

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“OPTIMIZACIÓN DE FORMULACIÓN DE PREMEZCLA PARA LA
ELABORACIÓN DE QUEQUE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA
DE TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) Y
EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL”**

TESIS

PRESENTADA POR:

CARLOS DAVID HUAYNA CHARA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO - PERU

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

“OPTIMIZACIÓN DE FORMULACIÓN DE PREMEZCLA PARA LA
ELABORACIÓN DE QUEQUE CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE
TARWI (*Lupinus mutabilis* Sweet) Y QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) Y
EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL”

TESIS

PRESENTADA POR:

CARLOS DAVID HUAYNA CHARA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE


.....
Ing. M. Sc. F. VÍCTOR CHOQUEHUANCA CÁCERES

PRIMER MIEMBRO


.....
Ing. EDGAR GALLEGOS ROJAS

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Dra. ROSARIO EDELEY ORTEGA BARRIGA

DIRECTOR


.....
Dr. ALEJANDRO COLOMA PAXI

PUNO - PERU

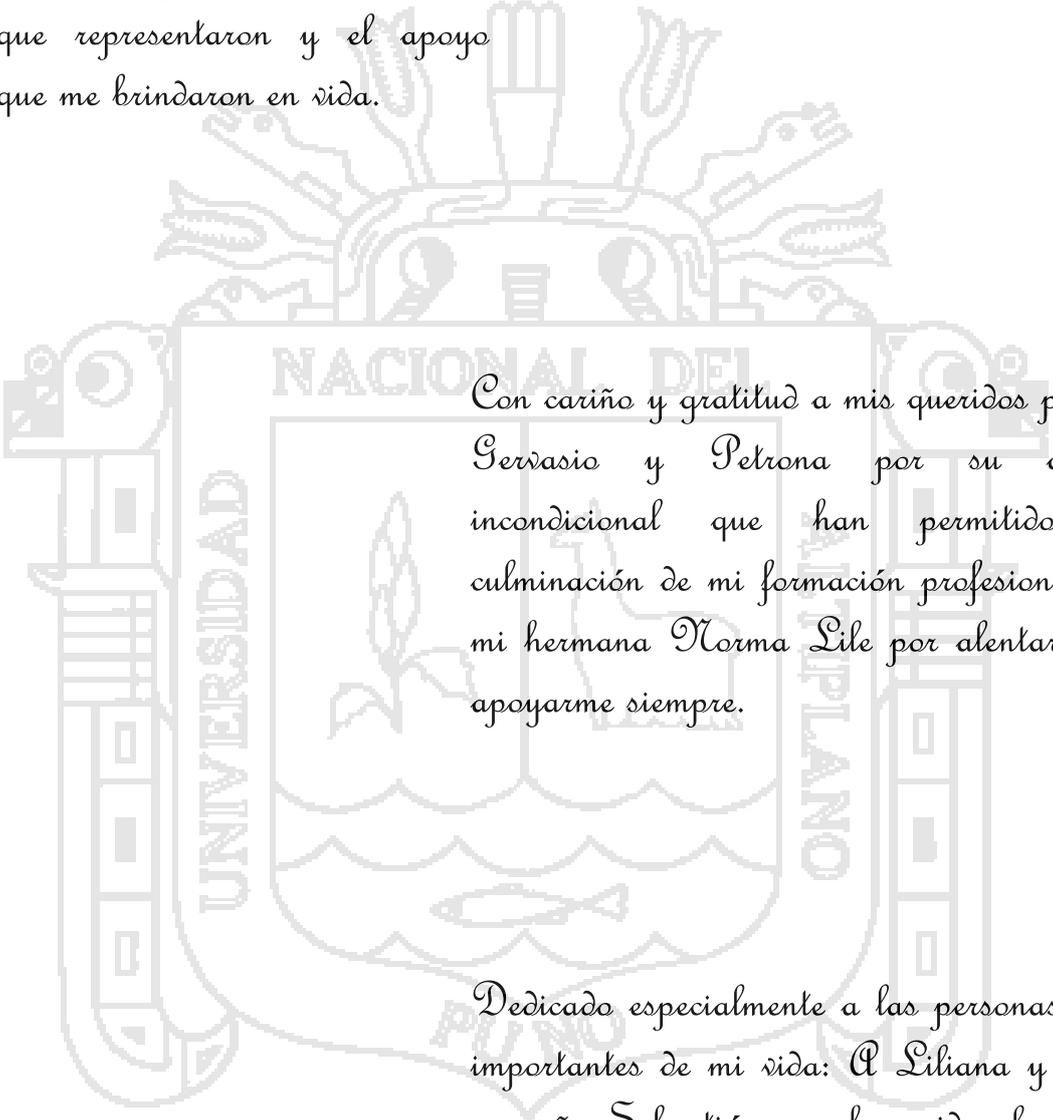
2016

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

DEDICATORIA

A mi abuelito Feliciano y a mi tío Adrián por el ejemplo de vida que representaron y el apoyo que me brindaron en vida.



Con cariño y gratitud a mis queridos padres Servasio y Petrona por su apoyo incondicional que han permitido la culminación de mi formación profesional. A mi hermana Norma Lile por alentarme y apoyarme siempre.

Dedicado especialmente a las personas más importantes de mi vida: A Liliana y a mi pequeño Sebastián que han sido el motivo para superarme día a día y seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por haber compartido sus conocimientos y contribuir en la formación profesional.

Al Dr. Alejandro Coloma Paxi por contribuir con la dirección y asesoramiento durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los Ing. Edgar Gallegos Rojas, Ing. Víctor F. Choquehuanca Cáceres, Ing. Rosario E. Ortega Barriga por su apoyo durante la revisión y corrección del presente trabajo de investigación.

Al Sr. German, Sr. Pablo y Sr. Oswaldo personal administrativo, por las facilidades brindadas en los laboratorios para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Centro de Investigación y Servicios (CIS) Panificadora Universitaria UNA-Puno al director y personal por el apoyo durante el desarrollo de trabajo de investigación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
2.1.	ASPECTOS GENERALES DE TARWI	3
2.1.1.	Situación del cultivo de tarwi	3
2.1.2.	Ubicación taxonómica	3
2.1.3.	Composición química del tarwi	4
2.1.3.1.	Proteínas	5
2.1.3.2.	Lípidos	6
2.1.3.3.	Carbohidratos	7
2.1.3.4.	Minerales	8
2.2.	ASPECTOS GENERALES DE LA QUINUA	8
2.2.1.	Situación del cultivo de quinua	9
2.2.2.	Ubicación taxonómica	9
2.2.3.	Composición química de la quinua	10
2.2.3.1.	Proteínas	11
2.2.3.2.	Carbohidratos	11
2.2.3.3.	Lípidos	12
2.2.4.	Usos nuevos o innovaciones	12
2.3.	CÓMPUTO O SCORE QUÍMICO	12
2.3.1.	Composición de aminoácidos esenciales de tarwi, quinua y trigo	13
2.4.	MEZCLA EN FASE SÓLIDA E ÍNDICE DE MEZCLADO	14
2.5.	HARINAS PREMEZCLAS	14
2.5.1.	Análisis de calidad de harina	15
2.5.1.1.	Contenido de proteína	15
2.5.1.2.	Contenido de humedad	15
2.5.1.3.	Pruebas de cenizas	15
2.5.1.4.	Color de la harina	15
2.6.	TECNOLOGÍA PARA PASTELERÍA	16
2.6.1.	Pastelería	16
2.6.2.	Ingredientes importantes para pastelería	16
2.6.2.1.	Harinas pasteleras	16
2.6.2.2.	Azúcar	17

2.6.2.3.	Huevo	17
2.6.2.4.	Grasa.....	18
2.6.2.5.	Leche	18
2.6.3.	Aditivos	19
2.6.3.1.	Conservantes	19
2.6.3.2.	Agente leudante.....	19
2.6.3.3.	Estabilizante	20
2.7.	VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS.....	20
2.7.1.	Principales formas de deterioro de los alimentos.....	20
2.7.1.1.	Deterioro físico.....	21
2.7.1.2.	Deterioro químico	21
2.7.1.3.	Deterioro microbiológico	23
2.7.2.	Estudio de vida útil.....	24
2.7.2.1.	Diseño del estudio	24
2.7.2.2.	Selección del diseño experimental	25
2.8.	ESTUDIO ACELERADO DE VIDA ÚTIL	25
2.8.1.	Cinética y vida útil	26
2.8.2.	Pérdida de vida útil a velocidad constante	26
2.8.3.	Pérdida de vida útil a velocidad variable	27
2.8.4.	Dependencia de la vida útil con la temperatura	28
2.8.4.1.	Modelo de Arrhenius.....	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	30
3.2.	MATERIALES.....	30
3.2.1.	Materia prima	30
3.2.2.	Insumos para la elaboración de premezcla.....	30
3.2.3.	Materiales y Equipos	30
3.2.3.1.	Para el proceso de obtención de harina de tarwi y quinua	30
3.2.3.2.	Para el proceso de obtención de queques	31
3.2.3.3.	Para los análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales	31
3.3.	MÉTODOS DE ANÁLISIS	32
3.3.1.	Análisis de las materias primas: harina de tarwi y quinua	32
3.3.1.1.	Análisis proximal de harinas	32
3.3.1.2.	Análisis granulométrico	33

3.3.2.	Análisis de la premezcla.....	33
3.3.2.1.	Estimación composición química de las premezclas	33
3.3.2.2.	Score o Computo Químico de las premezclas.....	34
3.3.2.3.	Evaluación sensorial del queque a partir de las premezclas.....	35
3.3.3.	Determinación de vida útil de premezcla.....	35
3.3.3.1.	Análisis microbiológico	35
3.3.3.2.	Análisis fisicoquímicos	36
3.3.3.3.	Análisis sensorial del queque a partir de la premezcla.....	36
3.4.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	37
3.4.1.	Obtención de harinas.....	37
3.4.1.1.	Proceso de obtención de harina de tarwi.....	37
3.4.1.2.	Proceso de obtención de harina de quinua	39
3.4.2.	Formulación y selección de las premezclas	40
3.4.2.1.	Flujo de operaciones para la elaboración de premezcla.....	41
3.4.2.2.	Flujo de operaciones para la elaboración de queque.....	42
3.4.3.	Determinación de vida útil de premezcla.....	44
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL	45
3.5.1.	Método de Diseño de Mezclas	45
IV.	RESULTADOS	46
4.1.	OBTENCIÓN DE HARINAS	46
4.1.1.	Análisis granulométrico	46
4.1.2.	Análisis proximal de harinas	48
4.2.	FORMULACIÓN Y SELECCIÓN DE LA PREMEZCLA	49
4.2.1.	Evaluación por cómputo químico de la premezcla.	49
4.2.2.	Composición químico proximal de las premezclas.....	50
4.2.3.	Evaluación sensorial del queque a partir de las premezclas.....	52
4.2.3.1.	Análisis por superficie de respuesta del queque a partir de la premezcla	53
4.2.4.	Determinación de la premezcla óptima para la obtención de queque	59
4.3.	DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE PREMEZCLA ...	60
4.3.1.	Análisis microbiológicos de la premezcla.....	60
4.3.2.	Análisis fisicoquímicos de la premezcla	61
4.3.2.1.	Contenido de humedad de premezcla.....	61
4.3.2.2.	Índice de peróxidos de premezclas.....	62
4.3.3.	Análisis sensorial de queque elaborado a partir de la premezcla.....	64

4.3.3.1. Cinética de deterioro atributos sensoriales del queque a partir de la
premezcla 66

4.3.3.2. Determinación de vida útil de premezcla..... 66

4.3.4. Vida útil de premezcla..... 67

CONCLUSIONES 1

RECOMENDACIONES..... 2

BIBLIOGRAFÍA 3

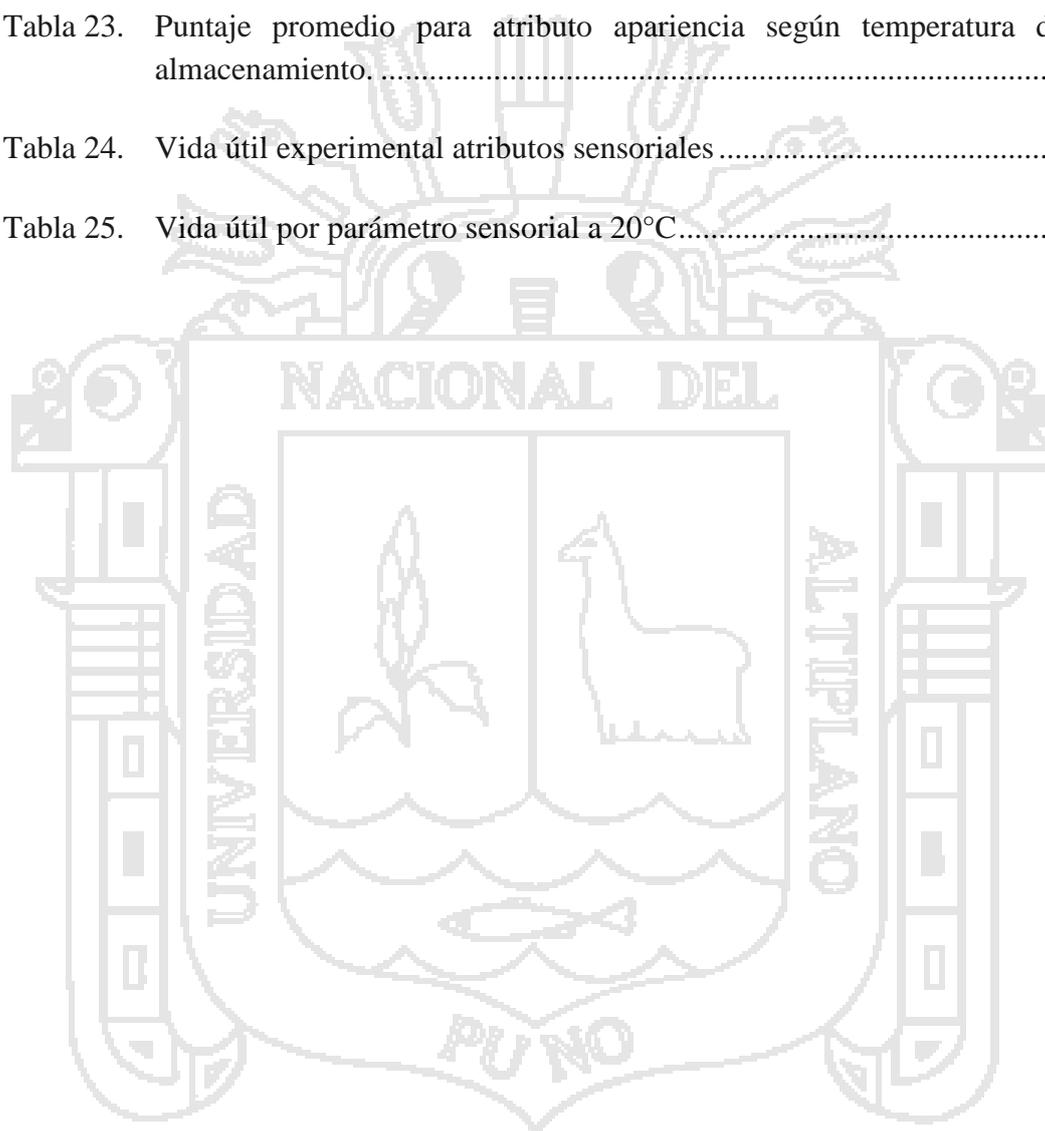
ANEXOS9



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Comparación de la composición químico proximal del tarwi y soya	5
Tabla 2.	Cómputo de aminoácidos de <i>Lupinus mutabilis</i> (variedad semidulce) y <i>Lupinus albus</i> (variedad Astra)	6
Tabla 3.	Composición del contenido de ácidos grasos en tarwi, maní y soja	7
Tabla 4.	Contenido de minerales en el tarwi	8
Tabla 5.	Contenido de nutrientes de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd	10
Tabla 6.	Contenido de aminoácidos esenciales de diferentes variedades de quinua (mg/g de proteína)	11
Tabla 7.	Composición de aminoácidos esenciales de trigo, quinua y tarwi	13
Tabla 8.	Principales enzimas responsables de la alteración de los alimentos	22
Tabla 9.	Patrón de aminoácidos propuesto para niños 2-5 años	34
Tabla 10.	Niveles de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y quinua, y aditivos	41
Tabla 11.	Frecuencia de realización de los análisis en el estudio de conservación	44
Tabla 12.	Niveles de sustitución para elaboración de premezcla	45
Tabla 13.	Análisis de tamizado de las harinas de trigo, quinua y tarwi	46
Tabla 14.	Resultados de análisis químico proximal de las harinas de tarwi y quinua	48
Tabla 15.	Valores de Compuo Químico de las mezclas selectas para cada nivel de sustitución	49
Tabla 16.	Composición químico proximal de las mezclas	51
Tabla 17.	Promedio de los resultados de la evaluación sensorial	52
Tabla 18.	Resultados microbiológicos premezclas almacenadas a 10, 25 y 40°C	60
Tabla 19.	Variaciones en el tiempo de índice de peróxidos según temperaturas de almacenamiento	62

Tabla 20. Puntaje promedio para atributo color según temperatura de almacenamiento.	64
Tabla 21. Puntaje promedio para atributo sabor según temperatura de almacenamiento.	64
Tabla 22. Puntaje promedio para atributo textura según temperatura de almacenamiento.	65
Tabla 23. Puntaje promedio para atributo apariencia según temperatura de almacenamiento.	65
Tabla 24. Vida útil experimental atributos sensoriales	66
Tabla 25. Vida útil por parámetro sensorial a 20°C.....	67



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Curvas cinéticas de deterioro	28
Figura 2.	Gráfico modelo Arrhenius	29
Figura 3.	Diagrama de flujo de balance de fracción de componentes de las mezclas.....	33
Figura 4.	Diagrama de flujo de la elaboración de la premezcla.....	37
Figura 5.	Diagrama de flujo para la obtención de harina de tarwi.	38
Figura 6.	Diagrama de flujo para la obtención de harina de quinua.	39
Figura 7.	Diagrama de flujo para elaboración de premezcla.....	41
Figura 8.	Diagrama de flujo para la elaboración de queque.....	43
Figura 9.	Representación diferencial de análisis de tamizado de harinas.	47
Figura 10.	Diagrama acumulado de los datos de tamizado de las harinas	47
Figura 11.	Superficie de respuesta para atributo color	53
Figura 12.	Contorno de la superficie de respuesta para atributo color.....	53
Figura 13.	Superficie de respuesta para atributo sabor	54
Figura 14.	Contorno de la superficie de respuesta para atributo sabor.....	55
Figura 15.	Superficie de respuesta para atributo textura	56
Figura 16.	Contorno de la superficie de respuesta para atributo textura.....	56
Figura 17.	Superficie de respuesta para atributo apariencia.....	57
Figura 18.	Contorno de la superficie de respuesta para atributo apariencia.....	58
Figura 19.	Variación en el tiempo del contenido de humedad de premezcla según temperatura de almacenamiento.	61
Figura 20.	Variación en el tiempo de índice de peróxidos según temperaturas de almacenamiento.	63

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue optimizar la formulación de premezcla con sustitución parcial de la harina de trigo por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) para la elaboración de queque, y la determinación de la vida útil de la premezcla, las variables experimentales en la etapa de premezcla fueron: harina de quinua (10, 16, 28 y 30%); harina de tarwi (10, 16, 28 y 30%) y aditivos (4, 10 y 12%); para la determinación de vida útil se evaluó temperaturas (10, 25 y 40°C), tiempos (0, 14, 48, 42, 56, 70 y 84 días) de almacenamiento. Las mezclas fueron sometidas a evaluaciones químico proximal, sensorial, Score Químico, índice de peróxidos y análisis microbiológico. Los resultados demostraron que la mezcla adecuada resultó con 28, 10 y 12% de harina de tarwi, quinua y de aditivos respectivamente, la incorporación de harina de tarwi y quinua incremento el cómputo químico a un 86.33% y el contenido de proteína a 14.34%, presentando las mejores características en el análisis proximal, análisis sensorial y Score Químico. Durante el periodo de almacenamiento no se presentaron cambios significativos en las características fisicoquímicas, tanto en el contenido de humedad e índice de peróxidos, y características microbiológicas, que desmejoren la calidad de la premezcla, sin embargo, el tiempo y temperatura de almacenamiento influyeron significativamente en las características sensoriales, siendo la “apariencia” la primera característica sensorial que disminuyó. Se concluye que el porcentaje de sustitución de harinas de quinua y tarwi afectan significativamente en las características químico proximales, sensoriales y nutricionales de la premezcla para la elaboración de queque, presentando mayor valor al incrementarse el porcentaje de harina de tarwi, además la vida útil de la premezcla estimada a 20°C fue de 121 días para el límite de comercialización.

Palabras claves: Premezcla, Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), Agente Leudante, Emulsionante, Vida Útil.

I. INTRODUCCIÓN

El tarwi, la quinua y demás alimentos andinos han formado parte de la dieta del poblador andino desde tiempos muy remotos. Su consumo reemplazaba al de las proteínas animales y aun actualmente en muchas áreas sigue siendo una de las principales fuentes proteicas, los granos andinos contienen dos veces más lisina que el trigo, además los granos andinos no reportaron deficiencias en este aminoácido (Repo-Carrasco, 1998).

El tarwi es rico en proteínas y grasa, razón por la cual debería ser utilizada en la alimentación humana. Su contenido protéico es incluso superior al de la soya y su contenido en grasa es similar, tiene un alto contenido de alcaloides (0.3 a 3.0%) que le confiere un sabor amargo por lo que no puede ser consumido directamente (Tapia, 1997). De igual manera la quinua se caracteriza por poseer un alto contenido protéico y energético, y por tener generalmente un sabor amargo notorio debido a compuestos como la saponina, moléculas orgánicas grupo esteroides o triterpenoides (Edel & Rosell, 2007), por lo que requiere un proceso de eliminación de la saponina, ocasionando que los consumidores no utilicen masivamente estos granos, en especial el tarwi.

El enriquecimiento con legumbres de los productos elaborados con cereales constituye una oportunidad de producir alimentos novedosos, con elevada calidad nutricional y organoléptica, lo que permite ofrecer al consumidor una mayor variedad de productos de panificación y pastelería. Los resultados de estudios de incorporación de harina de legumbres auguran a los productos de panadería un gran futuro, especialmente en sectores de la población con deficiencias nutricionales o requerimientos nutricionales especiales (Albornoz & Romero, 2004).

Es por eso que la complementación protéica con el objeto de elevar el nivel de cómputo químico resulta necesaria para garantizar un producto de alta calidad. Para evaluar combinaciones adecuadas se utilizó el método de Diseño de Mezclas que permite obtener modelos matemáticos, que permitan evaluar las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de las mezclas, con diferentes proporciones de sus componentes.

En la actualidad el uso de premezcla para la elaboración de productos de panificación y pastelería ha ido en incremento, desde empresas que procesan cantidades masivas de productos hasta las de una menor producción, ya que el uso de estas facilita el proceso de producción permitiendo obtener un producto con mejores características, evitándose problemas, como el excesivo tiempo en los preparativos para la elaboración del producto (el pesaje de los ingredientes), mayor tiempo en la producción, mayor espacio que ocupa tener una variedad de ingredientes diferentes en el almacenamiento, la falta de una calidad constante de los productos (variaciones de sabor, textura, entre otros). El uso de premezclas ha permitido obtener una mayor variedad de productos de una mejor calidad.

La incorporación de materias primas no habituales, como es el caso de la harina de quinua y tarwi, en la fabricación de productos de pastelería, permite dar un mayor valor protéico a estos productos y el de aumentar el valor agregado a los granos andinos. Acabando con el problema que presenta, la dificultad de la incorporación de estos granos, a las formulas con las que trabajan las empresas, para que no alteren las características propias de sus productos, de ahí la importancia de crear premezclas que faciliten los procesos de elaboración y obtener productos de mejor calidad.

