Fibra	Gravimétrico	%	2,40	Sin Referencia		Sin Referencia
Grasa	NB 313019:06	%	14,18	Sin Referencia		Sin Referencia
Hidratos de Carbono	Cálculo	%	33,02	Sin Referencia		Sin Referencia
Hierro total	Absorción Atómica	mg/100g	5,28	Sin Referencia		Sin Referencia
Humedad	NB 313010:05	%	9,11	Sin Referencia		Sin Referencia
Proteína total(N x 6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	36,64	Sin Referencia		Sin Referencia
Valor energetico	Cálculo	Kcal/100 g	413,41	Sin Referencia		Sin Referencia

NB: Norma Boliviana  
% : Porcentaje

Kcal: Kilocalorias  
ISO: Organización Internacional de Normalización

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 28 de junio de 2018

Ing. Acadid Aceituno Cáceres  
JEFE DEL CEANID



Original: Cliente  
Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
 CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Rosa Elena Segovia Ocampo				
Solicitante:	Rosa Elena Segovia Ocampo				
Dirección:	Rancho Norte				
Teléfono/Fax:	75132880	Correo-e	***	Código	AL 137/18

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Café de palqui				
Código de muestreo:	***	Fecha de vencimiento:	***	Lote:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2018-06-01				
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto)	El Punte - Mendez - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Lugar de elaboración				
Responsable de muestreo:	Rosa Elena Segovia Ocampo				
Código de la muestra:	490 FQ 329	Fecha de recepción de la muestra:	2018-06-14		
Cantidad recibida:	300 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2018-06-14 al 2018-06-28		

### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
Calcio total	Absorción Atómica	mg/100g	69,9	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Ceniza	NB 39034:10	%	4,04	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Fibra	Gravimétrico	%	4,83	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Grasa	NB 313019:06	%	12,70	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Hidratos de Carbono	Cálculo	%	37,63	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Hierro total	Absorción Atómica	mg/100g	12,2	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Humedad	NB 313010:05	%	1,36	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Proteína total(N x 6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%	39,44	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia
Valor energetico	Cálculo	Kcal/100 g	422,58	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia

NB: Norma Boliviana  
 %: Porcentaje  
 Kcal: Kilocalorias  
 ISO: Organización Internacional de Normalización

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 28 de junio de 2018

Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
 JEFE DEL CEANID



Original: Cliente  
 Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGIA"  
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

<b>Cliente:</b>	Rosa Elena Segovia Ocampo				
<b>Solicitante:</b>	Rosa Elena Segovia Ocampo				
<b>Dirección:</b>	Rancho Norte				
<b>Teléfono/Fax:</b>	75132880	<b>Correo-e</b>	***	<b>Código</b>	AL 224/18

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

<b>Descripción de la muestra:</b>	Café de palqui (M-1)				
<b>Código de muestreo:</b>	***	<b>Fecha de vencimiento:</b>	***	<b>Lote:</b>	*****
<b>Fecha y hora de muestreo:</b>	2018-08-01				
<b>Procedencia</b> (Localidad/Prov/ Dpto)	Rancho Norte - Mendez - Tarija Bolivia				
<b>Lugar de muestreo:</b>	Lugar de elaboración				
<b>Responsable de muestreo:</b>	Rosa Elena Segovia Ocampo				
<b>Código de la muestra:</b>	748 FQ 463	<b>Fecha de recepción de la muestra:</b>	2018-08-24		
<b>Cantidad recibida:</b>	100 g	<b>Fecha de ejecución de ensayo:</b>	De 2018-08-27 al 2018-08-29		

### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LÍMITES
				Min.	Max.	
Humedad	NB 313010:05	%	2,00	Sin Referencia		Sin Referencia

NB: Norma Boliviana

%: Porcentaje

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 29 de agosto de 2018

Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
JEFE DEL CEANID



Original: Cliente  
Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
 FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"  
 CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
 Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
 Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
 Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
 Laboratorio Oficial del "SENASAG"



## INFORME DE ENSAYO

### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

<b>Cliente:</b>	Rosa Elena Segovia Ocampo			
<b>Solicitante:</b>	Rosa Elena Segovia Ocampo			
<b>Dirección:</b>	Rancho Norte			
<b>Teléfono/Fax:</b>	75132880	<b>Correo-e:</b>	***	<b>Código:</b> AL 224/18

### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

<b>Descripción de la muestra:</b>	Café de palqui (M-3)		
<b>Código de muestreo:</b>	***	<b>Fecha de vencimiento:</b>	***
<b>Lote:</b>	*****		
<b>Fecha y hora de muestreo:</b>	2018-08-01		
<b>Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto):</b>	Rancho Norte - Mendez - Tarija Bolivia		
<b>Lugar de muestreo:</b>	Lugar de elaboración		
<b>Responsable de muestreo:</b>	Rosa Elena Segovia Ocampo		
<b>Código de la muestra:</b>	749 FQ 464	<b>Fecha de recepción de la muestra:</b>	2018-08-24
<b>Cantidad recibida:</b>	100 g	<b>Fecha de ejecución de ensayo:</b>	De 2018-08-27 al 2018-08-29

### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LIMITES
				Min.	Max.	
Humedad	NB 313010:05	%	1,63	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia

NB: Norma Boliviana

%: Porcentaje

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 29 de agosto de 2018

  
 Ing. Abalid Aceituno Cáceres  
 JEFE DEL CEANID



Original: Cliente  
 Copia: CEANID



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"  
FACULTAD DE "CIENCIAS Y TECNOLOGÍA"  
CENTRO DE ANÁLISIS, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO "CEANID"  
Laboratorio Oficial del Ministerio de Salud y Deportes  
Red de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos  
Red Nacional de Laboratorios de Micronutrientes  
Laboratorio Oficial del "SENASAG"



### INFORME DE ENSAYO

#### I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

Cliente:	Rosa Elena Segovia Ocampo				
Solicitante:	Rosa Elena Segovia Ocampo				
Dirección:	Rancho Norte				
Teléfono/Fax:	75132880	Correo-e	***	Código	AL 224/18

#### II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Descripción de la muestra:	Café de palqui (M-3)				
Código de muestreo:	***	Fecha de vencimiento:	***	Lote:	*****
Fecha y hora de muestreo:	2018-08-01				
Procedencia (Localidad/Prov/ Dpto):	Rancho Norte - Mendez - Tarija Bolivia				
Lugar de muestreo:	Lugar de elaboración				
Responsable de muestreo:	Rosa Elena Segovia Ocampo				
Código de la muestra:	749 FQ 464	Fecha de recepción de la muestra:	2018-08-24		
Cantidad recibida:	100 g	Fecha de ejecución de ensayo:	De 2018-08-27 al 2018-08-29		

#### III. RESULTADOS

PARÁMETRO	TECNICA y/o MÉTODO DE ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	LIMITES PERMISIBLES		REFERENCIA DE LOS LIMITES
				Min.	Max.	
Humedad	NB 313010:05	%	1,63	Sin Referencia	Sin Referencia	Sin Referencia

NB: Norma Boliviana

% - Porcentaje

- 1) Los resultados reportados se remiten a la muestra ensayada en el Laboratorio
- 2) El presente informe solo puede ser reproducido en forma parcial y/o total, con la autorización del CEANID
- 3) Los datos de la muestra y el muestreo, fueron suministrados por el cliente

Tarija, 29 de agosto de 2018

  
Ing. Adalid Aceituno Cáceres  
JEFE DEL CEANID



Original: Cliente  
Copia: CEANID

**ANEXO B**  
**FOTOGRAFÍAS**



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura B-1** Muestras de café de palqui.





**Fuente:**Elaboración propia, 2018

**Figura B-2** Filtración del café de palqui.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura B-3** Filtración de las distintas muestras de café de palqui.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura B-4** muestras de café de palqui, para el análisis organoléptico.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura B-5** Degustación del café de palqui por los jueces



**Fuente:** Elaboración propia, 2018

**Figura B-5** Pruebas organolépticas del café de palqui.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura B- 6** Tostador manual.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Figura B- 7** Entrada del tostador.

**ANEXO C**  
**TEST DE ANÁLISIS**  
**SENSORIAL**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**INGENIERIA QUIMICA**

**TEXT PARA ELEGIR LA BEBIDA FINAL DEL CAFÉ DE PALQUI**

Encuesta para la degustación de la bebida final

**Nombre:**.....

**Fecha:**.....

Lea cuidadosamente la presente encuesta y contéstela con toda franqueza.

El producto es el resultado de la obtención de un sucedáneo del café del cual se le ha entregado 10 muestras para su degustación. Espere un minuto entre cada muestra, enjuagando la boca con agua.

Tomando en cuenta la escala hedónica, indique su nivel de agrado o desagrado de cada muestra en los parámetros indicados en la tabla.

- 1) Me disgusta extremadamente



	Textura									
--	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**TEXT PARA ELEGIR LA BEBIDA FINAL DEL CAFÉ DE PALQUI**

Comentarios:.....  
.....  
.....  
.....

.....

FIRMA



**ANEXO D**

**RESULTADO DE LOS TEST DE ANÁLISIS**

**ORGANOLÉPTICOS**