Por otro lado, es necesario determinar el tiempo de vida útil de la premezcla para la elaboración de queque, debido a que su consumo puede implicar un riesgo en la salud del consumidor o porque las propiedades sensoriales se han deteriorado hasta hacer que el alimento sea rechazado. En este último caso la evaluación sensorial es el principal método de evaluación, ya que no existen métodos instructivos o químicos que reemplacen adecuadamente a nuestros sentidos.

Los objetivos de la investigación fueron los siguientes:

1. Determinar el nivel óptimo de porcentaje de sustitución de harina de tarwi, harina de quinua y aditivos (Estabilizante y Agente leudante) en las características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de la premezcla para la elaboración de queque.
2. Evaluar el tiempo de vida útil de premezcla óptima para la elaboración de queque.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ASPECTOS GENERALES DE TARWI

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa que pertenece al grupo de lupinos (Edel & Rosell, 2007). Esta planta presenta una gran variabilidad morfológica y de adaptación ecológica en los Andes, por lo cual se ha sugerido que puede dividirse en tres subespecies:

- *Lupinus mutabilis*, chocho (norte de Perú y Ecuador), de mayor ramificación, muy tardío, mayor pilosidad en hojas y tallos; algunos ecotipos se comportan como bianuales. Tolerantes a la antracnosis.
- *Lupinus mutabilis*, tarwi (centro y sur de Perú), de escasa ramificación, medianamente tardío, algo tolerante a la antracnosis.
- *Lupinus mutabilis*, tauri (altiplano de Perú y Bolivia), de menor tamaño (1-1,40 m) con un tallo principal desarrollado, muy precoz, susceptible a la antracnosis (Ahuatle, 2002).

2.1.1. Situación del cultivo de tarwi

El cultivo del tarwi en la sierra se localiza entre los 2800 a 3900 msnm. Correspondiendo aproximadamente el 23% del área sembrada en la sierra norte entre las Regiones de Cajamarca, La Libertad y Amazonas; el 42 % en la sierra central entre las Regiones de Ancash, Huánuco y un mínimo porcentaje en Junín y el 35 % en la sierra del sur, en las regiones de Cuzco, Puno y Apurímac (Quispe, 2012).

De acuerdo al informe de MINAG (2014), indica que en la región de Puno existe cultivos de tarwi en la provincia de Carabaya, Chucuito, el Collao, Huancané, Puno, Sandía y Yunguyo, tomando en cuenta que este último representa el 78,7% de producción en la campaña agrícola 2009-2010. En los últimos años este cultivo está adquiriendo importancia en la economía regional por la revaloración de su calidad nutricional.

2.1.2. Ubicación taxonómica

La clasificación botánica de *Lupinus mutabilis* Sweet citado por Food and Agriculture Organization (FAO/WHO, 1982).

División: Espermatofita

Sub – división: Angiosperma

Clase: Dicotiledóneas

Sub – clase: Arquiclamideas

Orden: Rosales

Familia: Leguminosa

Sub – Familia: Papilionaceae

Tribu: Genistinae

Género: *Lupinus*

Especie: *mutabilis*

Nombre Científico: *Lupinus mutabilis*
Sweet.

Nombres comunes: Chocho, tahuri,
tarwi.

2.1.3. Composición química del tarwi

Las semillas de tarwi son excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que la proteína varía de 41- 51% y el aceite de 14-24% (Edel & Rosell, 2007). En base a análisis bromatológico, posee en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, 4.145% de cenizas y 35.77% de carbohidratos, encontrando correlación positiva entre proteína y alcaloides, mientras que es negativa entre proteína y aceite.

Tabla 1. Comparación de la composición químico proximal del tarwi y soya

Componente	Tarwi (g/100 g).	Soya (g/100 g).	Frijol tarhui o chocho, harina de* (g/100 g).	Frijol tarhui o chocho, seco* (g/100 g).
Proteína	44.3	33.4	49.6	17.3
Grasa	16.5	16.4	27.9	17.5
Carbohidratos	28.2	35.5	12.9	17.3
Fibra	7.1	5.7	7.9	3.8
Ceniza	3.3	5.5	2.6	1.6
Humedad	7.7	9.2	7.0	46.3

Fuente: Edel y Rosell (2007); *MINSA (2009).

2.1.3.1. Proteínas

El contenido de proteína en el tarwi es tan alto como en los granos de soya. Las globulinas corresponden a la mayor fracción protéica, siendo la albúmina los restantes. Las globulinas presentan un amplio punto isoeléctrico entre pH 4 – 6 con solubilidad mínima de nitrógeno entre 10 – 20 % (Rodríguez, 2009).

El tarwi tiene un alto contenido de proteínas, varía entre 35 y 50%. En una muestra desgrasada y sin alcaloides el contenido de proteínas es muy elevado, 47-64 %. La fracción principal de la proteína del tarwi es la globulina, seguida por la albúmina. Las proteínas del tarwi tienen deficiencias en triptófano, y tienen mayor cantidad de aminoácidos azufrados que otras leguminosas (Repo-Carrasco, 1988).

a) Aminoácidos

La distribución de los aminoácidos es relativamente estable, presenta mayor contenido de triptófano y tirosina frente a la soja y el fréjol. Los aminoácidos azufrados como la metionina son los primeros limitantes, pero se puede equilibrar este déficit combinando el chocho especialmente con cereales ya que estos en cambio son deficientes en lisina (Rodríguez, 2009).

Tabla 2. Cómputo de aminoácidos de *Lupinus mutabilis* (variedad semidulce) y *Lupinus albus* (variedad Astra)

Aminoácidos	Patrón de aminoácidos ^(a) mg/g Proteínas	Composición de aminoácidos ^(b)		Computo de aminoácidos*	
		Lupinus mutabilis	Lupinus albus	Lupinus mutabilis	Lupinus albus
Isoleucina	28	40	41	-	-
Leucina	66	70	64	-	97
Lisina	58	57	45	98	78
Metionina+cistina	25	23	25	92	-
Fenilalanina+tirosina	63	75	93	-	-
Treonina	34	37	33	-	97
Triptófano	11	9	11	82	-
Valina	35	38	37	-	-
Histidina	19	-	-	-	-

* Se indican sólo los aminoácidos limitantes, cómputo en %.

Fuente: (a) FAO/OMS/ONU (1985); (b) Modificado de Gross (1982).

2.1.3.2. Lípidos

Tiene un elevado contenido de grasa (18 – 25 %), lo que hace factible para la extracción de aceite a nivel industrial, los lípidos constan de ácidos grasos insaturados y su composición es semejante a la del maní (tabla 5), aproximadamente la mitad de estos constan de ácido oleico (36.1 – 54.6%), existiendo un 22.3 – 43.9% de ácido linoleico y el 2.1- 2.7 % le corresponde al ácido linolénico (Aldaz, 2009).

- Ácidos grasos

El ácido graso que predomina en el tarwi, maní y soja es el ácido oleico, siendo así que su concentración en la semilla de chocho se aproxima al 40.40%. La concentración de ácido linolénico en la semilla del *Lupinus mutabilis* es baja, característica que favorece la conservación del aceite ya que este se oxida rápidamente y podría originar cambios indeseables en el sabor del aceite (Rodríguez, 2009).

La composición de ácidos grasos, a diferencia de los aminoácidos, depende fuertemente de las influencias ambientales, de manera que puedan presentarse considerables variaciones según las localizaciones y los años (Aldaz, 2009).

Tabla 3. Composición del contenido de ácidos grasos en tarwi, maní y soja

Ácidos Grasos	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet			
	Amargo	Semidulce	Maní	Soja
Mirístico	0.60	0.30	0.10	----
Palmítico	13.40	9.80	11.00	11.00
Palmitoleico	0.20	0.40	-----	-----
Estearico	5.70	7.80	3.0	4.00
Oleico	40.40	53.90	55.00	22.00
Linoleico	37.10	25.90	28.00	55.00
Linoléico	2.90	2.60	1.00	8.00
Araquídico	0.20	0.60	1.50	0.40
Behémico	0.20	0.50	3.50	0.30
Cuociente P/S	2.00	1.5	----	-----

P/S: Poliinsaturados/saturados.

Fuente: Rodríguez (2009).

2.1.3.3. Carbohidratos

El contenido de sacarosa y almidón es bajo, mientras que la proporción de oligosacáridos que no son aprovechables por el hombre es relativamente alta. Estos oligosacáridos son los causantes de la producción de flatulencias en el hombre y animales, caracterizada por la producción de gran cantidad de CO₂, H₂ y CH₄. En este grupo de α -galactósidos se han identificado los siguientes azúcares: rafinosa, estaquiosa, verbascosa y otros de peso molecular más alto. En todos ellos está presente la galactosa con 1, 2 y 3 moléculas respectivamente, unidas a la sacarosa con enlaces α (1, 6) (Navarrete, 2010).

2.1.3.4. Minerales

El contenido de sustancias minerales en el tarwi se asemeja al de otras semillas de leguminosas, únicamente el contenido de fósforo y magnesio es un poco más elevado. La semilla de lupino representa, en total, una valiosa fuente de magnesio, fósforo y potasio para el hombre. Dado que el calcio se encuentra principalmente en la cáscara, mientras que el fósforo se halla en el núcleo. Hay que tener presente que la relación calcio-fósforo se altera tras el descascarado del grano (Navarrete, 2010).

Tabla 4. Contenido de minerales en el tarwi

Macro elementos	Mg/g	Micro elementos	Mg/kg
Calcio	1.07-1.53	Hierro	46.00-3.3
Magnesio	2.00- 3.02	Zinc	40.00- 51.66
Sodio	0.25- 0.75	Manganeso	21.33-29.10
Potasio	11.06 – 13.56	Cobre	4.00-12.10
Fósforo	0.44 – 0.88		

Fuente: Navarrete (2010).

2.2. ASPECTOS GENERALES DE LA QUINUA

Su nombre científico es *Chenopodium quinoa*. El grano varía en tamaño entre 1,5 y 2,5 mm de diámetro, dependiendo de la variedad. Además, varían en cuanto al color, ya que existen quinuas de color crema, plomo, amarillo, rosado, rojo y morado. En la semilla, el pericarpio contiene una sustancia amarga, la saponina (Edel & Rosell, 2007).

Según Mujica (1993) se reconocen cinco categorías básicas de quinua:

- Quinuas de valle: crecen en los valles entre los 2000 y 3000 msnm. Son de gran tamaño y tienen un largo periodo de crecimiento.
- Quinuas de altiplano: crecen alrededor del lago Titicaca. Son pequeñas, carecen de ramas y tienen un corto periodo de crecimiento. Resistentes a las heladas.
- Quinua de terrenos salinos: crecen en las llanuras de altiplano boliviano. Soportan terrenos salinos y alcalinos. Tienen semillas amargas con alto contenido proteico.
- Quinuas del nivel del mar: encontradas en el sur de Chile. Tienen semillas de color amarillo y son amargas.
- Quinuas subtropicales: crecen en los valles interandinos de Bolivia. Tienen semillas pequeñas de color blanco o amarillo.

2.2.1. Situación del cultivo de quinua

En la actualidad, la quinua se cultiva en Bolivia (46%), Perú (42%), EUA (6%), Ecuador (3%) y en algunas zonas de Colombia, Chile y Argentina (0,5%). Es una planta anual cuyo periodo vegetativo varía de 150 a 240 días. Se adapta muy bien a diferentes condiciones ambientales y por ello se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 4000 m de altura (Edel & Rosell, 2007).

2.2.2. Ubicación taxonómica

La quinua es una planta de la familia Chenopodiaceae, tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies. Dentro del género *Chenopodium* existen cuatro especies cultivadas como plantas alimenticias, como productoras de grano, *Chenopodium quinoa* Willd y *Chenopodium pallidicaule* Aellen, en Sudamérica, como verdura *Chenopodium nuttalliae* Safford y *Chenopodium ambrosioides* L. Su clasificación taxonómica se muestra a continuación (Zea, 2011):

Reino : Vegetal

División: Fenerógamas

Clase: Dicotiledoneas

Sub clase: Angiospermas

Orden: Centrospermales

Familia: Chenopodiáceas

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Subsección: Cellulata

Especie: *Chenopodium quinoa* Willd.

2.2.3. Composición química de la quinua

La quinua es un grano que posee características intrínsecas sobresalientes, tales como (FAO, 2011):

- Su amplia variabilidad genética, cuyo pool genético es extraordinariamente estratégico para desarrollar variedades superiores (precocidad, color y tamaño de grano, resistencia a factores bióticos y abióticos, rendimiento de grano y subproductos).
- Su capacidad de adaptabilidad a condiciones adversas de clima y suelo, dado que pueden obtenerse cosechas desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altitud (altiplano, salares, puna, valles interandinos, nivel del mar) donde otros cultivos no pueden desarrollarse.
- Su calidad nutritiva, representada por su composición de aminoácidos esenciales tanto en calidad como en cantidad, constituyéndose en un alimento funcional e ideal para el organismo.

El verdadero valor de la quinua es la calidad de sus proteínas, es decir en la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales para la alimentación humana que le otorga un alto valor biológico. La quinua es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que es nutricionalmente completo, es decir que presenta un adecuado balance de proteínas, carbohidratos y minerales, necesarios para la vida humana.

Tabla 5. Contenido de nutrientes de *Chenopodium quinoa* Willd

Componentes	Valores (Max -Min)	Quinua blanca (Puno)*	Harina de quinua*
	(g/100g)	(g/100g)	(g/100g)
Proteínas	14.12	13.3	9.10
Grasas	6.07	6.1	2.6
Carbohidratos	57.15	67.1	72.1
Fibras	7.0	5.1	3.1
Cenizas	2.38	2.4	2.5
Humedad	13.28	11.1	13.7

Fuente: Bazile *et al.* (2014); *MINSA (2009).

2.2.3.1. Proteínas

Repo-Carrasco, (1991) analizó los aminoácidos y calculó el cómputo químico de la quinua y kañiwa. Según este autor la variedad Amarilla de Maranganí no tiene ningún aminoácido limitante. Todas las variedades de quinua y kañiwa mostraron un cómputo químico alto (Tabla 6). Para determinar el valor nutritivo de un alimento, no es suficiente conocer el contenido de proteínas y aminoácidos, sino que es necesario también conocer el valor biológico de las proteínas. Hay que saber si estos aminoácidos tienen disponibilidad biológica, en otras palabras, si son aprovechados por el organismo. Para medir esto, se usan pruebas biológicas empleando animales experimentales. Se puede medir el crecimiento de las ratas o usar métodos basados en el balance del nitrógeno (Edel & Rosell, 2007).

Tabla 6. Contenido de aminoácidos esenciales de diferentes variedades de quinua (mg/g de proteína)

Variedad de quinua	Quinua blanca	*Quinua blanca	*Quinua blanca
		(Junín)	(Puno)
Isoleucina	70.5	70	69
Leucina	68.3	68	69
Lisina	73.6	74	61
Metionina + cistina	22.0	22	22
Fenilalanina + tirosina	40.5	37	41
Treonina	45.1	45	45
Triptófano	13.0	13	12
Valina	33.8	34	41

Fuente: Collazos *et al.* (1996); *Tapia *et al.* (1979).

2.2.3.2. Carbohidratos

El contenido del almidón en la quinua es 58.1-64.2%. El tamaño de los gránulos de almidón de la quinua es pequeño, 2 μm , y el almidón tiene un comportamiento adecuado en la refrigeración y retrogradación. Los granos andinos son buenas fuentes de fibra dietética, el contenido de fibra dietaría de seis variedades de quinua y dos de kiwicha, se encontró que ambos son una buena fuente de fibra, tanto como insoluble (Edel & Rosell, 2007).

2.2.3.3. Lípidos

La quinua tiene un contenido relativamente alto de aceite, 6%. Este aceite contiene principalmente ácidos grasos insaturados, siendo el ácido linoleico el ácido graso predominante (50.2%). El aceite contiene tocoferoles: α -tocoferol y γ -tocoferol, 721.4 ppm y 797.2 ppm, respectivamente (Edel & Rosell, 2007).

2.2.4. Usos nuevos o innovaciones

Diferentes pruebas en la región Andina, y fuera de ella, han mostrado la factibilidad de adicionar 10, 15, 20 y hasta 40% de harina de quinua en pan, hasta 40% en pasta, hasta 60% en bizcochos y hasta 70% en galletas. El rendimiento harinero de la quinua varió de 62% para grano sin desaponificar hasta 83% para quinua desaponificada, considerando harina integral. Pero el rendimiento harinero, para harina flor, fue solamente de 33 a 46%, según la variedad (Edel & Rosell, 2007).

La principal ventaja de la quinua como suplemento en la industria harinera, está en la satisfacción de una demanda creciente en el ámbito internacional de productos libres de gluten. Actualmente hay una necesidad de obtención de alimentos concentrados proteicos de alta calidad. La proteína está concentrada especialmente en el embrión de la semilla de quinua que contiene hasta un 45% de proteína (FAO/WHO, 2011).

2.3. CÓMPUTO O SCORE QUÍMICO

Los métodos más comunes para determinar la calidad de las proteínas alimenticias se dividen en químicos y biológicos. Dentro de los métodos químicos se encuentra el método de cómputo químico, conocido como puntaje químico, número químico o score químico, este método se basa en calcular el porcentaje de presencia de los aminoácidos esenciales, con respecto al patrón de referencia de aminoácidos esenciales g/100 g (FAO/OMS, 1985). El porcentaje del aminoácido esencial, que está en menor proporción indica el aminoácido limitante al cual se le denomina score químico (SQ), cuando no hay déficit de ningún aminoácido esencial el SQ es 100% y equivale al de una proteína ideal o de referencia: por el contrario, si una proteína es carente en un aminoácido esencial su SQ es cero (De la Cruz, 2009).

$$\text{Computo quimico} = \frac{\text{g AAE. alimentos o mezcla}}{\text{g AAE. proteina patrón}}$$

En la actualidad el método sugerido para evaluar la calidad protéica es la calificación del cómputo químico o escore de aminoácidos corregido por digestibilidad protéica (*protein digestibility corrected amino acid score*) o PDCAAS. Este método fue propuesto en 1991 por la FAO y ha reemplazado al PER como la norma para calcular el porcentaje del valor diario de proteína en el rotulado de los alimentos para adultos y niños mayores de un año de edad. Para cumplir con los requerimientos proteicos más rigurosos, el PDCAAS compara el perfil de aminoácidos de una proteína en estudio con las necesidades del niño mayor a un año que representan los requerimientos más exigentes de los diferentes grupos etarios a excepción de los lactantes que se comparan con la leche humana. El PDCAAS se calcula multiplicando el valor correspondiente al escore por el valor correspondiente a la digestibilidad (Suarez & López, 2006).

2.3.1. Composición de aminoácidos esenciales de tarwi, quinua y trigo

FAO/OMS (1982), manifiesta que solo cuatro aminoácidos esenciales limitan generalmente para el cálculo de cómputo de aminoácidos, en la mayoría de las dietas humanas mixtas, los aminoácidos limitantes son: Lisina, Metionina-Cisteína, Treonina y Triptófano.

Tabla 7. Composición de aminoácidos esenciales de trigo, quinua y tarwi

Aminoácidos	Trigo * (g/100g de proteína)	Quinua** (g/100g de proteína)	Tarwi*** (g/100g de proteína)
Isoleucina	2.60	6.90	4.00
Leucina	5.10	6.70	7.00
Lisina	3.70	6.80	5.70
Metionina + Cistina	4.30	3.30	2.30
Fenilalanina + Tirosina	2.70	4.00	7.50
Treonina	2.40	4.50	3.70
Triptófano	1.10	1.30	0.90
Valina	5.30	3.50	3.80

Fuentes:

(*) Primo (1997).

(**) Collazos *et al.* (1996).

(***) Gross (1982).

2.4. MEZCLA EN FASE SÓLIDA E ÍNDICE DE MEZCLADO

El mezclado de sólidos puede darse en dos escalas diferentes; el macro y micro mezclado, el tipo de operación que se aplique depende de las características del material a mezclar. El macro mezclado o mezclado convectivo es aplicado principalmente a materiales que fluyen libremente y con tamaños de partícula por encima de 76 μm (Perry, 1992).

Las propiedades de los ingredientes que más influyen en el grado de mezcla son el tamaño, forma y densidad de las partículas, entre más parecidas o similares sean estas propiedades mucho más fáciles será la operación de mezcla (Albornoz & Romero, 2004).

El grado de uniformidad está dado por el índice de mezclado que indica el criterio de equilibrio de los componentes de la mezcla, que depende a su vez del tipo de mezcladora. El control en esta etapa consiste en muestrear el material, analizar las muestras y tratar estadísticamente los resultados (Perry, 1992).

2.5. HARINAS PREMEZCLAS

La elaboración de premezclas se realiza mediante el mezclado y homogeneización de ingredientes tales como harinas, emulsificantes, colorantes, saborizantes, aditivos, grasas, minerales, entre otros, obteniendo productos tales como preparados para producir pasteles instantáneos de sabores diferentes, Hot Cakes. Posterior al proceso de mezclado se empaca el producto para su venta y distribución (Paiz, 2008).

Los ingredientes básicos de los mix son: harina de trigo blanqueada (adicionada con ácido fólico y hierro), dextrosa, emulsificantes (mono y diglicéridos, estearoil lactilato de sodio), sal, leudantes (pirofosfato ácido de sodio, bicarbonato de sodio), harina de soya, suero de leche, acondicionador de masas, sabor artificial y color natural (betacaroteno). El motivo del uso de las mezclas y harinas preparadas fue la idea de agilizar los procesos y se ha mantenido hasta ahora, además se trataba sobre todo de facilitar y aumentar la seguridad de la fabricación de productos panificados. Ya no era necesario el laborioso pesaje de cada uno de los componentes de la receta, que especialmente en los componentes pequeños podía dar lugar a errores fácilmente. Estos aspectos son en general de gran importancia, ya que el ser panadero ya no es propiamente un oficio y se trabaja principalmente con personal auxiliar poco calificado (Ahuatle, 2002).

2.5.1. Análisis de calidad de harina

2.5.1.1. Contenido de proteína

Tanto la calidad como la cantidad de la proteína son importantes cuando queremos determinar el uso apropiado para una harina. La cantidad de proteína cruda de una harina está relacionada con el nitrógeno total, mientras la evaluación de su calidad se relaciona, especialmente, con las características fisicoquímicas de los componentes del gluten (Repo-Carrasco, 1998).

2.5.1.2. Contenido de humedad

El contenido de humedad de la harina es una característica muy importante en relación a un almacenamiento muy seguro. Según la norma del instituto de investigación tecnológica e industrial (ITINTEC, 1981), la harina no debe tener más del 15 % de humedad. La determinación de la humedad se hace calculando la pérdida de peso de la harina cuando se calienta a 100°C por cinco horas en el vacío o a 130°C durante una hora en la presión atmosférica (Repo-Carrasco, 1998).

2.5.1.3. Pruebas de cenizas

La prueba de ceniza se utiliza para medir el grado de extracción de la harina porque el endospermo puro contiene muy pocas cenizas, mientras el salvado, capa aleurona y germen contiene mucho más. Esta prueba se ha utilizado durante mucho tiempo como una medida importante de la calidad de la harina (Repo-Carrasco, 1998).

2.5.1.4. Color de la harina

El grado del color de la harina, se mide empleando un clasificador de color Kent Jones. Este parámetro es una medida de la luz reflejada en la región de longitud de onda de 530 nm en la superficie de una mezcla de harina y agua contenida en una cubeta de cristal. Da una medida de la contaminación de salvado en la harina blanca y varía con la cantidad de harina de bajo grado, obtenida en el extremo final del molino, que se permite pase al producto final (Cauvain & Young, 2007).

El grado de color no es una medida de la apariencia visual de la harina. Dos muestras de la harina con aspecto completamente diferente pueden dar el mismo grado de color. El

color de la harina está estrechamente asociado con el contenido de cenizas, que se emplea para medir la pureza de la harina en muchas partes del mundo. El contenido de cenizas puede afectar al comportamiento de la harina durante la cocción, generalmente cuando más blanco (Cauvain & Young, 2007).

2.6. TECNOLOGÍA PARA PASTELERÍA

2.6.1. Pastelería

La pastelería son productos leudados químicamente, regularmente con polvo de hornear y ocasionalmente con incorporación de aire. Usualmente contienen altos niveles de azúcar, grasa, huevo, leche y sabores, adicionados a la harina; son por consecuencia caracterizados por ser dulces, de textura suave, con aromas y sabores placenteros. Generalmente un producto dulce horneado caracterizado por usar harina baja en proteína, huevos, azúcar, líquidos y leudado químico” (Juarez, 2012). Otra definición sería: “Una espuma semi-seca resultante de la fijación de un medio que ha sido expandido debido al gas producido por químicos disueltos y aire incorporado previamente (Pylar, 1988).

2.6.2. Ingredientes importantes para pastelería

2.6.2.1. Harinas pasteleras

El procedimiento de molienda es diferente del empleado para la producción de pasteles normales y harinas de pan, y el tamaño de partícula es mucho más pequeño. Se aumenta su superficie con lo que puede absorber más líquido (agua, leche y huevos) produciendo una mezcla muy blanda. Estas harinas especiales para pasteles son muy blancas, como resultado de intensos procesos blanqueadores, el contenido en proteínas es bajo, cerca del 6%, y en consecuencia los pasteles producidos con estas harinas son más blandos (Scade, 1981).

Las mejores harinas pasteleras tienen contenidos de cenizas de 0.34 a 0.38% y contenido de proteínas de 7.0 a 9.0%. Para pasteles de alto contenido de azúcar se recomiendan contenidos proteicos de 7.5 a 8.5% y para pasteles más pesados 8.5 a 9.5%. En general, los pasteles de menor riqueza soportan el empleo de harinas con mayor contenido de cenizas y proteínas (Matz, 1997).

2.6.2.2. Azúcar

El azúcar es uno de los principales ingredientes usados en pastelería. El sabor y características finales del producto son altamente influenciados por este ingrediente y generalmente al hablar de pastelería hablamos de productos dulces. La pastelería ha evolucionado enormemente por la variedad de ingredientes que pueden ser utilizados, la sacarosa no es la excepción y actualmente tenemos formulaciones que utilizan variedades de azúcares que antes no se utilizaban. Estos nuevos edulcorantes dan propiedades diferentes a los batidos y a los productos finales (Bennion & Bamford, 1977).

Los pasteles con una elevada proporción de sólidos solubles, principalmente azúcar, tienen mejores cualidades para mantenerse frescos, que los pasteles que contienen bajo contenido de sólidos solubles. De esta manera los pasteles ricos en fruta tienen mayor duración que los pasteles o bollos baratos (Scade, 1981).

2.6.2.3. Huevo

Su uso en productos de panificación aumenta el valor nutritivo. A pesar de contener aproximadamente 75% de agua (Matz, 1997).

Al poseer una cantidad considerable de proteínas se puede batir fácilmente para formar una espuma, en este proceso las proteínas se desnaturalizan formando una estructura aireada relativamente estable capaz de sostener a otros ingredientes. En los batidos para pastel, las proteínas del huevo se extienden durante el mezclado para formar una red compleja en combinación con el gluten de la harina, al que aportan un soporte estructural. Durante el calentamiento en el horno se coagula la red de proteínas y así contribuye a impartir rigidez a la miga del pastel ayudando a mantener el volumen alcanzado. Esta acción es de vital importancia en pasteles tipo espuma, donde el porcentaje relativamente bajo de harina junto con su gluten débil, sería de otra manera inadecuado para que el pastel alcance un volumen satisfactorio en el horno. El huevo ejerce una acción enlazante mejorando la estructura de las celdillas del pastel, produciendo una miga uniforme y de buena textura (Juarez, 2012).

2.6.2.4. Grasa

Las grasas comerciales son generalmente triglicéridos, producto de la reacción (un éster) de una molécula de glicerol (glicerina) con tres moléculas de ácidos grasos. El aceite vegetal más comúnmente usado es el aceite de soya. Es líquido a temperatura ambiente y de bajo color. Aun así, contiene una gran cantidad de aceites insaturados (60%) se usa comúnmente para mezclas de grasas (Sultan, 1983).

Las grasas se utilizan en pastelería principalmente por la suavidad que imparten a los productos. El efecto suavizante se debe a la capacidad de la grasa para lubricar la estructura del producto horneado por dispersarse en forma de películas y glóbulos en el batido pastelero, inhibiendo así la formación de redes tridimensionales muy rígidas de gluten, y lubricando los geles de almidón (Bennion & Bamford, 1977).

La plasticidad de la grasa es un factor de gran importancia para establecer el poder lubricante. Entre más suave sea, por ejemplo: lardo, son mejores sus características lubricantes en relación a las grasas más duras. Por otra parte, las grasas líquidas (aceites) exhiben poca capacidad lubricante, debido a que su falta de plasticidad tiende a favorecer su dispersión en forma de glóbulos, y no de películas (Pylar, 1988).

2.6.2.5. Leche

En la producción de pasteles, la leche mejora el color de la corteza, el grano, la flexibilidad y la fuerza de la estructura, siendo el color y la estructura los de efecto más pronunciado al realizar cambios en este ingrediente. Se ha encontrado que la adición de leche descremada en polvo a batidos de pasteles tiene un efecto en el tamaño del grano, estabilidad de la espuma y emulsificación en los batidos, disminución de las pérdidas de humedad en el horneado, y sobre todo en una mejora en el color de la corteza. Uno de los principales constituyentes de la leche es la lactosa que tiene un efecto muy marcado y una función notable en los pasteles (Matz, 1997).

- a) Funciones de la leche
 - Fortalecedor: Las proteínas de la leche se entremezclan con las proteínas del gluten ligándolas, de ésta forma la estructura tridimensional formada por la proteína se fortalece proporcionando mejor estructura.

- Color de la corteza: Por efecto de la lactosa, que como azúcar reductor participa en las reacciones de oscurecimiento (proteínas y azúcar) y reacciones de caramelización a menores temperaturas que otros azúcares.
- Proporciona sabor y riqueza: Ya sea leche entera o descremada, aporta el sabor característico generado por la mezcla de sus componentes, principalmente por la grasa butírica, lactosa y caseína.
- Retiene la humedad del producto: Tanto las proteínas como la lactosa tienen características de higroscopicidad, cuando se usa leche en polvo toman la humedad del agua y otros líquidos agregados, cuando se usa leche líquida, por si misma funciona como humectante.
- Nutrición: principalmente como fuente de minerales, entre los que destaca el calcio y la cantidad de aminoácidos esenciales de sus proteínas (Pylar, 1988).

2.6.3. Aditivos

2.6.3.1. Conservantes

Es un grupo muy importante de aditivos cuya finalidad es prevenir el crecimiento de hongos, levadura y bacterias. No cualquiera de ellos es adecuado para todos los alimentos, por lo que hay métodos para medir su efectividad, la cual depende de varios factores: especificidad de acción, composición del alimento, nivel inicial de la contaminación y manejo y distribución del producto terminado (Robach, 1980).

Los microorganismos también se controlan mediante la reducción de pH y de la actividad del agua, por lo que los acidulantes, las gomas, la sacarosa o el cloruro de sodio, además de ejercer una acción saborizante y de espesante, controlan el crecimiento microbiano en la categoría de conservadores destacan los ácidos benzoico, sórbico, acético y propiónico y sus sales, los parabenos, los sulfitos, los nitritos y nitratos, los antibióticos, el pirocarbonato de etilo y los epóxidos (Badui, 2006).

2.6.3.2. Agente leudante

El agente químico leudante, nombre de los componentes que se adicionan a galletas pasteles y productos similares de repostería con el propósito de que una vez que se hidraten liberen gas (CO₂). La acción del agente es dependiente de temperatura y pH. Los agentes leudantes imparten la textura a productos de panadería. Se dividen en

compuestos de acción lenta y rápida, los primeros liberan dióxido de carbono a temperaturas altas o de horneado, mientras que los segundos liberan cantidades significativas de gas a temperatura ambiente (Othon, 1996).

2.6.3.3. Estabilizante

Sustancia o mezcla de sustancias que mantiene homogéneos a los productos constituidos por dos o más fases inmiscibles, impidiendo su separación (Badui, 2006).

2.7. VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS

Los alimentos son perecederos por naturaleza. Numerosos cambios toman lugar durante su procesamiento y almacenamiento. Las condiciones utilizadas al momento de procesarlos y almacenarlos pueden influenciar adversamente los atributos de calidad. La calidad es una cualidad de los alimentos que puede ser definida como la combinación de propiedades que influyen el grado de aceptabilidad de los alimentos por parte del consumidor (Kramer & Twigg, 1968).

Un alimento es un sistema fisicoquímico y biológicamente activo, por lo que la calidad del mismo es un estado dinámico, que continuamente está cambiando para reducir sus niveles (Rotstein *et al.* 1997).

2.7.1. Principales formas de deterioro de los alimentos

Durante el almacenamiento y distribución los alimentos son expuestos a una serie de factores que pueden afectar su vida útil, estos factores pueden ser clasificados en intrínsecos y extrínsecos.

Los factores intrínsecos son las propiedades del producto final, tales como la actividad de agua, pH, acidez total, potencial redox, nutrientes, entre otros.

Los factores extrínsecos son aquellos factores con los que el producto final se encuentra a lo largo de la cadena alimentaria, como, temperatura, humedad, oxígeno, sistemas de procesamiento, tipo de empaque y luz (Kilcast & Subramanian, 2000).

Es necesario entender cómo la interacción de estos factores causa el deterioro de los alimentos, limitando su vida útil. El deterioro puede ser convenientemente clasificado en cambios ocasionados por deterioro físico, químico y microbiológico.

2.7.1.1. Deterioro físico

Los daños físicos pueden contribuir a la pérdida de vida útil de un alimento, entre ellos se encuentran aquellos causados por el mal manejo durante la cosecha, proceso, almacenamiento y distribución (Labuza, 1982).

2.7.1.2. Deterioro químico

Durante el procesamiento de alimentos, ocurre deterioro del tejido por causas relacionadas con varios constituyentes químicos del alimento dentro del ambiente de los fluidos celulares. Estos componentes pueden reaccionar con factores externos para inducir el deterioro del alimento y disminuir la vida útil del alimento (Labuza, 1982).

Se distinguen diferentes mecanismos: (1) Oxidación de lípidos; (2) Degradación enzimática; (3) Pardeamiento no enzimático; (4) Otras reacciones:

➤ Oxidación de lípidos

Muchos alimentos contienen grasas insaturadas, las cuales están sujetas al ataque directo de oxígeno, a través de un mecanismo autocatalítico de radicales libres. Esto genera sabores rancios en el alimento, que son inmediatamente rechazados por el consumidor. Los radicales libres y peróxidos producidos en este proceso pueden reaccionar y decolorar pigmentos, tal como ocurre en vegetales deshidratados, pudiendo destruir las vitaminas C, E y A. La velocidad de la oxidación de lípidos depende de la temperatura, de la disponibilidad de agua y de la actividad de agua. Los más susceptibles de sufrir rancidez son los alimentos secos y semi-húmedos (Labuza, 1982).

La rancidez hidrolítica, se ocasiona por la hidrólisis de las grasas con liberación de ácidos grasos libres. En muchas grasas, la presencia de estos ácidos no produce defectos objetables, sin embargo, en algunos alimentos, ocasiona un olor y sabor tan desagradable, que puede malograr el producto totalmente. Altos contenidos de humedad y temperatura ayudan a acelerar esta reacción (Fennema, 2000).

➤ **Degradación enzimática**

El control de calidad de ciertos alimentos se puede llevar a cabo rutinariamente de manera indirecta a través del análisis de la actividad de ciertas enzimas; la presencia o la ausencia de algunas enzimas en particular se relaciona con una determinada condición microbiológica o química de un producto (Badui, 2006).

La Tabla 8 detalla las principales enzimas responsables de la alteración de los alimentos, así como las reacciones que catalizan y sus efectos sobre la calidad.

Tabla 8. Principales enzimas responsables de la alteración de los alimentos.

Parámetro	Enzima	Reacción que cataliza	Defectos de calidad
Flavor	Lipasas, estereasas	Hidrólisis de lípidos	Rancidez lipolítica (sabor jabonoso)
	Lipoxigenasa	Oxidación de ácidos grasos poliinsaturados	Rancidez oxidativa (sabor a vegetal)
	Peroxidasa/ catalasa Proteasa	Oxidación de aminas aromáticas, fenoles Hidrólisis de proteínas	Mal sabor y oscurecimiento Amargor
Color	Polifenoloxidasas	Oxidación de fenoles	Color oscuro
	Clorofilasa	Pérdida de Mg en clorofila	Color oscuro en vegetales
Textura, consistencia	Amilasa	Hidrólisis del almidón	Ablandamiento/ pérdida de viscosidad
	Pectín metilesterasa	Hidrólisis de pectina a ácido péctico y metanol	Ablandamiento/ pérdida de viscosidad
	Poligalacturonasa	Hidrólisis del - 1,4 enlaces glicosídicos del ácido péctico	Ablandamiento/ pérdida de viscosidad
Valor nutritivo	Ácido ascórbico oxidasa	Oxidación del ácido L- ascórbico	Pérdida de vitamina C
	Tiaminasa	Tiaminasa	Tiaminasa

Fuente: Fernández, García & Matínez (2009).

➤ **Pardeamiento no enzimático**

Durante la fabricación, el almacenamiento y otros procedimientos en que intervienen, muchos alimentos desarrollan una coloración que, en ciertos casos, mejora sus propiedades sensoriales, mientras que en otras las deteriora. Los mecanismos de oscurecimiento en los que intervienen azúcares reductores son: la caramelización y la reacción de Maillard (Badui, 2006).

Los factores ambientales que controlan este tipo de reacción son la temperatura, pH, y actividad de agua. La velocidad de este tipo de reacción es más sensible a la temperatura que al deterioro causado por rancidez. En productos secos la velocidad de reacción se cuadruplica con un aumento de 10° C en la temperatura de almacenamiento. En alimentos en que ambas reacciones pueden ocurrir, el pardeamiento no enzimático predomina a altas temperaturas, mientras que la rancidez lo hará a bajas temperaturas. Por tanto, durante el procesamiento, el alimento se debe exponer lo menos posible a altas temperaturas para minimizar este tipo de deterioro, que puede acortar su vida útil. El mayor control del pardeamiento no enzimático es por medio del contenido de agua del alimento, a menor contenido de agua, más lenta será la velocidad de reacción (Labuza, 1982).

➤ **Otras reacciones**

Otras reacciones químicas que ocasionan el deterioro de los alimentos, incluye la destrucción térmica de algunas vitaminas, como la vitamina A, B y C y el efecto de la luz sobre pigmentos, tal como ocurre en la decoloración de la clorofila, la oxidación directa de la vitamina C y de pigmentos carotenoides. Lo importante de estas reacciones es definir el punto en que se dará fin a la vida útil. En muchos casos la información debe ser confirmada con pruebas sensoriales para que el punto de deterioro sea escogido (Labuza, 1982).

2.7.1.3. Deterioro microbiológico

Los microorganismos son la causa más frecuente de alteración de los alimentos y el principal motivo de toxiinfecciones. Dentro de este amplio grupo se incluyen mohos, levaduras y células bacterianas.

Los mohos son hongos microscópicos aerobios que generalmente dañan el alimento y pueden producir toxinas que causan enfermedades. A diferencia de las bacterias, los mohos pueden crecer en alimentos que tienen alta acidez y baja humedad. Por lo general, se desarrollan bajo temperaturas templadas, también pueden crecer a temperaturas de refrigeración (5°C o menos). Algunos mohos causan reacciones alérgicas y problemas respiratorios, unos pocos pueden producir micotoxinas que se encuentran principalmente en granos y nueces (Araya, 2012).

Las levaduras son otro tipo de hongo unicelular anaerobio facultativo que ocasionan daño en los alimentos, pero que no causan enfermedades. Se encuentran comúnmente en granos, frutas y otros alimentos que contienen azúcar. El intervalo de temperatura de crecimiento de las levaduras es, en general, semejante al de los mohos, con un óptimo alrededor de 25 a 35°C y un máximo de 35 a 47°C. El crecimiento de las levaduras se ve favorecido por un pH ácido próximo a 4 – 4,5 (Fraser, 2010).

2.7.2. Estudio de vida útil

Un estudio de vida útil consiste en realizar una serie de controles preestablecidos en el tiempo, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante (Curia *et al.* 2005). Se debe definir cuál será la variable de mayor impacto en el deterioro del producto para analizarla respecto al tiempo, con la finalidad de utilizarla como variable de respuesta. Cuando no se conoce esta variable, por lo general, se realizan pruebas sensoriales, microbiológicas y fisicoquímicas en forma simultánea.

Los puntos clave al diseñar un ensayo de vida útil son: el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo, y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante (Curia *et al.* 2005).

2.7.2.1. Diseño del estudio

Un estudio de vida útil se realiza hasta lograr un deterioro apreciable en las muestras. Es importante definir cuál es el tiempo máximo de almacenamiento con el que se va a trabajar. En las empresas se conoce un tiempo estimado de deterioro de las muestras, en condiciones normales de almacenamiento. Cuando se plantean estudios acelerados de vida útil esta información no siempre se conoce previamente. La determinación del

número de muestras es un punto crítico en el caso de pruebas sensoriales, ya que en ellas se usa una cantidad importante (Curia *et al.* 2005).

2.7.2.2. Selección del diseño experimental

Existen dos tipos de diseño aplicables a los estudios de vida útil:

- Diseño básico: consiste en almacenar un único lote de muestras en las condiciones seleccionadas e ir haciendo un muestreo en los tiempos prefijados.
- Diseño escalonado: consiste en almacenar diferentes lotes de producción en las condiciones seleccionadas a diferentes tiempos, de forma de obtener en un mismo día todas las muestras con los diferentes grados de deterioro y en ese día analizarlas (Curia *et al.* 2005).

Para estimar la vida útil se pueden aplicar métodos cinéticos y métodos probabilísticos. Los métodos cinéticos se basan en ecuaciones matemáticas para modelar la pérdida de calidad durante el tiempo de almacenamiento y los métodos probabilísticos consisten en considerar la vida útil como una magnitud aleatoria y describir su comportamiento mediante un modelo probabilístico (Cantillo & Fernández, 1994).

2.8. ESTUDIO ACELERADO DE VIDA ÚTIL

Un estudio acelerado consiste en someter al producto bajo condiciones extremas de almacenamiento, como temperatura, presiones parciales de oxígeno o altos contenidos de humedad, que aceleran las velocidades de deterioro del alimento, resultando de esto un período de estudio menor al realizado bajo condiciones reales de almacenamiento (ASTM, 2011).

Esta metodología es de gran utilidad cuando se estudian productos no perecederos, ya que ayudan a reducir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación (Giraldo, 1999), sin embargo, estos estudios se hacen menos factibles para productos no perecederos con una vida útil mayor a tres años (Labuza & Szybits, 2004).

2.8.1. Cinética y vida útil

Aplicando los principios cinéticos de química fundamental, la velocidad de cambio de la calidad de un alimento generalmente puede ser expresada como una función de la composición y de factores ambientales, representada en la ecuación (1):

$$\frac{dQ}{dt} = F(C_i, E_j) \quad (1)$$

Donde C_i son los factores de la composición, tales como, concentración de componentes de reactivos, catalizadores orgánicos, enzimas, inhibidores de la reacción, pH, actividad del agua o poblaciones microbianas; y E_j son los factores ambientales, como temperatura, humedad relativa, presión total y presión parcial de diferentes gases, luz y mecanismos de estrés (Saguy & Karel, 1980). Excluyendo el efecto de los factores ambientales E_j , asumiendo que estos permanecen constantes, la ecuación (1) se simplifica y expresa el cambio de la concentración de los constituyentes relacionados con la calidad del alimento, como función del tiempo (Rotstein & Singh, 1997).

La pérdida de calidad de la mayor parte de los alimentos puede ser representada por la ecuación básica (2):

$$\frac{dA}{dt} = -k(A)^n \quad (2)$$

Donde A es el factor de calidad medido, t es el tiempo, k es una constante de velocidad y n es un factor denominado orden de reacción, que define la velocidad de pérdida del factor calidad (Labuza & Schmidl, 1985). La pérdida de calidad de muchos alimentos se ajusta a distintos órdenes de reacción, sin embargo, en su mayoría lo hacen al orden de reacción cero y uno (Gordon, 1993).

2.8.2. Pérdida de vida útil a velocidad constante

Basado en la ecuación (2) mucha de la literatura asume un valor de cero para n . Esta suposición se denomina orden cero. Esto implica que la velocidad de pérdida del factor de calidad en el tiempo es constante, como lo define la ecuación (3).

$$\frac{dA}{dt} = -k \quad (3)$$

Matemáticamente si la ecuación (3) fuera integrada, la cantidad de factor calidad perdida en el tiempo como función de la temperatura llegaría a transformarse en la ecuación (4).

$$A = A_0 - kt \quad (4)$$

Donde A es la cantidad de calidad remanente al tiempo t , A_0 es la cantidad inicial del factor calidad y k es la constante de velocidad (Labuza, 1982).

Algunas formas de deterioro se ajustan al orden cinético de cero, tales como:

- Degradación enzimática de frutas y vegetales, de alimentos congelados o refrigerados.
- Pardeamiento no enzimático en cereales y productos lácteos deshidratados.
- Oxidación de lípidos en alimentos congelados y deshidratados

Si se representa el grado de calidad en función del tiempo y se obtiene una línea recta, el orden de reacción es cero. Una gráfica de este tipo, donde la pendiente es k , se muestra en la Figura 1 (Curia *et al.* 2005).

2.8.3. Pérdida de vida útil a velocidad variable

La calidad en muchos casos no sigue un modelo como el deterioro descrito anteriormente. De hecho, muchos alimentos no se deterioran a una velocidad constante y siguen un modelo donde n toma el valor uno, con resultado de un decaimiento exponencial en la velocidad de la pérdida del factor de calidad.

Matemáticamente la velocidad se define como la ecuación (5).

$$\frac{dA}{dt} = -kA \quad (5)$$

Integrando la ecuación (5) se obtiene una ecuación logarítmica (6).

$$\ln A = \ln A_0 - kt \quad (6)$$

Donde A es la cantidad de calidad remanente al tiempo t , A_0 es la cantidad inicial del factor calidad y k es la constante de velocidad (Labuza, 1982).

Algunas formas de deterioro se ajustan al orden cinético de uno, tales como:

- Rancidez en aceites o en alimentos deshidratados.
- Crecimientos de microorganismos y sus defectos.
- Pérdida de vitaminas en alimentos enlatados y deshidratados.
- Pérdida en calidad de proteínas en alimentos deshidratados.

Una representación gráfica de esta cantidad de calidad remanente como función del tiempo no sigue un comportamiento lineal, esta se muestra en la Figura 1 (Curia *et al.* 2005).

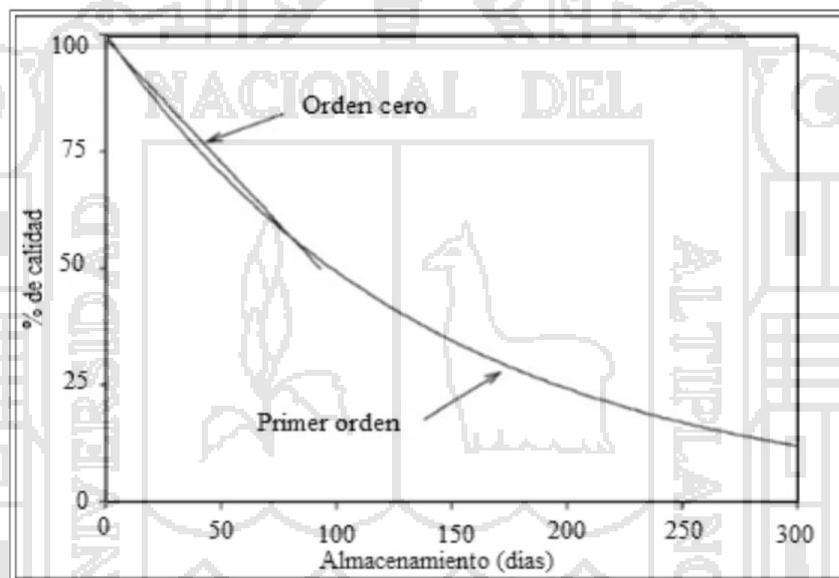


Figura 1. Curvas cinéticas de deterioro (Curia *et al.* 2005).

2.8.4. Dependencia de la vida útil con la temperatura

2.8.4.1. Modelo de Arrhenius

Los análisis matemáticos de la pérdida de calidad de los alimentos asumen una temperatura constante. La dependencia de la velocidad de pérdida de calidad con la temperatura es a una velocidad constante k . Teóricamente, k obedece la relación de Arrhenius descrita según la ecuación (7).

$$k = k_0 e^{-\frac{E_A}{RT}} \quad (7)$$

Donde k es la constante de velocidad de la reacción, k_0 es la constante pre-exponencial, E_A es la energía de activación para la reacción de deterioro y R es la constante de gases ideales (Labuza, 1982).

Al aplicar logaritmos a ambos lados de la ecuación (7), se obtiene la ecuación de una línea recta con pendiente E_A/R , tal como se expresa en la ecuación (8); el término E_A puede evaluarse para conocer el valor de la energía de Activación.

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_A}{R} \frac{1}{T} \quad (8)$$

Un trazo del logaritmo natural de la constante de velocidad versus el inverso absoluto de la temperatura da una línea recta, como se muestra en la Figura 2 (Labuza, 1982).

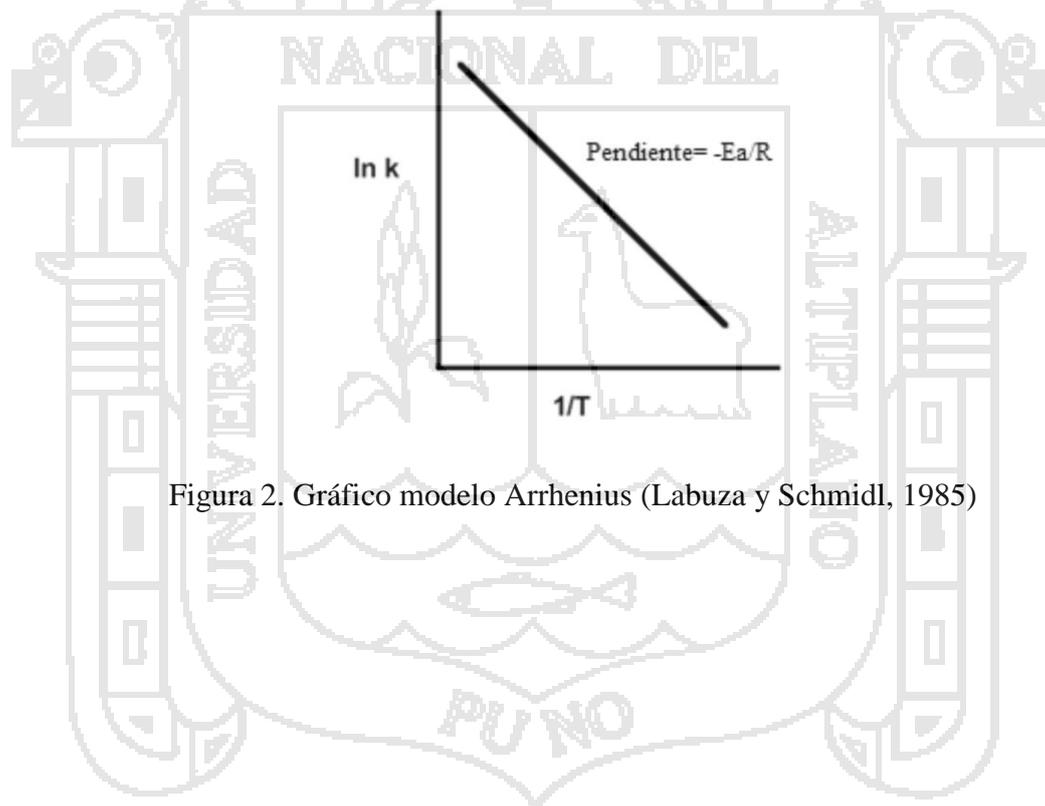


Figura 2. Gráfico modelo Arrhenius (Labuza y Schmidl, 1985)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, la preparación de las muestras se realizó en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales, los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de Evaluación Nutricional, y los análisis microbiológicos y evaluación sensorial en el Laboratorio de Microbiología, el procesamiento de los Queques se realizó en Centro de Investigación y Servicios (CIS) Panificadora Universitaria UNA-Puno.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materia prima

Para la investigación se utilizaron como materia prima: los granos de tarwi blanco se adquirió en el centro de producción “Cooperativa Yunga” Provincia de Yunguyo. (*Lupinus mutabilis* Sweet), Grano de quinua blanca (*Chenopodium quinoa* Will), harina extra de trigo “Nicolini”.

3.2.2. Insumos para la elaboración de premezcla

- Azúcar blanca “Ingenio Azucarero San Aurelio”.
- Agente leudante químico en polvo “Fleischmann”.
- Emulsionante en pasta “Puratos”.
- Leche entera en polvo “Gloria”.

3.2.3. Materiales y Equipos

3.2.3.1. Para el proceso de obtención de harina de tarwi y quinua

- Balanza de plataforma ATLAS capacidad de 100 kg.
- Molino de martillos JARCON capacidad de 250 kg.
- Recipientes de plástico.

3.2.3.2. Para el proceso de obtención de queques

a) Materiales

- Moldes de aluminio N° 22.
- Jarras de plástico de ½ y 1 litro de capacidad.

b) Equipos

- Balanza electrónica KERN ABS capacidad 220 ± 0.01 gramos.
- Batidora marca Nova capacidad 15 kg.
- Batidora de mano “Oster” capacidad 1500 gramos.
- Horno eléctrico “Nova” Max2000 capacidad 36 bandejas.

3.2.3.3. Para los análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales

Para efectuar los análisis fisicoquímicos de las materias primas; análisis fisicoquímico, sensorial del producto terminado se utilizaron:

a) Materiales

- Termómetros marca GIARDINO rango -10 a 50°C.
- Placas Petri marca PYREX diámetro 60mm.
- Desecador marca PYREX capacidad 2l.
- Matraces marca DURAN capacidad 250ml.
- Pipetas marca HIRSCHMANN capacidad 10ml y 5ml.
- Tubos de ensayo marca SCHOTT capacidad 5ml.
- Probetas marca PYREX capacidad 100ml y 250ml.
- Vasos de precipitado PYREX capacidad 100ml.

b) Equipos

- Balanza analítica marca METTLER TOLEDO modelo AB-S/FACT.
- Mufla marca LABOR MUSZERIPARI MUVER, modelo LR-201/A.
- Analizador de proteínas, marca J.P. SELECTA modelo 0552974.
- Analizador de grasa, marca VELD SCIENTIFICA modelo 148.
- Estufa convección forzada marca BINDER modelo FP.
- Juego de tamices marca TYLER, modelo RO-TAP.
- Analizador de humedad marca HW KESSEL modelo XX47-0047.

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1. Análisis de las materias primas: harina de tarwi y quinua

Con la finalidad de evaluar las características proximales y granulométricas se procedió al análisis de harina de quinua y tarwi:

3.3.1.1. Análisis proximal de harinas

El análisis se realizó a las harinas de tarwi y quinua que fueron evaluados según los métodos recomendados por AOAC (1990), determinándose su contenido de humedad, proteína, fibra, cenizas, grasa y carbohidratos (Villaruel *et al.* 2000).

Determinación de humedad (AOAC, 1990)

Se determinó por diferencia de peso, sometida la muestra a una temperatura de 60°C en la estufa hasta obtener un peso constante.

Determinación de grasa (AOAC, 1990)

Se determinó por método Soxhlet, empleando como solvente éter de petróleo.

Determinación de proteínas (AOAC, 1990)

Se determinó mediante el método de Microkjeldahl, empleando como factor para harinas de quinua 6.25 y para tarwi 5.71.

Determinación de cenizas (AOAC, 1990)

Se determinó por calcinación de la muestra a 600°C durante 3 a 4 horas en horno mufla hasta que el residuo se torne plumizo.

Determinación de fibra (AOAC, 1990)

Se realizaron dos digestiones la primera con ácido sulfúrico al 1.25% y la segunda con hidróxido de sodio con una concentración de 1.25%.

Determinación de carbohidratos (AOAC, 1990)

Se obtuvo por diferencia de 100, la suma de proteínas, cenizas, grasa, fibra y humedad.

3.3.1.2. Análisis granulométrico

Se realizó con la finalidad de determinar la distribución del tamaño de partículas de las harinas de Tarwi, Quinoa y Trigo con el juego de tamices de la serie Tyler Brown con diferentes intervalos de diámetro (1.00, 0.59, 0.35, 0.29, 0.24 y 0.20mm) y los números de las mallas son (18, 30, 45, 50, 60 y 70) respectivamente. Se adicionaron al primer tamiz 100g de muestra a caracterizar y se tamizaron por 10 min. Se procedió al pesado de la harina retenida en los diferentes tamices y el resultado se expresó en porcentaje (Cerezal, Urtuvia, Ramírez, Romero, & Arcos, 2011).

3.3.2. Análisis de la premezcla

Los análisis se realizaron a las 6 premezclas con la finalidad de determinar la mejor formulación.

3.3.2.1. Estimación composición química de las premezclas

Utilizando la composición química de todos los ingredientes utilizados, se calculó la composición química de las mezclas, para cada nivel de sustitución, sabiendo que, durante el proceso de mezclado, no hay cambios fisicoquímicos, por lo tanto, la suma de la fracción componente de la entrada es igual a la salida o producto (Coloma, 2000).

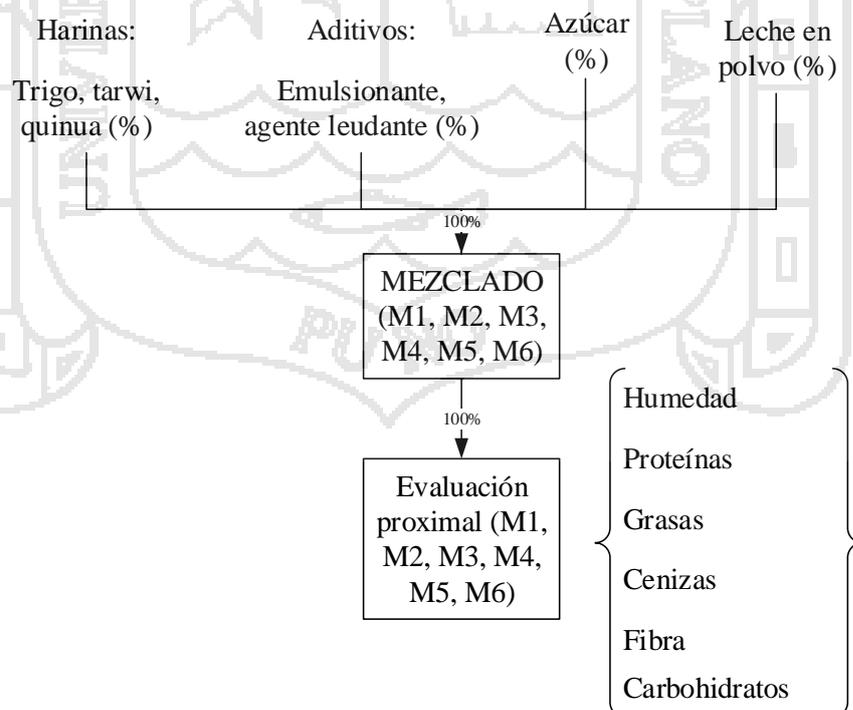


Figura 3. Diagrama de flujo de balance de fracción de componentes de las mezclas

3.3.2.2. Score o Computo Químico de las premezclas

Se trabajó de acuerdo al método recomendado por FAO/OMS/ONU (1985):

$$\text{Computo Químico} = \frac{\text{mg de aminoácido en un g de proteína estudiada}}{\text{mg de aminoácido en la combinación de referencia}}$$

El cómputo químico es un método que se basa en calcular el porcentaje de presencia de los aminoácidos esenciales, con respecto al patrón de referencia de aminoácidos esenciales. El porcentaje de aminoácido esencial, que está en menor proporción indica el aminoácido limitante el cual se denomina score químico (SQ), cuando no hay déficit de ningún aminoácido esencial el SQ es 100% y equivale al de una proteína ideal o de referencia, por el contrario, si una proteína es carente en un aminoácido esencial su SQ es cero.

Los patrones de referencia, reciben este nombre debido a que son proteínas que permiten una óptima síntesis protéica por lo que son utilizadas como referencia o mezclas aminoacídicas deseables (De la Cruz, 2009).

Tabla 9. Patrón de aminoácidos propuesto para niños 2-5 años

Aminoácidos esenciales	(g/100 g de prot.)
Fenilalanina+Tirosina	6.3
Histidina	1.9
Isoleucina	2.8
Leucina	6.6
Lisina	5.8
Metionina+cistina	2.5
Treonina	3.4
Triptófano	1.1
Valina	3.5
Total AA esenciales	33.9

Fuente: FAO/OMS/ONU (1985).

3.3.2.3. Evaluación sensorial del queque a partir de las premezclas

Para seleccionar la premezcla, se realizó pruebas de análisis sensorial de las diferentes formulaciones, donde se definió el sabor, textura, color y apariencia general del producto sólido (queque) (Cerezal *et al.* 2011), se contó con la participación de un equipo de jueces semientrenados, seleccionados entre los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Altiplano, conformado por 20 personas todos jóvenes entre 18 y 28 años de edad. Los jueces procedieron a degustar cada una de las muestras de queques, elaboradas con diferentes niveles de sustitución de harina de tarwi y quinua y adición de aditivos.

Para esta evaluación se usó una escala hedónica, donde las categorías fueron definidas por números:

- | | |
|--------------------------------|------------|
| a) Extremadamente Agradable | (9 puntos) |
| b) Muy Agradable | (8 puntos) |
| c) Moderadamente Agradable | (7 puntos) |
| d) Ligeramente Agradable | (6 puntos) |
| e) No Agrado Ni Desagrado | (5 puntos) |
| f) Ligeramente Desagradable | (4 puntos) |
| g) Moderadamente Desagradable | (3 puntos) |
| h) Muy Desagradable | (2 puntos) |
| i) Extremadamente Desagradable | (1 punto) |

3.3.3. Determinación de vida útil de premezcla.

Para la determinación de vida útil de la premezcla se extrajeron muestra de las premezclas cada 14 días, determinando para las premezclas en polvo la evolución microbiológica y características fisicoquímicas, para las premezclas, en forma de queque, se analizaron las características sensoriales: sabor, textura, color y apariencia general.

3.3.3.1. Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos de las premezclas se realizaron en laboratorio de Microbiología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

a) Numeración de coliformes totales

El medio de cultivo utilizado fue Caldo Lactosado (Lactose broth), el tiempo de incubación fue de 48 horas a una temperatura de 37°C. La prueba de confirmación de Colonias Fecales se utilizó Agar EMB (Araya, 2012).

b) Numeración de mohos

Se utilizó una técnica similar a la descrita en el párrafo anterior. El medio de cultivo fue el Agar “Sabouraud Dextrose Agar”. El tiempo de incubación fue de 5 días a una temperatura promedio de 22°C (Araya, 2012).

3.3.3.2. Análisis fisicoquímicos

a) Determinación del contenido de humedad

Se realizó en el laboratorio de análisis nutricional, con el determinador de humedad 120°C durante 10 minutos.

b) Determinación de Índice de peróxido

Se determinó siguiendo el método A. O. A. C., (1990).

Se colocaron 0.5g de muestra en un Erlenmeyer de 250ml, se adicionaron 25ml de una mezcla de Ácido Acético: Cloroformo (3:2). Se agito y se adiciono 1ml de solución saturada de Yoduro de Potasio y 100ml de agua destilada. Este preparado fue titulado con Tiosulfato de Sodio 0.1N en presencia de una solución de almidón al 1%.

$$\text{Índice de peróxidos} = \frac{\text{ml de tiosulfato de sodio} \times 0.1}{\text{g de muestra}} \times 100$$

3.3.3.3. Análisis sensorial del queque a partir de la premezcla

Las pruebas de aceptación fueron evaluadas, por medio de pruebas hedónicas, integrado por un panel sensorial semientrenado, quienes evaluaron las características organolépticas en cuanto al sabor, textura, color y apariencia según el formato de ficha de evaluación.

Para esta prueba se utilizaron escalas categorizadas de nueve puntos, que tienen diferentes categorías y van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “Me disgusta muchísimo” (Araya, 2012).

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se efectuó de acuerdo al siguiente diagrama:

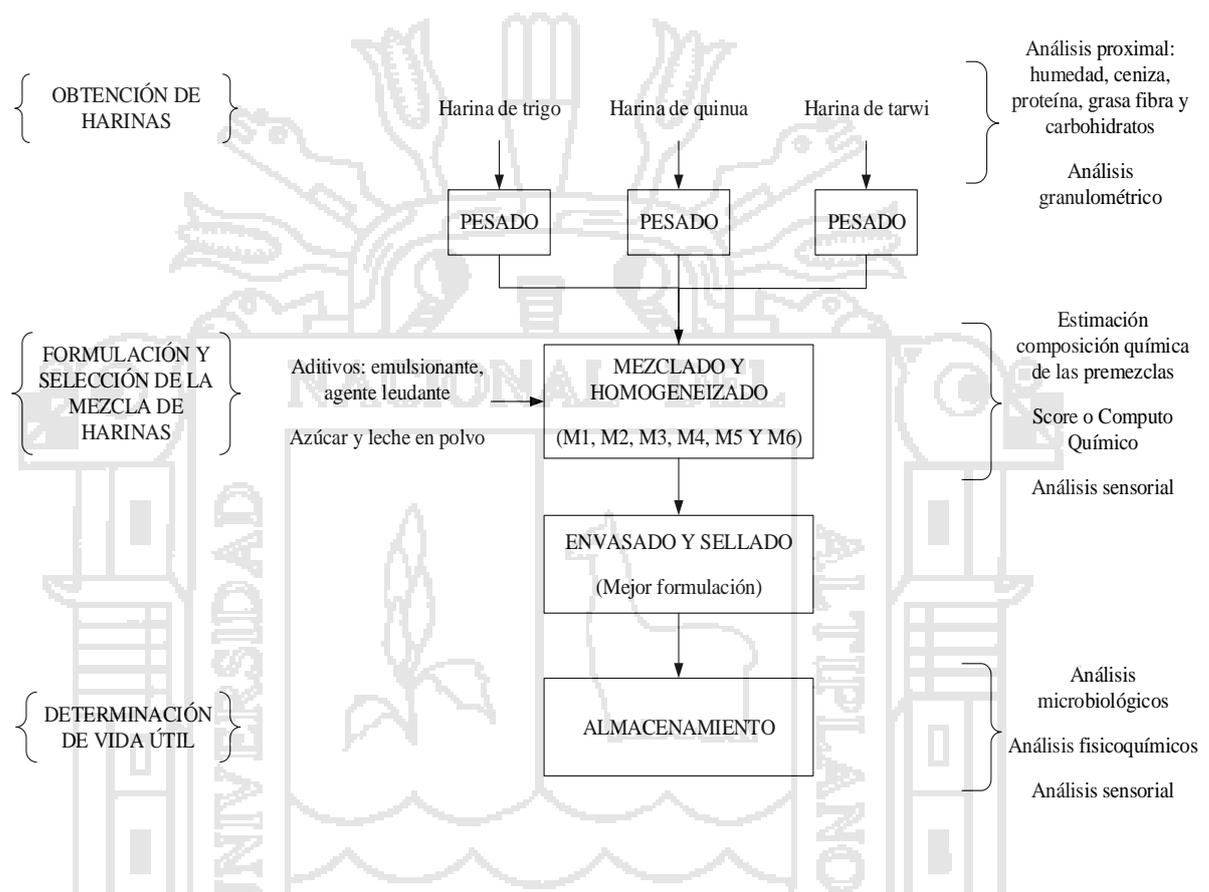


Figura 4. Diagrama de flujo de la elaboración de la premezcla

3.4.1. Obtención de harinas

Con la finalidad de evaluar la calidad de la quinua y tarwi, se procedió a la obtención de harinas, considerando las siguientes etapas de proceso como se muestra a continuación:

3.4.1.1. Proceso de obtención de harina de tarwi

La metodología para la obtención de harinas de tarwi y quinua para la elaboración de premezcla de queque, se presenta en la Figura 5.



Figura 5. Diagrama de flujo para la obtención de harina de tarwi (Coloma, 2000).

- a) **Recepción.** Para el presente trabajo se ha trabajado con tarwi blanco, proveniente de la provincia de Yunguyo.
- b) **Limpieza y selección.** Se efectuó de forma manual y visual con la finalidad de eliminar granos picados, dañados e impurezas.
- c) **Hidratación.** Se efectuó durante 12 horas con la finalidad de ablandar el grano para su posterior cocción.
- d) **Cocción.** Este proceso se realizó con la finalidad de facilitar el desamargado del grano, a temperatura de ebullición durante un tiempo de 50 a 60 minutos.
- e) **Desamargado.** Este proceso se realizó en recipientes de plásticos, realizando el intercambio de agua cada 6 horas, durante un tiempo de 2 semanas, ya que hasta ese tiempo se eliminó el sabor amargo del tarwi por la disminución del contenido de alcaloides.

- f) **Secado.** Este proceso se dio mediante un secado natural, exponiendo al grano al medio ambiente, bajo la acción de la energía solar durante 5 días hasta llegar a una humedad muy próxima a 9%.
- g) **Molienda.** Se sometieron los granos a un proceso de trituración para obtener una harina fina usual para el uso en pastelería.

3.4.1.2. Proceso de obtención de harina de quinua

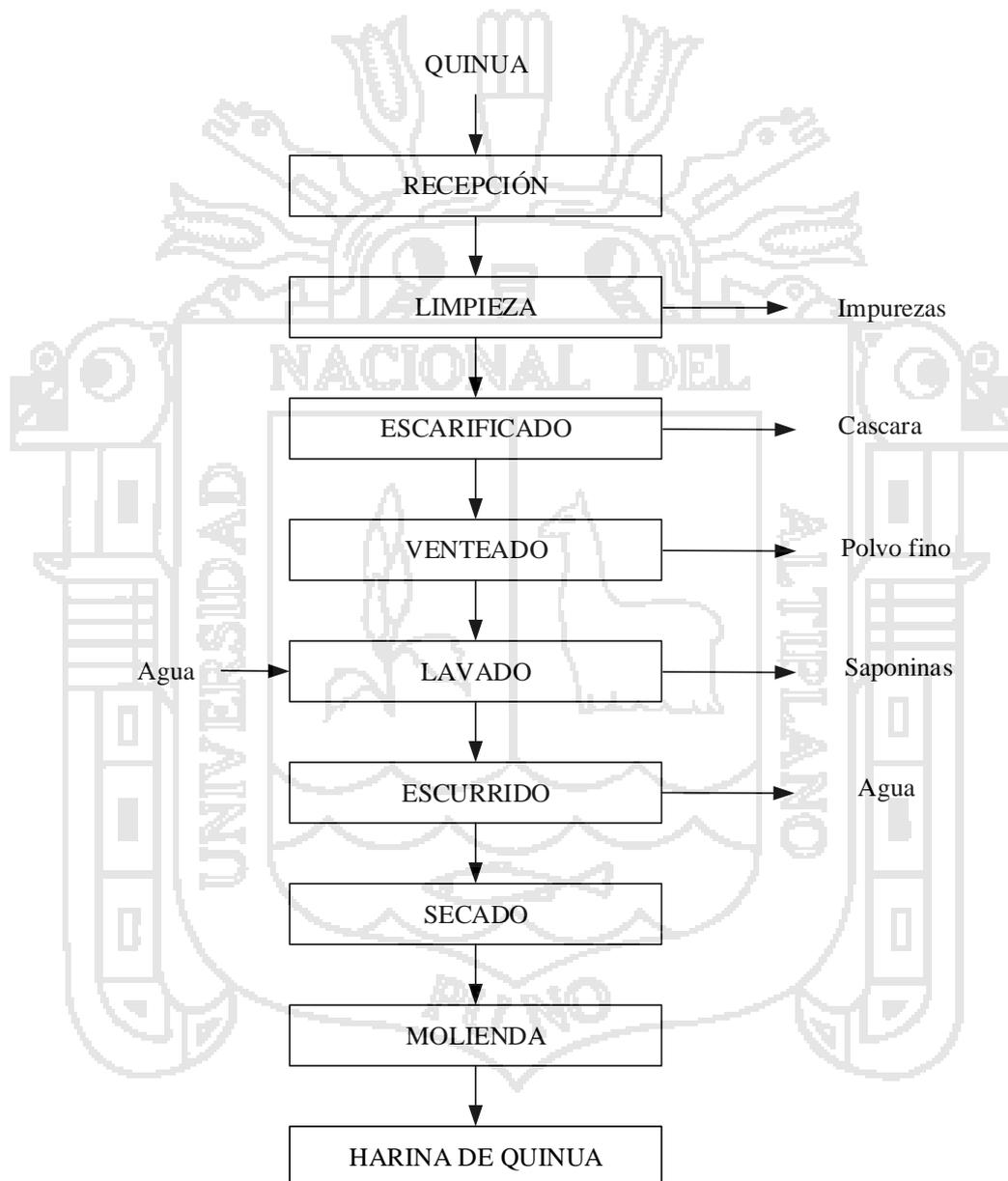


Figura 6. Diagrama de flujo para la obtención de harina de quinua (Coloma, 2000).

- a) **Recepción.** Los granos de quinua utilizados fueron de variedad Blanca de Juli, de calidad adecuada para harinas, provenientes de las ferias de la Provincia de Puno.

- b) **Limpieza.** Se efectuaron en forma manual y visual, cuya finalidad es, eliminar todas las impurezas extrañas al grano de quinua.
- c) **Escarificado.** La operación del escarificado se realizó de forma manual, se lavan los granos haciendo fricción con las manos, el propósito es el de eliminar la cascara y parte de la saponina.
- d) **Ventado.** Para que el grano perlado quede completamente libre de la cascara, se sometió a un ventado para separar las partículas livianas y el polvo fino (cascara y saponina).
- e) **Lavado:** esta operación consiste en someter los granos de quinua a remojo, agitación y enjuague con agua, en unos recipientes y tiene la finalidad de eliminar el contenido de saponina presentes en los granos de quinua, esta operación se realizó a temperatura ambiente.
- f) **Ecurrido.** Para eliminar el agua libre se efectuó a un drenaje o escurrido en medio de un tamiz con orificios menores que la quinua.
- g) **Secado:** se efectuó a medio ambiente con la exposición a los rayos solares, por tres días, que llegue a una humedad muy cercana a 12 %.
- h) **Molienda:** se sometieron al proceso de molturación para obtener una harina fina.

3.4.2. Formulación y selección de las premezclas

La elaboración de las mezclas de harinas se realizó de acuerdo al diagrama de flujo presentado en la Figura 7.

Las mezclas se conformaron por harina de trigo, tarwi y quinua, como materias primas principales y los otros constituyentes fueron: azúcar, emulsionante, agente leudante y leche en polvo. El criterio para la selección de la mezcla óptima se basó en encontrar una combinación con un mayor contenido proteico y que no tuviese aminoácidos limitantes, y que el producto obtenga la mejor calidad sensorial.

Para la premezcla se utilizó un 65% de mezcla de harinas y aditivos que representó el 100% de la formulación, el 35% restante correspondió al azúcar y leche en polvo. Se formularon mezclas empleando proporciones variables de harina de tarwi, quinua y aditivos (agente leudante, emulsionante). Las 6 mezclas en cada nivel de sustitución fueron evaluadas mediante la predicción de la calidad proteínica a través del cómputo químico o Score.

Tabla 10. Niveles de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi y quinua, y aditivos

Niveles	Harina trigo (%)	Harina quinua (%)	Harina tarwi (%)	Aditivos (%)
M1	50	30	16	4
M2	50	30	10	10
M3	50	16	30	4
M4	50	10	30	10
M5	50	28	10	12
M6	50	10	28	12

3.4.2.1. Flujo de operaciones para la elaboración de premezcla

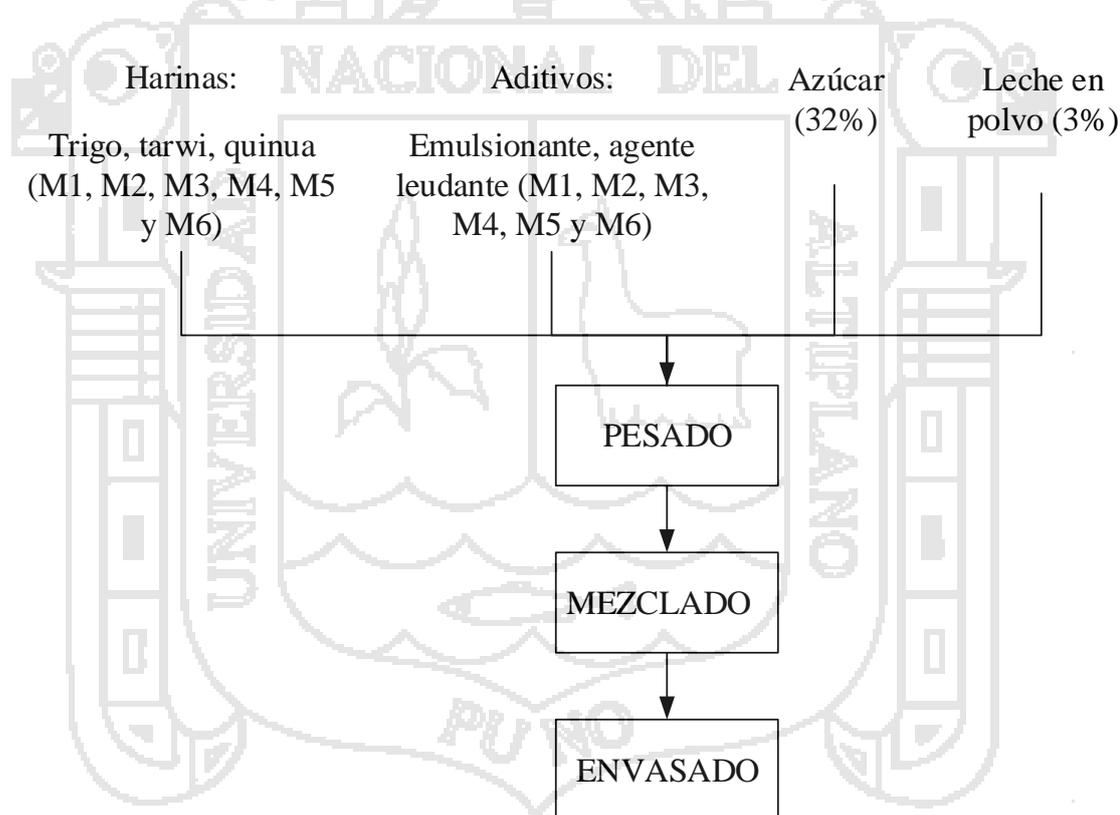


Figura 7. Diagrama de flujo para elaboración de premezcla

a) Pesado

Una vez obtenido las proporciones de harinas, se procedió a pesar, siendo la cantidad total utilizada de 1000 g, equivalente a 100%. Para cada nivel y simultáneamente se adicionó el agente leudante y estabilizante.

De la misma forma se pesan los insumos que se adicionaron a la premezcla como azúcar, leche en polvo. Las proporciones de los ingredientes aparte de la harina, son constantes para cada nivel de sustitución.

b) Mezclado

Esta operación consiste en un mezclado uniforme de las harinas de trigo, tarwi y quinua, adicionándole los aditivos, cuyo fin es de homogeneizar adecuadamente la premezcla para la elaboración de queque.

c) Envasado

Las premezclas una vez formuladas, se procedieron a envasar en bolsas de polietileno de alta densidad.

3.4.2.2. Flujo de operaciones para la elaboración de queque

Para la obtención de queque se siguió el siguiente procedimiento:

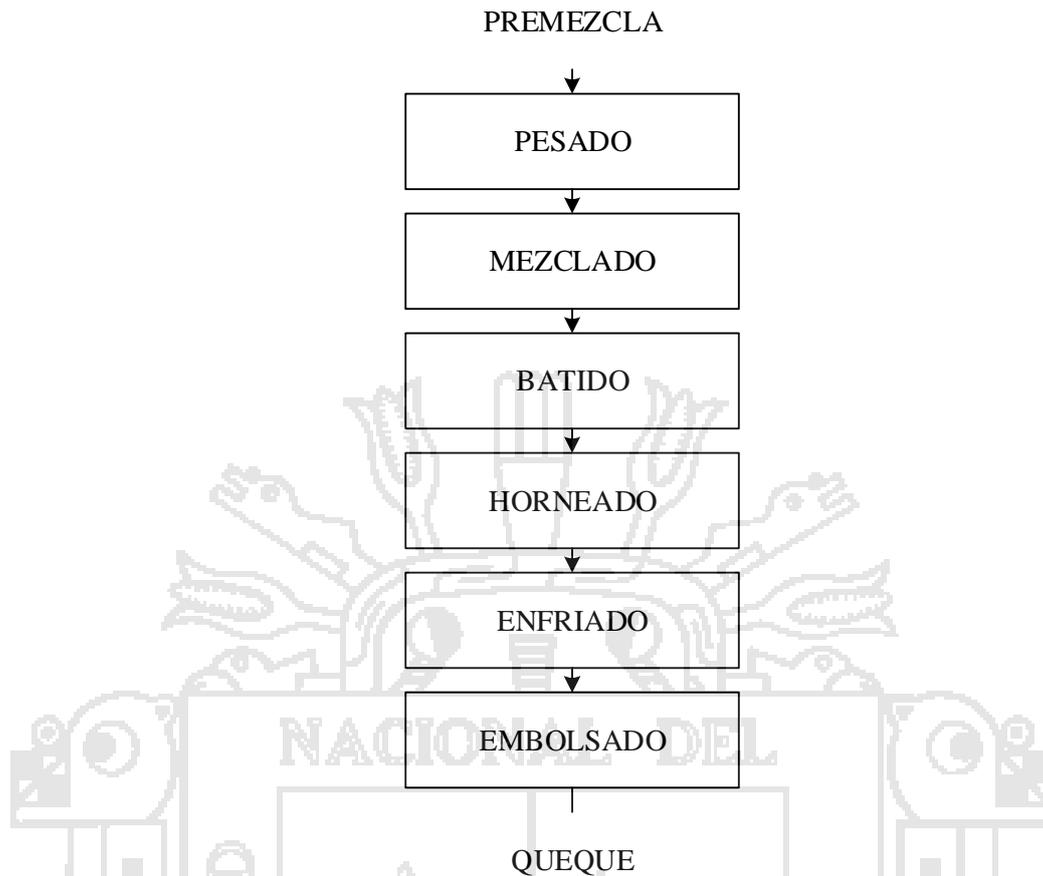


Figura 8. Diagrama de flujo para la elaboración de queque

- a) **Pesado:** se realizó el pesado de premezcla y la incorporación de los demás ingredientes en una balanza digital.
- b) **Mezclado:** esto se realizó incorporado todos los insumos a la batidora, llevándolo a una velocidad baja, por un minuto.
- c) **Batido:** luego del mezclado se aumentó la velocidad a alta, hasta lograr obtener una masa más homogénea.
- d) **Horneado:** se realizó a una temperatura 154°C durante 50 minutos.
- e) **Enfriado:** esto se realizó a temperatura ambiente hasta lograr una temperatura menor de 28°C .
- f) **Embolsado:** se realizó en bolsas de polietileno luego de enfriarlo.

3.4.3. Determinación de vida útil de premezcla

Para la determinación de vida útil de la premezcla se utilizó un diseño básico: que consistió en almacenar un lote de muestras en las condiciones seleccionadas e ir haciendo un muestreo en los tiempos prefijados (Araya, 2012). En cada muestreo se realizaron todos los análisis correspondientes: sensorial (sabor, textura, color y apariencia), microbiológico, humedad e índice de peróxidos.

El número mínimo de temperaturas para conducir un estudio de vida útil es tres (Araya, 2012). Para este estudio se establecieron las temperaturas de almacenamiento de 10°C, 25°C y 40°C, temperaturas para realizar estudios de vida útil con productos deshidratados.

Durante el tiempo de almacenamiento se realizaron pruebas microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales. Las muestras utilizadas para el estudio correspondiente a un único lote de producción. Estas fueron almacenadas en envases de polietileno, para simular condiciones reales de comercialización.

Los análisis microbiológicos, humedad, índice de peróxidos, así como evaluación sensorial durante el periodo de almacenamiento se realizaron con una frecuencia según se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Frecuencia de realización de los análisis en el estudio de conservación

Análisis	Temperaturas de almacenamiento (°C)	Intervalo medición (días)	Muestreo (días)
Sensorial (sabor, textura, color y apariencia)	10, 25, 40	14	0, 14, 28, 42, 56, 70, 84
Microbiológico	10, 25, 40	28	0, 28, 56, 84
Humedad	10, 25, 40	14	0, 14, 28, 42, 56, 70, 84
Índice de peróxidos	10, 25, 40	14	0, 14, 28, 42, 56, 70, 84

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

3.5.1. Método de Diseño de Mezclas

El presente trabajo consistió en realizar la complementación protéica de la harina de trigo con la harina de tarwi y quinua, aplicando el método de diseño de Mezclas, para lo cual se ha creado un diseño de Vértices Extremos el cual estudiara los efectos de 3 componentes en 6 corridas. Se mantuvo constante los componentes secundarios (De la Cruz, 2009). El orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado.

Se eligió como componente principal la harina de tarwi, harina de quinua y aditivos. Se mantuvo constante los componentes secundarios, los niveles utilizados para este diseño se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Niveles de sustitución para elaboración de premezcla

Componentes	Bajo	Alto	Unidades
Harina de quinua	10.0	30.0	%
Harina de tarwi	10.0	30.0	%
Aditivos	4.0	12.0	%
Total de mezcla = 50.0 %.			

IV. RESULTADOS

4.1. OBTENCIÓN DE HARINAS

4.1.1. Análisis granulométrico

Los resultados de los análisis de tamizados de las harinas de tarwi, quinua y trigo utilizadas en la formulación de las premezclas, se muestran en la Tabla 13, cuyas representaciones gráficas se puede observar en las Figuras 9 y 10.

Tabla 13. Análisis de tamizado de las harinas de trigo, quinua y tarwi

Tamices malla	Diámetro de las partículas (mm)	Harina de trigo		Harina de quinua		Harina de tarwi	
		Fracción retenida por cada tamiz (%)	Fracción que pasan por cada tamiz (%)	Fracción retenida por cada tamiz (%)	Fracción que pasan por cada Tamiz (%)	Fracción retenida por cada tamiz (%)	Fracción que pasan por cada Tamiz (%)
18	1.0000	1.90	98.10	8.58	91.42	2.48	97.52
30	0.5950	10.76	87.34	28.46	62.96	47.42	50.10
45	0.3510	26.64	60.70	22.46	40.50	28.00	22.10
50	0.2950	24.00	36.70	18.46	22.04	4.28	17.82
60	0.2460	22.48	14.22	15.4	6.64	7.68	10.14
70	0.2080	8.46	5.76	4.2	2.44	4.86	5.28
Plato	0.0000	5.76	0.00	2.44	0.00	5.28	0.00

En la Tabla 13, se puede observar que el mayor porcentaje de harina de tarwi corresponde al tamaño de partícula de 0.5950mm con un 47.42%, la harina de quinua 0.5950mm con un 28.46%, harina de trigo 0.3510mm con 26.64%; la harina de tarwi no ha presentado una distribución normal en las mallas escogidas. Robert (2008), indica que las harinas de lupinus, con un contenido de grasa de 7 a 10% y proteínas mayores a 35%, tienen un tamaño menor de 180 μ m; por otro lado Moreyra *et al.* (1976), señala que el mayor contenido de proteína, grasa, fibra, ceniza en harina de quinua, se presentan en las fracciones de mayor granulometría; lo que justifica que las harinas de tarwi y quinua presenten una mayor granulometría debido a su elevado contenido de proteínas y grasa.

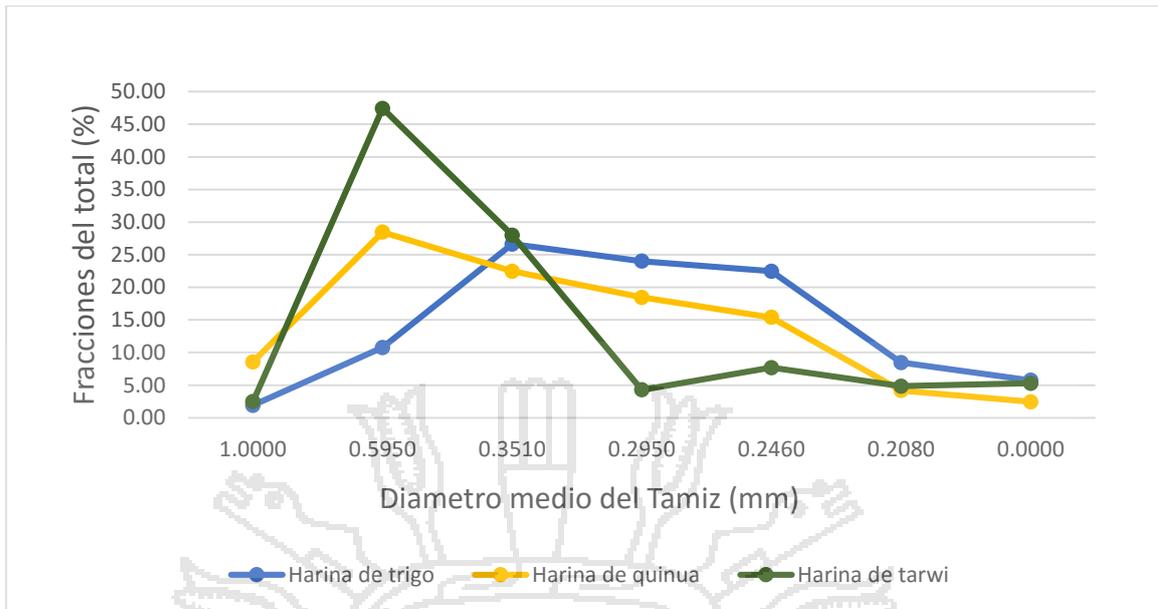


Figura 9. Representación diferencial de análisis de tamizado de harinas.

En la Figura 9, se observa los diagramas diferenciales que indican las fracciones del total retenidos por cada uno de los tamices en función de las aberturas de las mallas. La representación de los puntos indica las proporciones de harinas distribuidas en los diferentes intervalos de tamices, la mayor proporción de partículas de harinas de quinua y tarwi se encuentran en la malla Número 30.

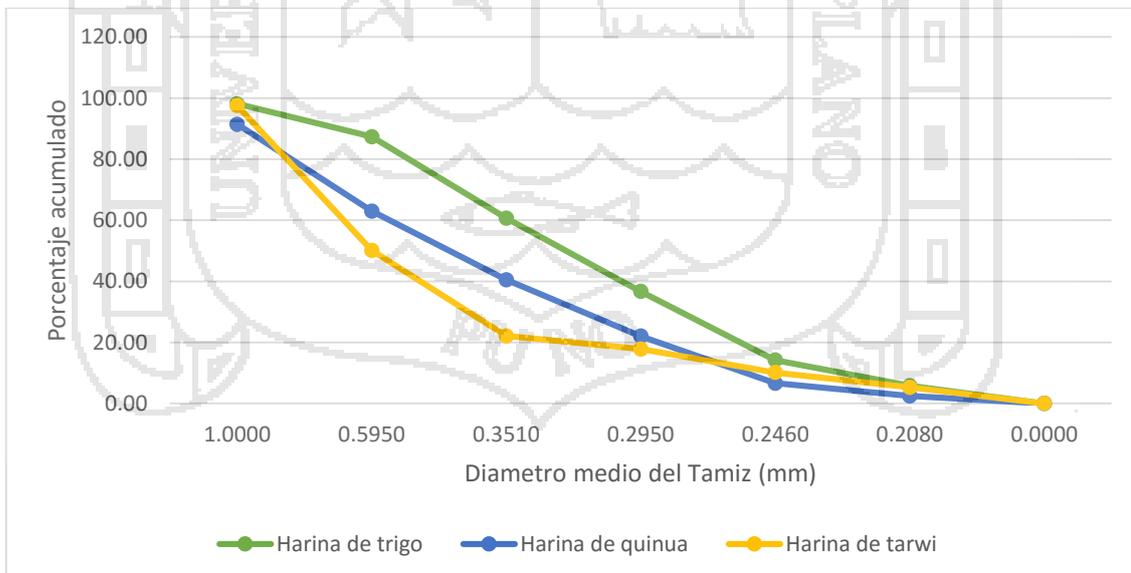


Figura 10. Diagrama acumulado de los datos de tamizado de las harinas

En la Figura 10 se presenta el diagrama acumulado de los datos de análisis de tamizado de las harinas utilizadas en la elaboración de queque. Las partículas que pasan en mayor proporción por cada uno de los tamices fueron en la harina de trigo seguido por la harina de quinua y finalmente por la harina de tarwi. Por lo tanto, los resultados dependen de la diferencia o intervalo de tamaños en sus propiedades físicas y de las características permitidas de desecación o humedad. Fellows (2007), señala que los productos que presentan forma, tamaño y densidades similares son capaces de formar mezclas mas uniformes. Scade (1981), indica que para la producción de tortas se emplea harina blanda, de un tamaño de partícula mucho más pequeño, con lo que pueda absorber más líquidos. Por todo ello es importante destacar la importancia de estos resultados que permitió identificar la influencia sobre la calidad del producto final.

4.1.2. Análisis proximal de harinas

En el Tabla 14 se muestra los resultados del análisis químico proximal de la harina de tarwi y quinua, información obtenida a partir de los análisis realizados en el laboratorio de Evaluación Nutricional.

Tabla 14. Resultados de análisis químico proximal de las harinas de tarwi y quinua

Componente	Harina de tarwi	Harina de quinua
Humedad	7.42	12.85
Proteína	44.26	13.58
Grasa	28.56	6.49
Fibra	7.28	3.12
Ceniza	1.51	1.68
Carbohidratos	10.97	62.28

La Tabla 14 muestra los resultados del análisis proximal de las harinas de tarwi y quinua, se observa que los valores de harina de quinua son mayores en los valores de proteínas y grasa comparándolo con los datos reportados en la Tabla Peruana de Composición de Alimentos MINSA (2009); las diferencias presentada pudo estar influenciada por el material genético, el estado de madurez, la fertilidad del suelo y los factores climáticos (Tapia, 1997).

En cuanto a los resultados de harina de tarwi, los valores de humedad y grasa resultan ligeramente superiores a los reportados por el Ministerio de Salud (MINSA, 2009), la mayor variación se da en el contenido de proteína que se obtuvo un valor de 44.26% inferior al reportado que fue de 49.6%, sin embargo el valor encontrado se ajusta a la investigación realizada por Repo-Carrasco (1988), quien indica que el tarwi tiene un alto contenido de proteínas que varía entre 35 y 50%, estas diferencias se deben a factores como la variedad genética, grado de madurez, proceso de desamargado y tipo de molienda.

4.2. FORMULACIÓN Y SELECCIÓN DE LA PREMEZCLA

4.2.1. Evaluación por cómputo químico de la premezcla.

En el Anexo 1, se presenta el aminograma teórico de las diferentes combinaciones de harinas de trigo, quinua y tarwi con sus respectivos scores químicos, además en la Tabla 3e del Anexo 3, indica que no existe diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre los valores de cómputo químico. En el Tabla 15 se presenta los resultados del cómputo químico de las mezclas seleccionadas a base de cómputo químico.

Tabla 15. Valores de Cómputo Químico de las mezclas selectas para cada nivel de sustitución

Proporción de mezcla	% Proteína (Base Seca)	Computo químico	Aminoácido limitante
Mezcla 1	12.65	87.75	Lisina
Mezcla 2	10.80	85.95	Lisina
Mezcla 3	15.56	87.03	Triptófano
Mezcla 4	14.96	85.78	Triptófano
Mezcla 5	10.60	85.36	Lisina
Mezcla 6	14.34	86.33	Triptófano

Se puede observar en la Tabla 15, que el contenido de proteína se encuentra cerca del valor recomendado por el Codex Alimentarios (FAO/WHO/ONU, 1985), que es del 15%. Los valores de las 6 combinaciones no superan el valor del cómputo químico exigidos para el grupo de niños de 2 a 5 años, pero si superan el valor mínimo de 85% de cómputo.

Para la determinación del cómputo químico se consideró los porcentajes de proteína de del análisis proximal de los componentes principales utilizados en la elaboración del

queque que se muestra en el Tabla 16, en el que se puede apreciar que los componentes que aportan más proteínas son la harina de tarwi y quinua. Además, se aprecia que el contenido de proteína en las mezclas 3, 4 y 6 se encuentran alrededor del recomendado por el Codex Alimentarios (FAO/WHO/ONU, 1985), que es del 15% para regímenes especiales, esto debido a la mayor porcentaje de harina de tarwi.

El aminoácido limitante es lisina para las mezclas 1, 2 y 5, el trigo es deficiente en lisina, Tapia *et al.* (1979) menciona que algunas variedades de quinua presenta como unico aminoacido limitante a la fenilalanina+tirosina; Cerezal *et al.* (2010), indica que el uso de 34% de harina de quinua disminuye la deficiencia en lisina. Por lo tanto la deficiencia de la harina de trigo en lisina influyo en mayor medida en el cómputo químico ya que representa el 50% de la mezcla de harinas.

Las mezclas 3, 4 y 6 tienen como aminoácido limitante al triptófano, Repo-Carrasco (1988) indica que las proteínas del tarwi tienen deficiencias en triptofano, y tiene mayor cantidad de aminoácidos azufrados que otras leguminosas; por lo tanto la deficiencia de triptofano en las premezclas es debido a que estas presentan un mayor contenido de harina de tarwi.

Estudios de mezclas realizadas por Gross (1982) y Cerezal *et al.* (2010), demostraron que al mezclar harina de lupinus con cereales se logra una excelente complementación de aminoácidos destacandose el efecto complementario de la quinua, el cual no se logró debido al elevado porcentaje de harina de trigo, el cual permite dar mejores características sensoriales para productos horneados (Robert, 2008).

4.2.2. Composición químico proximal de las premezclas

En el Tabla 16, se presentan los valores de la composición químico proximal de las mezclas antes del proceso de tratamiento térmico, estos valores fueron calculados teóricamente en base a los datos de la composición química de todos los ingredientes utilizados en la elaboración de queques.

Tabla 16. Composición químico proximal de las mezclas

Composición (%)	Niveles De Sustitución						
	M0*	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Humedad	9.17	8.09	9.35	7.60	8.65	9.70	9.06
Proteína	6.97	11.45	9.74	14.23	13.70	9.57	13.13
Grasa	2.62	5.94	5.20	7.93	8.05	5.24	7.80
Fibra	1.57	2.21	1.94	2.58	2.46	1.90	2.37
Ceniza	3.79	2.20	4.10	2.19	4.08	4.73	4.71
Carbohidratos	75.89	70.11	69.68	65.48	63.07	68.87	62.93

*M0: Mezcla con 100% harina de trigo

En cuanto al contenido de proteínas se ve claramente mejorada al adicionar harinas de granos andinos, comparados con el testigo M0 (100% de harina de trigo), que tiene 6.97% de proteínas, al sustituir por harina de tarwi y quinua se observa un incremento llegándose a duplicar dicho valor M3, M4 y M6 que alcanzan valores de 14.23, 13.705 y 13.13% estos valores son superiores al obtenido por Cerezal *et al.* (2010) quien encontro un contenido de proteínas de 13% para una mezcla dulce, Nmorka y Okezie (1983), indica que la adición de legumbres a los productos de panadería mejora su calidad nutricional ya que aumenta su calidad y cantidad protéica, por lo que los resultados obtenidos se debe principalmente a que el contenido de proteínas en harina de tarwi representa un 44.26%, el cual es el más elevado de todos.

En los que se refiere al contenido de grasa o extracto etéreo, la mezcla que utilizo solamente harina de trigo, se encuentra un valor de 2.62% de grasa el cual alcanza mayores valores en los tratamientos 3, 4 y 6 con valores de 7.93%, 8.05% y 7.80% de grasa respectivamente. Tapia (1997), indica que el contenido de grasa del tarwi es similar al de la soya, por lo tanto los resultados tienen la tendencia de subir a medida que se adicione mayor cantidad de harinas andinas, en especial la harina de tarwi.

Respecto a los valores de cenizas también va en aumento desde un 3.79% para la mezcla con harina de trigo, hasta un 4.73% en el tratamiento 5. Las harinas de tarwi y quinua, tiene una mayor composición de minerales como sodio, hierro, calcio, fosforo y otros (Aldaz, 2009). Las mezclas que presentan mayor contenido de cenizas son 5 y 6,

esto debido al elevado contenido del agente leudante y las características de las harinas de tarwi y quinua.

Los valores de fibra se mantienen cerca del valor de la mezcla con solo harina de trigo. En cuanto a los valores de carbohidratos sucede lo contrario de los demás componentes, este desciende en todas las formulaciones desde 62.93 a 70.11%. El carbohidrato de la quinua esta entre 58,1-64,2% (Edel & Rosell, 2007), además del bajo contenido de carbohidratos en las harina de tarwi.

4.2.3. Evaluación sensorial del queque a partir de las premezclas

Para la evaluación sensorial se utilizó el método de escala hedónica, el Análisis de Varianza de los atributos color, sabor, textura y apariencia pueden ser apreciados en el Anexo 3, donde se indica que existe diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.05$) para los modelos lineales, con un nivel de confianza de 95%, por lo tanto, podemos decir que los panelistas si notaron la diferencia en los atributos de los distintos queques. En la Tabla 17 se presentan los datos de los promedios de la evaluación sensorial por cada atributo.

Tabla 17. Promedio de los resultados de la evaluación sensorial

Mezclas	Promedio			
	Color	Sabor	Textura	Apariencia
M1	5.55	5.40	5.60	5.65
M2	6.75	6.50	6.70	6.75
M3	5.45	5.15	5.15	5.15
M4	7.40	7.45	7.15	7.15
M5	6.80	6.45	6.30	6.45
M6	8.05	8.45	8.00	8.10

La Tabla 17, muestra que las formulaciones con mejores resultados se encuentran en la mezcla M6, que presenta mayor contenido de harina de tarwi, además utilizar un elevado porcentaje de aditivo mejora las características del queque. En las puntuaciones que cada juez determinó para cada atributo evaluado del queque con tarwi y quinua se puede resaltar que el atributo del sabor es el que obtiene una mayor puntuación.

El sabor, la textura y el color son las cualidades generales salientes de los productos de pastelería; Rea (1979) señala que el uso de quinua en mezclas con harina de trigo para panificación, pueden variar entre 10 y 30%; los productos resultantes presentaron una degustación favorable y un buen grado de conservación. Por otro lado, Soto (1983) encontró que el nivel de reemplazo adecuado para las galletas dulces fue de 25% de harina de tarwi.

4.2.3.1. Análisis por superficie de respuesta del queque a partir de la premezcla

Los resultados de la evaluación sensorial de los atributos color, sabor, textura y apariencia pueden ser apreciados en el Anexo 3, en las Figuras del 11 a 18 se observa las superficies de mezclas y contorno de mezclas para la evaluación sensorial de los queques.

a) Atributo color

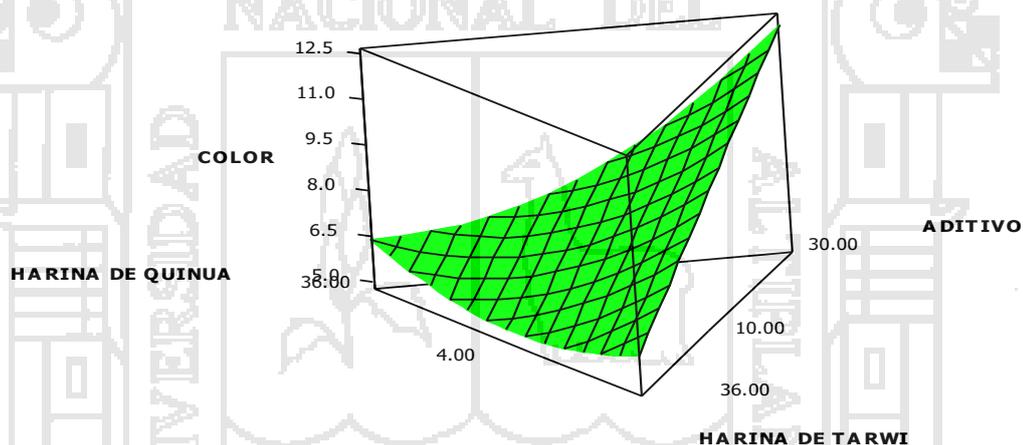


Figura 11. Superficie de respuesta para atributo color

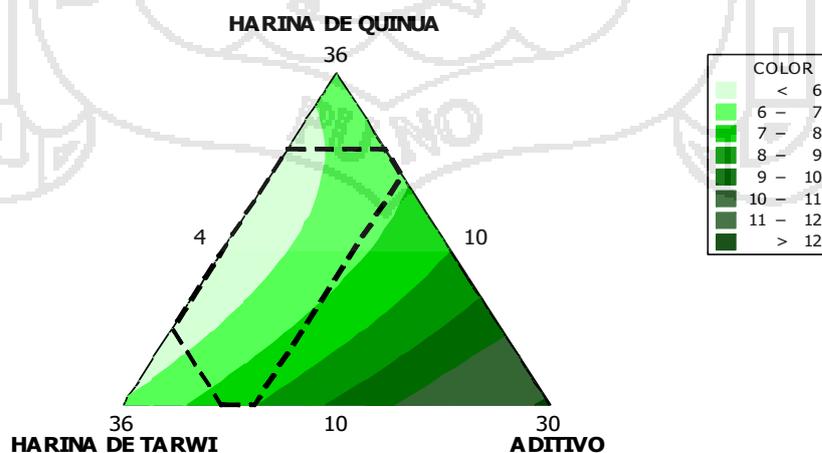


Figura 12. Contorno de la superficie de respuesta para atributo color

En las Figuras 11 y 12, se observa que se obtiene mayor calificación en cuanto al atributo color cuando la proporción de harina de tarwi es mayor al de harina de quinua, (Serna, 1996) menciona que uno de los ingredientes que intervienen en las mejoras del color se debe a la leche en polvo, que imparte sabor y da un color dorado; por otro lado según (Lezcano, 2008), el azúcar sufre una serie de complejas reacciones de pardeamiento por encima de los 160°C, formando la corteza marrón de varios productos horneados, con esto se afirma que los queques obtienen buenos resultados en el color de la corteza sin la necesidad de incorporación de colorantes, la mayor adición de harina de tarwi imparte un color amarillo por su alto contenido de grasa, permitiendo dar una coloración interna más intensa al queque, el cual es bien aceptada por los encuestados, a diferencia de la harina de quinua.

El modelo que se ajustó más al atributo color fue el modelo lineal el cual tuvo un valor de R^2 ajustado de 71.047, por lo que se estableció el siguiente modelo:

$$A. \text{ COLOR} = 5.03834 * \text{HARINA DE QUINUA} + 6.00204 * \text{HARINA DE TARWI} + 11.9077 * \text{ADITIVO}$$

Lográndose obtener un valor óptimo = 7.81916.

El modelo lineal indica que, durante la evaluación sensorial, para obtener un valor óptimo en el atributo color de 7.81916, se requiere un incremento proporcional de 5.03834 harina de quinua, 6.00204 de harina de tarwi y 11.9077 de aditivos.

b) Atributo sabor

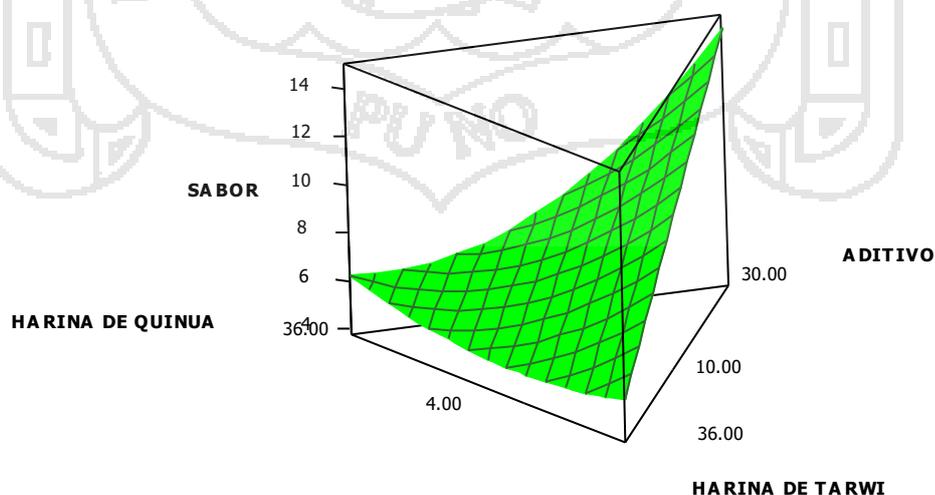


Figura 13. Superficie de respuesta para atributo sabor

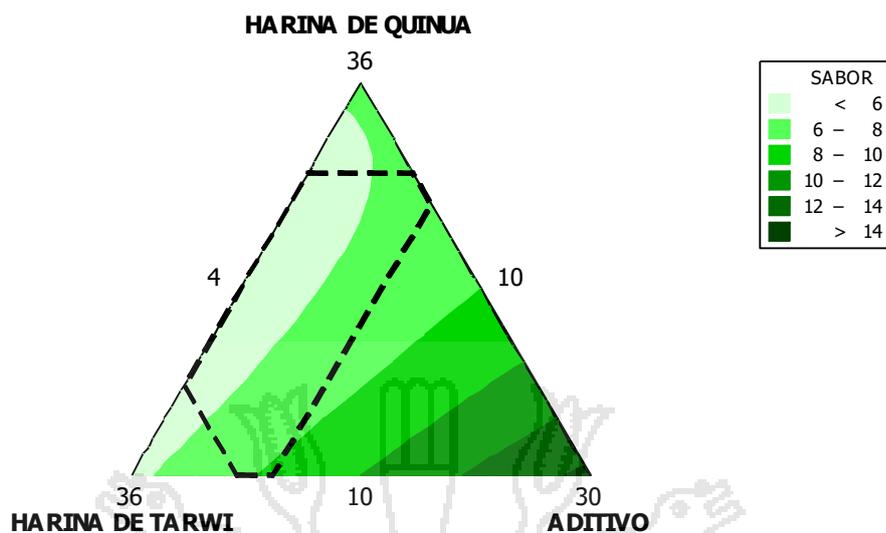


Figura 14. Contorno de la superficie de respuesta para atributo sabor

En las Figuras 13 y 14 se observa que el atributo sabor obtiene mayor calificación en la mezcla M6, cuando la premezcla presenta un mayor contenido de harina de tarwi, y obtiene valores mínimos cuando la cantidad de harina de quinua está presente en mayor medida, Rea (1979) indica que el uso de harinas de quinua de variedades amargas le trasmite sus caracteres organolépticos al pan, a diferencia de las variedades dulces. Según Aldaz (2009), menciona que al agregar de 3 a 6% de harina de soya desgrasada a la formulación de tortas mejora la suavidad de la mezcla, la distribución de células de aire e imparte una textura más homogénea y blanda al producto. Bez *et al.* (2005) indica que concentraciones de hasta el 3% de harina de lupinus, en muffins fueron aceptables, sin presentar cambios importantes en textura y sabor, al realizar una comparación con los resultados obtenidos, las concentraciones utilizadas de harina de tarwi y quinua son mayores por lo cual se justifica la presencia del sabor a estas harinas, que fueron percibidos por los encuestados.

El modelo que se ajustó más al atributo sabor fue el modelo lineal el cual tuvo un valor de R^2 ajustado de 73.4731, por lo que se estableció el siguiente modelo:

$$A. \text{ SABOR} = 4.55786 * \text{HARINA DE QUINUA} + 6.01329 * \text{HARINA DE TARWI} + 12.4231 * \text{ADITIVO}$$

Lográndose obtener un Valor óptimo = 7.98554.

El modelo lineal indica que, durante la evaluación sensorial, para obtener un valor óptimo en el atributo sabor de 7.98554, se requiere un incremento proporcional de 4.55786 harina de quinua, 6.01329 de harina de tarwi y 12.4231 de aditivos.

c) Atributo textura

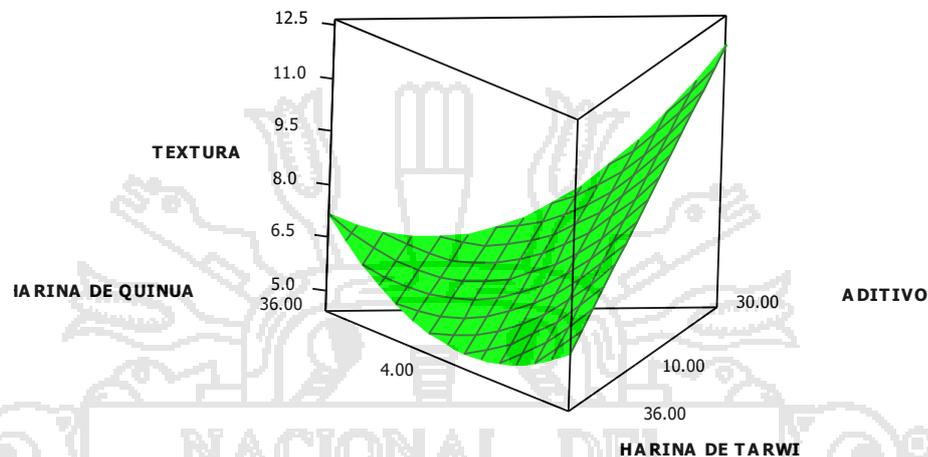


Figura 15. Superficie de respuesta para atributo textura

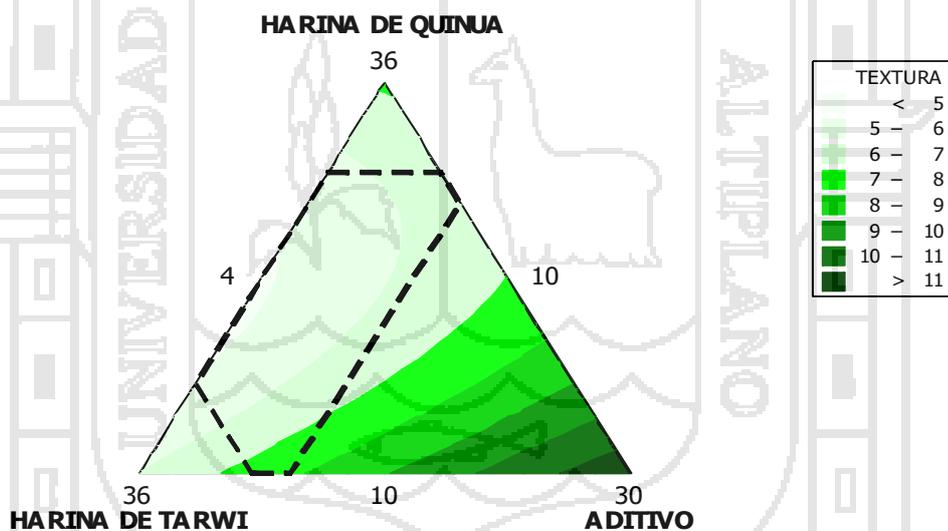


Figura 16. Contorno de la superficie de respuesta para atributo textura

En las Figuras 15 y 16, se observa que el atributo textura logra mayor calificación en la mezcla M6, cuando la cantidad de harina de tarwi es mayor a la de la harina de quinua, y la mayor presencia en el contenido de aditivo, Brennan (2008) indica que la masa para pasteles es esencial una emulsificación eficiente de la grasa, ya que la presencia de grasa libre afecta negativamente a la estabilidad de la espuma formada, así como la aireación y, como consecuencia, perjudica a la estructura de la miga, en el volumen y la forma del productos, razón por la cual se requirió de un elevado contenido de

emulsionante y agente leudante, que permitan dar un mayor volumen al queque y aumentar su aceptación, teniendo en cuenta el nivel recomendado por el proveedor sobre la adición de aditivos.

Según Serna (1996), señala que la mayoría de las mezclas para pasteles contiene además de agentes leudantes otros ingredientes (sólidos de leche, saborizantes, emulsionantes) que ayudan a la textura y sabor del producto, las proteínas de huevo propiamente batidas actúan como agente atrapador de aire, por lo que afecta el volumen y la textura del producto terminado. Los tratamientos con mayor contenido de emulsionantes son los que presentan mayores valores, ya que mejoran la incorporación del aire obteniendo una masa más homogénea.

El modelo que se ajustó más al atributo color fue el modelo lineal el cual tuvo un valor de R^2 ajustado de 61.1517, por lo que se estableció el siguiente modelo:

$$A. \text{TEXTURA} = 4.93811 * \text{HARINA DE QUINUA} + 5.8792 * \text{HARINA DE TARWI} + 11.3962 * \text{ADITIVO}$$

Lográndose obtener un Valor óptimo = 7.57672.

El modelo lineal indica que, durante la evaluación sensorial, para obtener un valor óptimo en el atributo sabor de 7.57672, se requiere un incremento proporcional de 4.93811 harina de quinua, 5.8792 de harina de tarwi y 11.3962 de aditivos.

d) Atributo apariencia

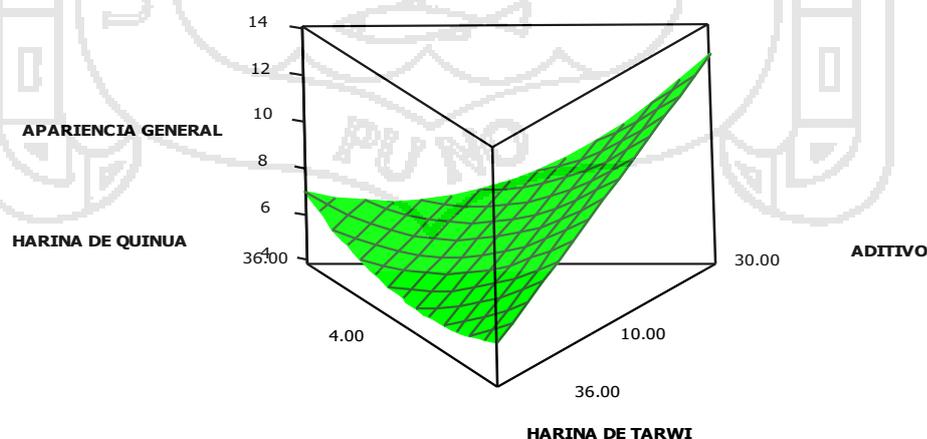


Figura 17. Superficie de respuesta para atributo apariencia

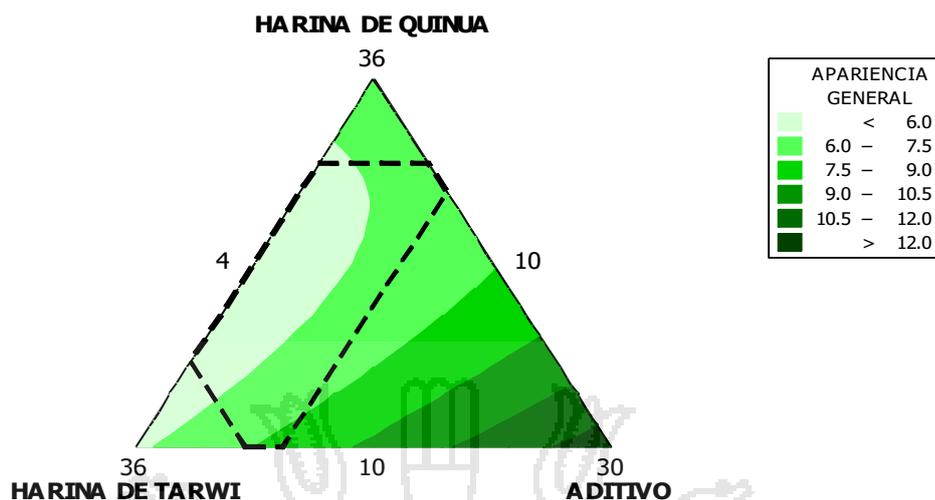


Figura 18. Contorno de la superficie de respuesta para atributo apariencia

Las Figuras 17 y 18, muestran que la puntuación máxima se da cuando los valores de aditivos y de harina de tarwi son mayores. El atributo de apariencia es el que menor calificación logra, estudios realizados por Singh *et al.* (1991) señalan que la adición de harina de garbanzo disminuye el volumen, oscurece la corteza y afecta a la miga volviéndola más seca y áspera. Se han realizado estudios sobre el efecto de la sustitución, total o parcial, de la harina de trigo por harina de garbanzo sobre la calidad de dos tipos de bizcochos, se observó que al aumentar el porcentaje de harina de garbanzo se producía una disminución del volumen, la simetría, la luminosidad de la corteza y de la miga y de la adhesividad, a la vez que aumentaba la firmeza inicial y la tendencia al endurecimiento. Por lo que se deduce que el elevado contenido de harina de tarwi en la mezcla ocasiona características desfavorables en la apariencia, que al momento de realizar el corte presenta un ligero desprendimiento de su masa lo que resulta desfavorable al momento de su evaluación.

Generalmente la presencia de legumbres disminuye las características reológicas de las masas, así como las características físicas y sensoriales de los productos finales. Se cree que los cambios observados en el comportamiento de las masas se deben fundamentalmente a la dilución del gluten por la incorporación de proteínas exógenas, lo que provoca el debilitamiento de las masas (Bloksma y Bushuk 1988), en productos de panificación, lo que no se vio reflejado en los resultados de la evaluación sensorial del queque.

El modelo que se ajustó más al atributo apariencia general fue el modelo lineal el cual tuvo un valor de R^2 ajustado de 65.3541, por lo que se estableció el siguiente modelo:

$$A. \text{ APARIENCIA} = 4.98831 * \text{HARINA DE QUINUA} + 5.85592 * \text{HARINA DE TARWI} + 11.6596 * \text{ADITIVO}$$

Lográndose obtener un Valor óptimo = 7.64167.

El modelo lineal indica que, durante la evaluación sensorial, para obtener un valor óptimo en el atributo sabor de 7.64167, se requiere un incremento proporcional de 4.98831 harina de quinua, 5.85592 de harina de tarwi y 11.6596 de aditivos.

4.2.4. Determinación de la premezcla óptima para la obtención de queque

En cuanto a las evaluaciones del cómputo químico y las evaluaciones químico proximales no se observaron diferencias significativas, ya que las 6 premezclas presentaron valores similares; a diferencia de las evaluaciones sensoriales, en donde se observó mayor puntuación ante un incremento de harina de tarwi y aditivos, por lo que se determinó que el porcentaje más adecuado para la mezcla de harinas es: 10% de harina de quinua, 28% de harina de tarwi y 12% de aditivos, que presento mejores condiciones para la elaboración del queque. Por otra parte, Robert (2008) señala que un nivel de sustitución de harina de lupinus para otras fuentes de harina es de un 10 al 25%, debido al efecto autolimitante en las características del horneado y el impacto sobre las características sensoriales del producto. Los resultados obtenidos en la sustitución de harina de tarwi son similares, un incremento excesivo ocasionaría un efecto negativo sobre las características sensoriales del queque.

Aunque la mayoría de las demás premezclas presentaron similar incremento en la calidad protéica, es importante tener en cuenta todas las características para un buen procesamiento, es decir que el queque tenga un buen volumen, textura, entre otras. Edel & Rosell (2007), indica que existen suficientes experiencias para considerar que la harina de quinua puede reemplazar a la harina de trigo en la panificación, si el grano de quinua es de una variedad seleccionada y si se trata adecuadamente. Con los resultados obtenidos se indica que la (M6), es el más adecuado para los encuestados.

4.3. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE PREMEZCLA

4.3.1. Análisis microbiológicos de la premezcla

Los resultados del análisis microbiológico para cada temperatura y tiempo de almacenamiento se muestran en la Tabla 18. El Análisis de Varianza de la Tabla 6c, del Anexo 6 indica que no existe diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) en los resultados microbiológicos, es decir que no existe una diferencia estadística entre las medias de los tiempos y temperaturas a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 18. Resultados microbiológicos premezclas almacenadas a 10, 25 y 40°C.

Tiempo (días)	Microorganismos	Valor obtenido		
		M1(10°C)	M2(25°C)	M3(40°C)
28	Coliformes totales (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo
	Mohos (UFC/g)	8×10^3	6×10^3	1.2×10^3
56	Coliformes totales (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo
	Mohos (UFC/g)	4×10^3	7×10^3	3×10^3
84	Coliformes totales (UFC/g)	Negativo	Negativo	Negativo
	Mohos (UFC/g)	3×10^3	4×10^3	1×10^3

De acuerdo a la Tabla 18, para todas las mezclas no se detectó la presencia de coliformes resultando negativas para los diferentes tiempos y temperaturas de almacenamiento. En cuanto a mohos los resultados microbiológicos de las muestras almacenadas muestran cambios respecto a la temperatura y tiempo de almacenamiento llegando a valores máximos a temperatura de 25°C, para los análisis realizados. De acuerdo a RM N° 591-2008/DG/DIGESA se establece un límite máximo de 10^5 UFC/g para mohos, y un límite de 10^2 UFC/g para *E. coli* en harinas, los resultados obtenidos indican que las premezclas no representa ningún riesgo microbiológico para la salud y resultando aptas para el consumo de las personas.

Las variaciones en los resultados de mohos se debe al intervalo de temperatura de crecimiento de los mohos, con un óptimo alrededor de 25 a 35°C y un máximo de 35 a 47°C, (Fraser, 2010), razón por la cual se justifica el mayor incremento a una temperatura de 25°C. Jarvis (1971), menciona que los granos de cereales y las harinas tienen, en general, una a_w tan baja que impide el desarrollo microbiano, las variaciones

de temperatura y por consiguiente la condensación de humedad, proximidad a productos que pueden ceder su humedad, pueden algunas veces llevar la a_w encima de 0.70 y hacer posible la presencia de mohos; esto justificaría la disminución de mohos a temperatura de 40°C, ya que como se observa en la Figura 18 la disminución de humedad se da principalmente a mayores temperaturas.

4.3.2. Análisis fisicoquímicos de la premezcla

4.3.2.1. Contenido de humedad de premezcla

Los resultados del contenido de humedad en función del tiempo para cada temperatura se muestran en la Figura 19. La Tabla 6a del Anexo 6, del Análisis de Varianza indica que existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre en las premezclas, con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, podemos decir que existe diferencia en la humedad de las premezclas con respecto a la temperatura y tiempo.

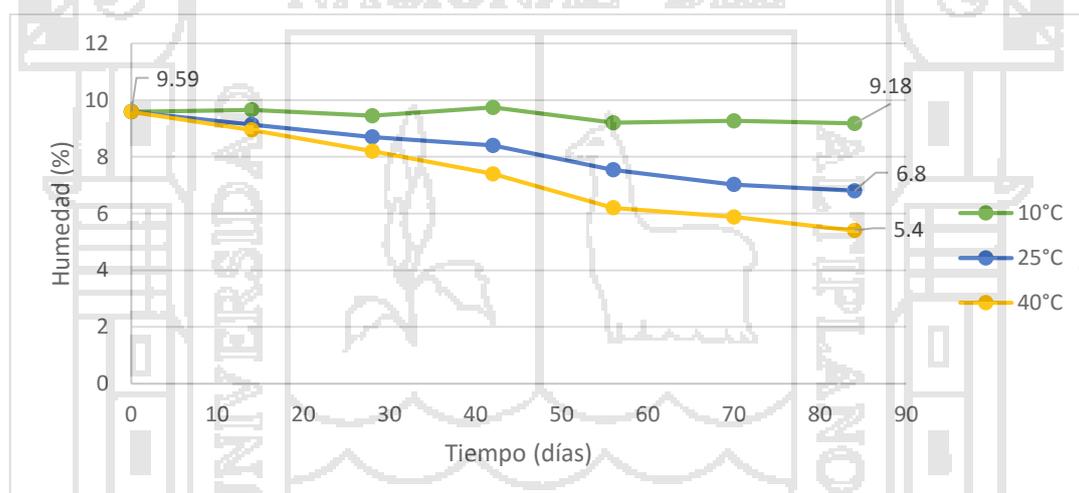


Figura 19. Variación en el tiempo del contenido de humedad de premezcla según temperatura de almacenamiento.

En la Figura 19, se observa un descenso progresivo del contenido de humedad con el paso del tiempo. La razón de cambio de esta variable con respecto al tiempo es mayor mientras más elevada sea la temperatura de almacenamiento. Al inicio del estudio las muestras presentaron un valor de 9.59% de humedad. Estos valores fueron descendiendo hasta alcanzar valores de 9.18% para 10°C, 6.8% para 25°C y 5.4% para 40°C estos valores se encuentran cerca al intervalo de valores de humedad obtenidas por Cerezal *et al.* (2011) que fue de 5.67-12.69% durante el almacenamiento; Fellows (2007), indica que la pérdida o absorción de agua es uno de los factores que más influye

sobre la vida útil de los alimentos. Según Cheftel & Cheftel (1999), los azúcares pueden ser responsables de deterioros físicos o reológicos, en alimentos, a causa de su paso de la forma amorfa, higroscópica, a la forma cristalina; por encima de cierto contenido en agua se puede producir rápidamente, durante el almacenamiento, razón por la cual se puede indicar que el azúcar influya sobre el contenido de humedad de la premezcla.

Repo-Carrasco (1998) indica que el contenido de humedad de la harina es una característica muy importante en relación a un almacenamiento seguro, según la norma del Instituto de Investigación Tecnológica e Industrial (ITINTEC, 1981). La harina no debe tener más del 15% de humedad, valor que se cumple durante el periodo de almacenamiento.

4.3.2.2. Índice de peróxidos de premezclas

Los resultados de índice de peróxidos en función del tiempo para cada temperatura se muestran en el Tabla 19. La Tabla 6b del Anexo 6, del Análisis de Varianza indica que existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre en las premezclas, con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, podemos decir que existe diferencia en el índice de peróxidos de las premezclas con respecto a la temperatura y tiempo de almacenamiento.

Tabla 19. Variaciones en el tiempo de índice de peróxidos según temperaturas de almacenamiento.

Tiempo (días)	Índice de peróxidos (meqO ₂ /Kg grasa)		
	10°C	25°C	40°C
0	1.03	1.03	1.03
14	1.02	1.13	1.25
28	1.05	1.18	1.39
42	1.08	1.21	1.65
56	1.08	1.22	1.68
70	1.08	1.23	1.71
82	1.09	1.25	1.75

La Tabla 19, muestra un aumento en los valores de índice de peróxidos de 1.03 a 1.75 meqO₂/Kg grasa, el mayor incremento se da a temperatura de 40°C, con un incremento alrededor del 70% respecto al valor inicial, Pajaritos, (2005) encontró un incremento de

2.84 a 6.32 meqO₂/Kg grasa, (122%) en harina de quinua, a temperatura de 40°C durante un tiempo de 12 semanas. Cerezal *et al.* (2011), indica un incremento de índice de peróxidos para mezclas para postres de 4.02 a 6.92 meqO₂/Kg grasa, (72%) en un tiempo de 90 días, además que estas formulaciones de las harinas tenían tres meses de elaboradas, los resultados indican que el uso de harinas más frescas, el producto aumenta el tiempo de durabilidad en cuanto a este índice, además que el aumento de índice de peróxidos aumenta conforme al valor inicial de este es más elevado.

Si bien no alcanzan el valor límite durante el almacenamiento, en las diferentes temperaturas esto debido al contenido inicial de peróxidos 1.03 meqO₂/Kg grasa. Fennema (2000), señala que la rancidez hidrolítica, se ocasiona por la hidrólisis de las grasas con liberación de ácidos grasos libres, que ocasiona un olor y sabor tan desagradable, que puede malograr el producto totalmente. Altos contenidos de humedad y temperatura ayudan a acelerar esta reacción; es por ello que a temperatura de 40°C se observa un mayor incremento de índice de peróxidos en la premezcla.

En un estudio realizado por Araya (2012), menciona que la evolución de peróxidos aumenta en forma irregular para cada temperatura. Repo-Carrasco (1998), indica que los lípidos de los cereales molidos pueden sufrir dos tipos de deterioro: hidrólisis y oxidación en la presencia de oxígeno. Los productos finales de la oxidación de los lípidos causan el olor y sabor rancio. Por lo que el desarrollo de peróxidos se atribuye al deterioro oxidativo de la fracción grasa de las harinas durante el almacenamiento generando cambios en aroma y ocasionando sabor rancio.

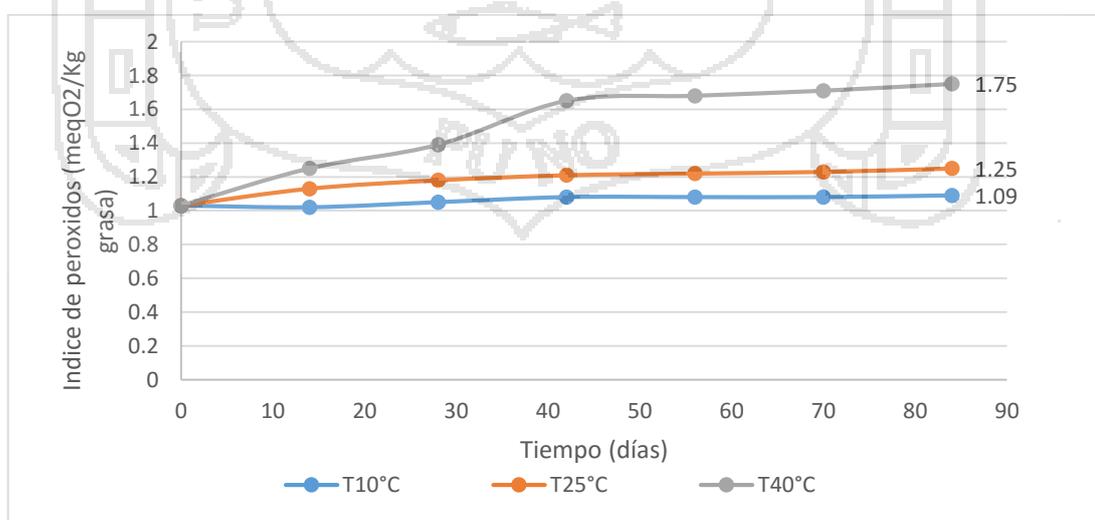


Figura 20. Variación en el tiempo de índice de peróxidos según temperaturas de almacenamiento.

De acuerdo al Figura 20, se observa que el incremento de peróxidos no es significativo alcanzando un valor de 1.75 meqO₂/Kg de grasa, aun tiempo de conservación de 82 días. No llegando al valor límite de peróxidos de 10 meqO₂/Kg de grasa. Aldaz (2009), indica que la concentración de ácido linoleico en la semilla de *Lupinus mutabilis* es baja, característica que favorece la conservación del aceite ya que este se oxida rápidamente y podría originar cambios indeseables en el sabor del aceite, lo que justifica el nivel bajo de oxidación en la premezcla.

4.3.3. Análisis sensorial de queque elaborado a partir de la premezcla

Los resultados de evaluación sensorial se muestran en las Tablas 20, 21 y 22 y 23. Dichos datos se utilizaron para hallar el tiempo de vida útil sensorial de cada atributo.

Tabla 20. Puntaje promedio para atributo color según temperatura de almacenamiento.

Tiempo (días)	Valores promedio color		
	10°C	25°C	40°C
0	8.20	8.20	8.20
14	7.70	7.50	7.10
28	7.50	7.45	6.80
42	7.20	6.90	6.50
56	7.10	6.80	6.35
70	7.00	6.45	5.95
84	6.8	6.15	5.45

Tabla 21. Puntaje promedio para atributo sabor según temperatura de almacenamiento.

Tiempo (días)	Valores promedio sabor		
	10°C	25°C	40°C
0	8.30	8.30	8.30
14	7.90	7.40	7.15
28	7.60	7.15	6.55
42	7.45	7.05	6.50
56	7.35	6.95	6.25
70	7.05	6.50	5.95
82	6.75	6.3	5.55

Tabla 22. Puntaje promedio para atributo textura según temperatura de almacenamiento.

Tiempo (días)	Valores promedio textura		
	10°C	25°C	40°C
0	8.10	8.10	8.10
14	7.95	7.50	7.10
28	7.70	7.40	6.65
42	7.50	7.10	6.60
56	7.35	6.75	6.15
70	7.15	6.45	6.05
82	6.75	6.1	5.6

Tabla 23. Puntaje promedio para atributo apariencia según temperatura de almacenamiento.

Tiempo (días)	Valores promedio apariencia		
	10°C	25°C	40°C
0	8.35	8.35	8.35
14	7.95	7.80	7.55
28	7.60	7.35	7.00
42	7.50	7.15	6.85
56	7.20	6.85	6.40
70	6.85	6.45	5.70
82	6.5	6	5.35

En la mayoría de los parámetros se observa un deterioro progresivo en el tiempo, el cual se intensifica con el aumento de temperatura de almacenamiento. De acuerdo al Análisis de Varianza que se encuentre en el Anexo 5, se observa que existe diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.05$) entre las premezclas, con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, podemos decir que existe diferencia en los atributos color, sabor, textura y apariencia con respecto a la temperatura y tiempo de almacenamiento.

Durante el periodo de estudio la mayoría de las características a temperaturas de 10°C y 25°C no alcanzan el límite de comercialización, a diferencia del almacenamiento a 40°C donde se observa que se acerca al valor límite 5.5. Los atributos con mayor descenso se presentaron en el color y la apariencia del producto seco. Con los puntajes promedios anteriormente calculados se estimó la vida útil de cada atributo sensorial.

4.3.3.1. Cinética de deterioro atributos sensoriales del queque a partir de la premezcla

En el Anexo 4, se presenta el procedimiento para la determinación de vida útil de cada uno de los atributos sensoriales: color, sabor, textura y apariencia del queque. De los cuales se selecciona el atributo limitante, con menor tiempo, para establecer la vida útil de la premezcla de queque.

4.3.3.2. Determinación de vida útil de premezcla

En el Anexo 4 se presenta en forma detallada los cálculos para la determinación de vida útil de la premezcla a partir de cada uno de los atributos del queque. Se muestra el orden cinético de reacción, las constantes de velocidad de reacción, los parámetros cinéticos atributos sensoriales, constantes de velocidad de reacción recalculados, datos que permiten el cálculo de la vida útil experimental de la premezcla de queque.

En base a los datos de las Tablas 4a al 4f, del Anexo 4 se determinó los valores de vida útil experimental de la Tabla 24, donde se indica el tiempo de vida útil experimental para cada uno de los atributos.

Tabla 24. Vida útil experimental atributos sensoriales

Atributo	Vida útil experimental (días)		
	Límite de comercialización (5.5)		
	10°C	25°C	40°C
Color	174	120	85
Sabor	191	136	100
Textura	187	134	98
Apariencia	146	109	83

La Tabla 24 muestra la vida útil experimental de los atributos: color, sabor, textura y apariencia, a cada temperatura de almacenamiento, donde la temperatura influye en la vida útil para cada uno de los atributos llegando a un mínimo de 83 días a 40°C para atributo apariencia. Cerezal *et al.* (2011) indica que en un estudio de conservación de mezclas realizado durante un período de 90 días demostró que ninguna de las dos mezclas, dulce y postre, tuvieron problemas que pudieran afectar la calidad del producto final, por el uso correcto de los procedimientos y elección del envase.

La Tabla 25, se construyó a partir de la Tabla 4g del Anexo 4, se muestra la vida útil de la premezcla, en el cual se evaluó el queque a partir de la premezcla almacenada, a una temperatura de 20°C que es una temperatura recomendada para almacenar harinas (Cerezal *et al.* 2011).

Tabla 25. Vida útil por parámetro sensorial a 20°C

Color	Vida útil a 20°C (días)	
	Límite de comercialización (5.5)	
Color		137
Sabor		153
Textura		150
Apariencia		121

El atributo que presentó un mayor tiempo de vida útil fue el sabor (153 días), mientras que el atributo con menor tiempo (121 días) fue la apariencia.

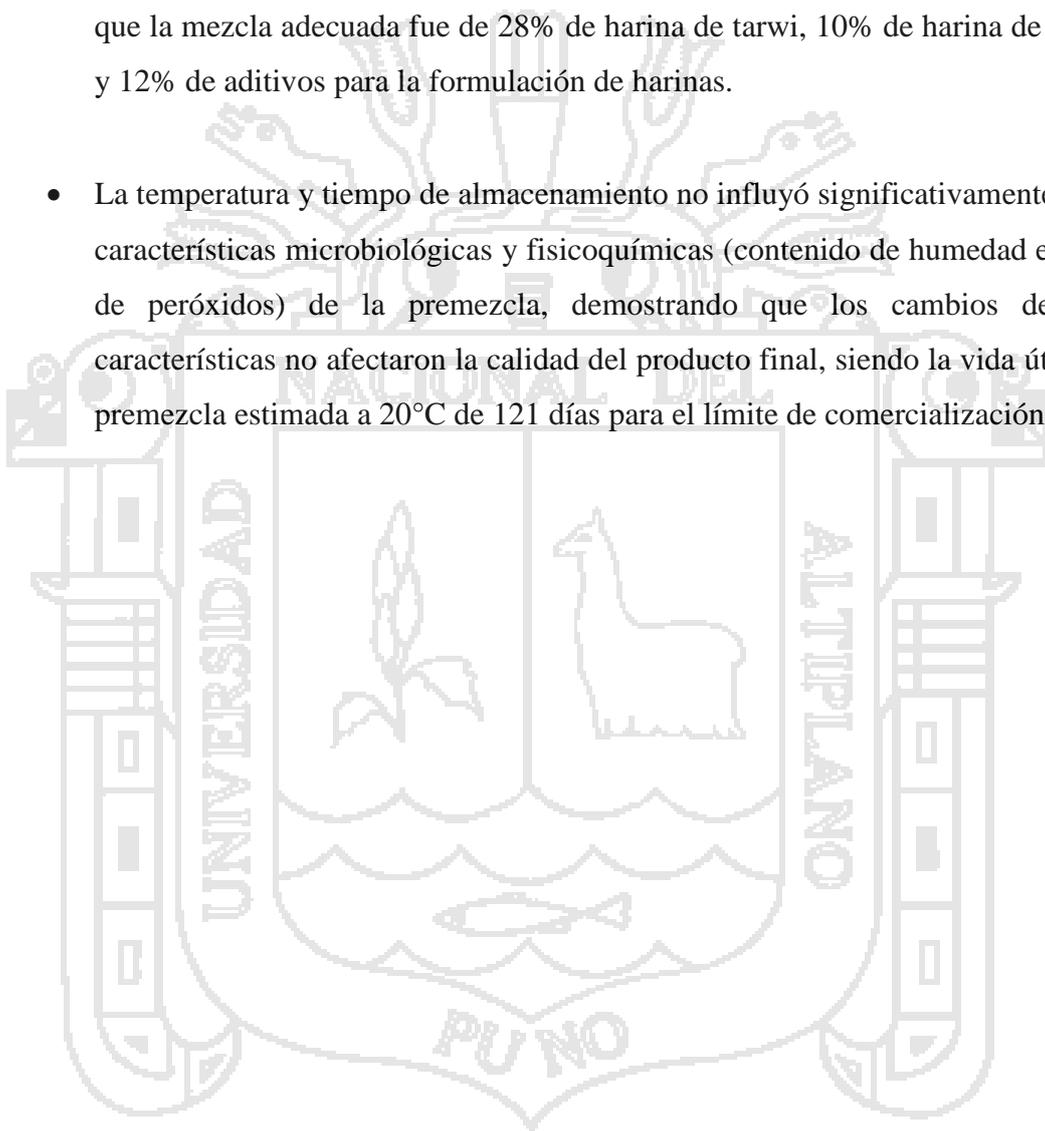
4.3.4. Vida útil de premezcla

Los resultados obtenidos al final del estudio de almacenamiento, 82 días, indican que: las evaluaciones microbiológicas y fisicoquímicas de las premezclas no tuvo problemas que afectaran la calidad del producto final; en cuanto a las evaluaciones sensoriales se observó un descenso en sus atributos resultando como atributo limitante la “apariencia”, obteniendo 121 días (4.02 meses) con el límite de comercialización (5.5).

La vida útil obtenida experimental es bastante inferior al tiempo sugerido en premezclas comerciales, 6 meses, Cerezal *et al.* (2011) estimo que el tiempo de vida útil de mezclas dulces para elaboración de queques fue de 9 meses antes de llegar al tiempo de rancidez. Si bien el producto no presenta un riesgo fisicoquímico ni microbiológico durante este periodo, los atributos sensoriales presentaron un deterioro, cambiando la aceptabilidad del producto por parte de los consumidores. Según Luna & Aguilar (2011), indican que el calor excesivo desnaturaliza las proteínas, rompe las emulsiones, destruye las vitaminas y reseca los alimentos al disminuir la humedad, por lo que se justifica el deterioro de la premezcla. Los atributos que presentaron deterioro más rápido en el tiempo fueron el color y la apariencia, mientras que el sabor y la textura fue el atributo que presentó menor deterioro durante el estudio de almacenamiento.

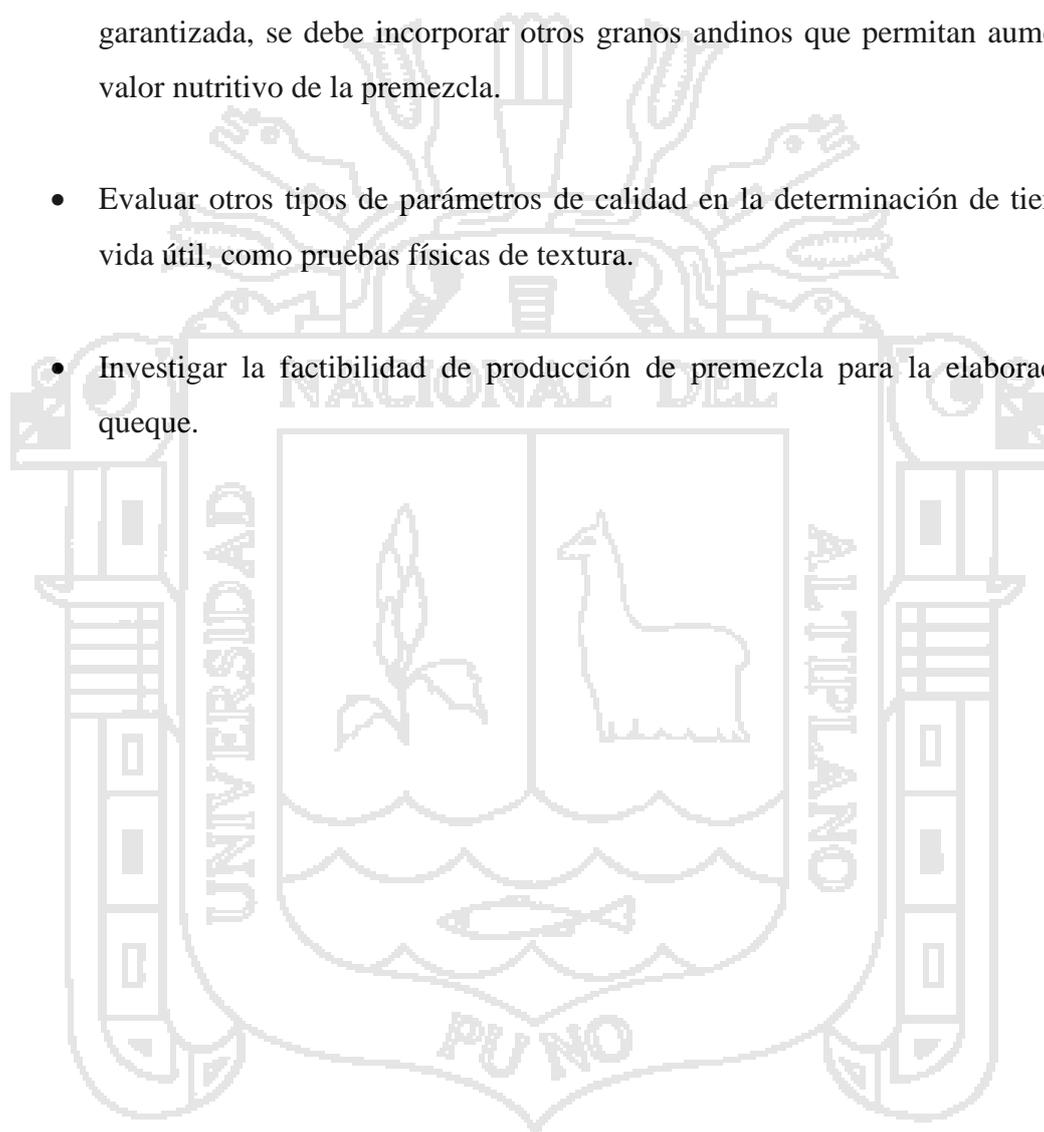
CONCLUSIONES

- La incorporación de harina de tarwi y quinua incrementó el contenido de proteínas y el cómputo de químico. Las características sensoriales presentaron mayor valor al incrementarse el porcentaje de harina de tarwi y aditivo, y descendieron ante un aumento de porcentaje de harina de quinua. Se determinó que la mezcla adecuada fue de 28% de harina de tarwi, 10% de harina de quinua y 12% de aditivos para la formulación de harinas.
- La temperatura y tiempo de almacenamiento no influyó significativamente en las características microbiológicas y fisicoquímicas (contenido de humedad e índice de peróxidos) de la premezcla, demostrando que los cambios de estas características no afectaron la calidad del producto final, siendo la vida útil de la premezcla estimada a 20°C de 121 días para el límite de comercialización.



RECOMENDACIONES

- Realizar estudios que permitan caracterización e industrialización de harinas de granos andinos, que favorezcan procesos posteriores de industrialización.
- La complementación protéica para la elaboración de premezcla debe ser garantizada, se debe incorporar otros granos andinos que permitan aumentar el valor nutritivo de la premezcla.
- Evaluar otros tipos de parámetros de calidad en la determinación de tiempo de vida útil, como pruebas físicas de textura.
- Investigar la factibilidad de producción de premezcla para la elaboración de queque.



BIBLIOGRAFÍA

- A. O. A. C. (1990). *Official Methods of the Association for Analytical Chemist* (13 ed.). Washington D.C., USA: E:U:A.
- Ahuatle, E. (2002). *Empleo de pmezcla en la elaboracion de pan de larga duracion en una empresa de corte Semi-industrial*. Cuautitlan: Facultad de Estudios Superiores.
- Albornoz, M., & Romero, J. (2004). *Utilización de la Harina de Guandul (Cajanus Cajan Linneo) Para Incrementar El Aporte Proteico en la Elaboración de Pastas Alimenticias*. Tesis para título de Ingeniero de Alimentos, Universidad De La Salle Facultad De Ingeniería De Alimentos, Bogotá.
- Aldaz, R. (2009). *Efecto de la aplicación de recubrimientos alcaloidales del chocho (Lupinus mutabilis Sweet), en la vida útil del borojó (Borojoa patinoi Cuat.)*. Tesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Araya, D. (2012). *Determinación de la vida útil de arroz preparado espárrago Líder elaborado por empresas TUCAPEL S.A. mediante pruebas aceleradas*. Tesis, Universidad de Chile, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química, Santiago, Chile.
- ASTM . (2011). *Standard Guide for Sensory evaluation methods to determine the sensory shelf life of consumer products*. West Conshohocken, United States.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. México: Pearson Educación.
- Bazile, D. (2014). Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. En F. Fuentes, & X. Paredes, *Perspectivas nutraceuticas: propiedades biológicas y aplicaciones funcionales* (págs. 341-357). Santiago, Chile: FAO.
- Bennion, E., & Bamford, G. (1977). *The Technology of Cake Baking*. USA: Blackie Academic & Professional.

- Bez, J., Schott, M., & Seger, A. (2005). *Application of lupin protein ingredients in muffins, biscuits and extruded snacks. Optimised processes for preparing healthy and added value food ingredients from lupin kernels, the European protein-rich grain legume*. Milán, Italia.
- Brennan, J. (2008). *Manual del procesado de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia, S. A.
- Cantillo, J., & Fernández, C. (1994). *Durabilidad de los alimentos. Métodos de estimación*. La Habana, Cuba: Instituto de investigaciones para la industria alimentaria.
- Cauvain, S., & Young, L. (2007). *Fabricación de pan*. Zaragoza, España: Acribia, S. A.
- Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramírez, V., Romero, N., & Arcos, R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. *Nut. Hosp.*, 161-169.
- Cheftel, J.-C., & Cheftel, H. (1999). *Introducción a la biquímica y tecnología de los alimentos* (Vol. I). Zaragoza, España: Acribia S. A.
- Collazos, C., Alvistar, E., Vasquez, j., Quiroz, A., Herrera, N., Robles, N., . . . Hernandez, E. (1996). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Lima: Instituto Nacional de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.
- Coloma, A. (2000). *Elaboración de Galletas a base de una mezcla de harinas de Cañihua, Cebada, Quinoa, Tarwi y Trigo*. Tesis Ing. Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú.
- Curia, A., Fiszman, S., Gámbaro, A., Garitta, L., Gómez, G., & Hough, G. (2005). *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. Madrid, España: CYTED.
- De la Cruz, W. (2009). *Complementación proteica de harina de trigo (*triticum aestivum* l.) por harina de quinua (*chenopodium quinoa willd*) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

- Edel, A., & Rosell, C. (2007). *De tales harinas, tales panes* (Primera ed.). Córdoba, Argentina: Hugo Báez.
- FAO. (2011). *La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Ginebra: Oficina Regional para America Latina y el Caribe.
- FAO/WHO. (1982). *Necesidad de Energía y Proteínas*. Ginebra, Suiza.
- FAO/WHO. (2011). *La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Ginebra., Suiza.
- FAO/WHO/ONU. (1985). *Necesidades de energía y de proteínas. Informe de una reunión consultiva conjunta de expertos*. Roma: Serie de informes tecnicos N° 724.
- Fellows, P. (2007). *Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y prácticas* (Segunda ed.). Zaragoza, España: Acribia, S. A.
- Fennema, O. (2000). *Química de los Alimentos*. Zaragoza, España: Acribia, S. A.
- Fernández, J., Garcia, T., & Matínez, R. (2009). *Evaluación de la vida útil de los alimentos*. Caracas, Venezuela.
- Fraser, A. (2010). *Peligros de origen microbiano*. Food Safety.
- Giraldo, G. (1999). *Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos*. Monografía, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Gordon, R. (1993). *Food Packaging: Principles and Practices*. New York, U.S.A.: Marcel Dekker.
- Gross, R. (1982). *Situación actual de la investigación alimentaria del lupinu*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Nutrición.
- ITINTEC. (1981). *Norma Técnica Peruana*. Lima, Perú: INDECOPI.
- Jarvis, B. (1971). *Factors Affecting the Production of Micotoxins*. Surrey, England: J. Appl. Bacteriol.

- Juarez, J. (2012). *Extensión de vida de anaquel en productos de pastelería para una industria panificadora*. Tesis para título de Ingeniero de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma, México.
- Kilcast, D., & Subramanian, P. (2000). *The stability and shelf life of foods*. Washington, DC: Woodhead Publishing Limited y CRC Press LLC.
- Kramer, A., & Twigg, B. (1968). *Measure of frozen food quality and quality changes, in the Freezing Preservation of Foods*. Tressler, D.K.: AVI Publishing.
- Labuza, T. (1982). *Shelf life dating of foods*. Connecticut: Food & Nutrition Press.
- Labuza, T., & Schmidl, M. (1985). Accelerated Shelf-Life Testing of Foods. *Food Technology*, 39, 57-64.
- Labuza, T., & Szybits, L. (2004). Open Dating of Foods. *Food and Nutrition*.
- Lezcano, E. (2008). *Análisis de producto. Productos batidos*. Argentina: MinAgri.
- Luna, G., & Aguilar, S. (2011). *Conservación de los alimentos y predicción de su vida útil*. Puno, Perú.
- Matz, S. (1997). Ingredients for Bakers. *Pan-Tech International Inc*, 59-175.
- MINAG. (2014). *Estadística Agraria*. Ministerio de Agricultura, Puno- Perú.
- MINSA. (2009). *Tabla Peruana de Composición de Alimentos* (Octava ed.). Lima, Perú: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.
- Navarrete, M. (2010). *Extracción, Refinación, y Caracterización Físico - Química y Nutracéuticas del Aceite de Chocho (Lupinus mutabilis sweet)*. Tesis, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- Nmorka, G., & Okezie, B. (1983). Nutritional quality of winged bean composite breads. *Cereal Chemistry*(60), 198-202.
- Othon, S. (1996). *Química, almacenamiento e industrialización de cereales*. México: AGT.

- Paiz, R. (2008). *Capacidad Productiva de una Planta Productora de Harinas Premezcladas Industriales y Paquetería*. Tesis para título de Ingeniero Mecánico Industrial, Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Perry, J. (1992). *Manual del Ingeniero Químico* (Tercera ed., Vol. V). México: Mc Graw Hill.
- Pylar, E. (1988). *Baking Science & Technology*. *Sosland Publishing Co*, 267 – 288.
- Quispe, R. (2012). *Extracción y caracterización del aceite de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. Tesis para el título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú.
- Rea, J. (1979). *Prácticas Agronómicas en Quinua*. In: *Cultivos Andinos. Quinua y Kañiwa*. Bogota, Colombia: CIID-IICA.
- Repo-Carrasco, R. (1988). *Cultivos andinos. Importancia Nutricional y Posibilidades de procesamiento*. Cuzco, Perú: Centro de Estudios Rurales Andinos.
- Repo-Carrasco, R. (1991). *Contenido de aminoácidos en algunos granos andinos*. En: *Avances en Alimentos y Nutrición Humana. Programa de Alimentos Enriquecidos*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Repo-Carrasco, R. (1998). *Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y de Granos Andino*. Lima, Perú: Ediagraria.
- Robach, M. (1980). Use of preservatives to control microorganisms in foods. *Food Technol*, 10-81.
- Robert, M. (2008). *Sweet Lupin flour GRAS notice*. Office of Food Additive Safety (HFS-200). Australia: George Weston Foods Limited.
- Rodríguez, A. (2009). *Evaluación “in vitro” de la actividad antibacteriana de los alcaloides del agua de desamargado del chocho (Lupinus mutabilis Sweet)*. Tesis, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba – Ecuador.

- Rotstein, E., Valentas, K., & Singh, R. (1997). *Handbook of Food Engineering Practice*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Saguay, I., & Karel, M. (1980). Modeling of quality deterioration during food precessing and storage. *Food Technology*, 78-85.
- Scade, J. (1981). *Cereales*. Zaragoza, España: Acribia, S. A.
- Serna, S. (1996). *Química, almacenamiento e industrialización de los cereales* (Primera ed.). México: AGT EDITOR.
- Singh, N., Harinder, K., Sekhon, K., & Kaur, B. (1991). Studies on the improvement of functional. *Journal of Food Processing*(15), 391-402.
- Soto, N. (1983). *Niveles de sustitucion de harina de trigo por harina de lupino (Lupinus mutabilis)*. Tesis, Ingeniería Industrias Alimentarias, Lima.
- Suarez, L., Kizlansky, A., & López, L. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 47-51.
- Sultan, W. (1983). The Pastry Chef. *The AVI Publishing Company*, 231-292.
- Tapia, M. (1997). *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación* (Segunda ed.). Santiago, Chile: FAO.
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., Mujica, A., Ortiz, R., & Sanabria, E. (1979). *Quinua y kañiwa*. *Cultivos Andinos*. Bogotá, Colombia: IICA.
- Villarroel, M., Uquiche, E., Brito, G., & Cancino, M. (2000). Optimización de formulaciones para productos dietéticos de pastelería. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 59.
- Zea, C. (2011). *Determinación biológica de la calidad proteica en harina de quinua extruida de la variedad Negra Collana*. Tesis Ing. Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 1. Valores de scores químico para las mezclas propuestas.

Computo de aminoácidos	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3	Mezcla 4	Mezcla 5	Mezcla 6
Isoleucina	146.00	146.54	136.05	131.60	144.65	131.12
Leucina	91.29	88.76	94.46	94.18	88.51	93.66
Lisina	87.75*	85.95*	88.00	86.83	85.36*	86.33
Metionina + Cistina	142.58	151.24	129.51	129.41	151.61	131.01
Fenilalanina + Tirosina	77.05	69.85	89.92	90.99	69.98	89.78
Treonina	97.43	95.48	97.44	96.03	94.79	95.48
Triptófano	92.27	94.06	87.03*	85.78*	93.61	85.95*
Valina	114.90	115.98	114.49	115.07	116.28	115.35

*Aminoácido limitante

Anexo 2

Tabla 2. Composición de ingredientes por niveles de sustitución en la elaboración de queques

Insumos	Mezcla 1 (%)	Mezcla 2 (%)	Mezcla 3 (%)	Mezcla 4 (%)	Mezcla 5 (%)	Mezcla 6 (%)
Harina trigo	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50
Harina quinua	19.50	19.50	10.40	6.50	18.20	6.50
Harina tarwi	10.40	6.50	19.50	19.50	6.50	18.20
Emulsionante	1.30	3.25	1.30	3.25	3.90	3.90
Leudante	1.30	3.25	1.30	3.25	3.90	3.90
Leche en polvo	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Azúcar	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Anexo 3**Resultados de Análisis de Varianza de los datos de análisis sensorial****Tabla 3a. ANOVA para A. COLOR**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo Lineal	96.3319	2	48.1659	147.01	0.0000
Error total	38.3348	117	0.327648		
Total (corr.)	134.667	119			

R-cuadrada = 71.5336 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 71.047 porciento

Error estándar del est. = 0.572405

Error absoluto medio = 0.465688

Coeficiente de Variabilidad = 8.59

Valor óptimo = 7.81916

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Harina de quinua	10.0	30.0	10.0
Harina de tarwi	10.0	30.0	28.0
Aditivo	4.0	12.0	12.0

Tabla 3b. ANOVA para A. SABOR

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo Lineal	133.329	2	66.6646	162.03	0.0000
Error total	48.1375	117	0.411432		
Total (corr.)	181.467	119			

R-cuadrada = 73.4731 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 73.0196 porciento

Error estándar del est. = 0.64143

Error absoluto medio = 0.523662

Coeficiente de Variabilidad = 9.77

Valor óptimo = 7.98554

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Harina de quinua	10.0	30.0	10.0
Harina de tarwi	10.0	30.0	28.0
Aditivo	4.0	12.0	12.0

Tabla 3c. ANOVA para A. TEXTURA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo Lineal	85.5919	2	42.796	92.09	0.0000
Error total	54.3747	117	0.464741		
Total (corr.)	139.967	119			

R-cuadrada = 61.1517 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 60.4876 porciento

Error estándar del est. = 0.681719

Error absoluto medio = 0.587016

Coefficiente de Variabilidad = 10.052

Valor óptimo = 7.57672

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Harina de quinua	10.0	30.0	10.0
Harina de tarwi	10.0	30.0	28.0
Aditivo	4.0	12.0	12.0

Tabla 3d. ANOVA para A. APARIENCIA GENERAL

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	90.0525	2	45.0262	110.35	0.0000
Lineal					
Error total	47.7392	117	0.408027		
Total (corr.)	137.792	119			

R-cuadrada = 65.3541 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 64.7618 porciento

Error estándar del est. = 0.63877

Error absoluto medio = 0.533933

Coeficiente de Variabilidad = 9.76

Valor óptimo = 7.64167

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Harina de quinua	10.0	30.0	10.0
Harina de tarwi	10.0	30.0	28.0
Aditivo	4.0	12.0	12.0

Tabla 3e. ANOVA para computo químico

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo Lineal	2.98555	2	1.49277	4.97	0.1116
Error total	0.900585	3	0.300195		
Total (corr.)	3.88613	5			

R-cuadrada = 76.8257 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 61.3761 porciento

Error estándar del est. = 0.547901

Error absoluto medio = 0.353911

Coeficiente de Variabilidad = 6.34

Anexo 4

Procedimiento para el cálculo de vida útil.

Utilizando los datos de la evaluación sensorial del atributo apariencia de la premezcla (Tabla 22) se determinó el orden de la reacción que presentar mayores coeficientes de determinación (R^2).

Tabla 4a. Coeficientes de determinación de atributos sensoriales a cada temperatura

Atributo	Temperatura	R^2		Orden de reacción
		Orden cero	Orden uno	
Color	10	0.9785	0.9789	1
	25	0.9698	0.9711	
	40	0.9293	0.9409	
Sabor	10	0.9732	0.9759	1
	25	0.9141	0.9313	
	40	0.9053	0.9353	
Textura	10	0.9595	0.9601	1
	25	0.9817	0.9847	
	40	0.893	0.9215	
Apariencia	10	0.9927	0.9953	1
	25	0.9882	0.9889	
	40	0.9784	0.9802	

La Figura 4a, muestra la pérdida de calidad del atributo a temperatura de almacenamiento de 10°C.

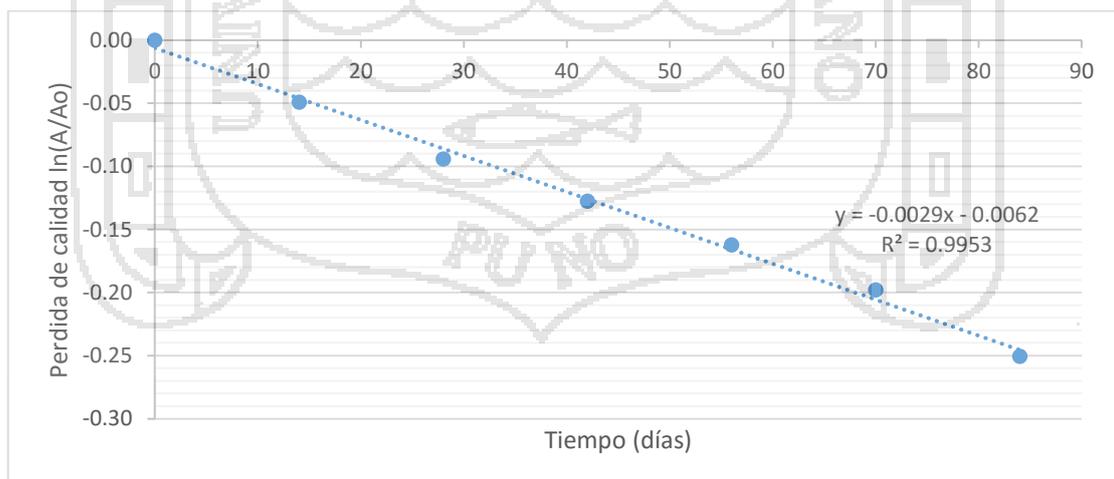


Figura 4a. Curva de velocidad orden cinético uno "Apariencia" de queque a 10°C

La pendiente de esta recta es equivalente a la constante de velocidad de reacción k a 10°C.

Tabla 4b. Constantes de velocidad de reacción experimental (K) de atributos sensoriales a cada temperatura

Atributo	10°C		25°C		40°C	
	K	R ²	K	R ²	K	R ²
Color	0.0023	0.9789	0.0033	0.9711	0.0047	0.9409
Sabor	0.0022	0.9759	0.0029	0.9313	0.0042	0.9353
Textura	0.0020	0.9601	0.0031	0.9847	0.0038	0.9215
Apariencia	0.0029	0.9953	0.0037	0.9759	0.0051	0.9802

La Tabla 4b, indica los valores de las constantes de reacción experimental (K) de todos atributos sensoriales a cada temperatura.

La Figura 4b. Es un gráfico del logaritmo natural de las constantes de velocidad de reacción *k* contra el inverso de las temperaturas del atributo apariencia de queque.

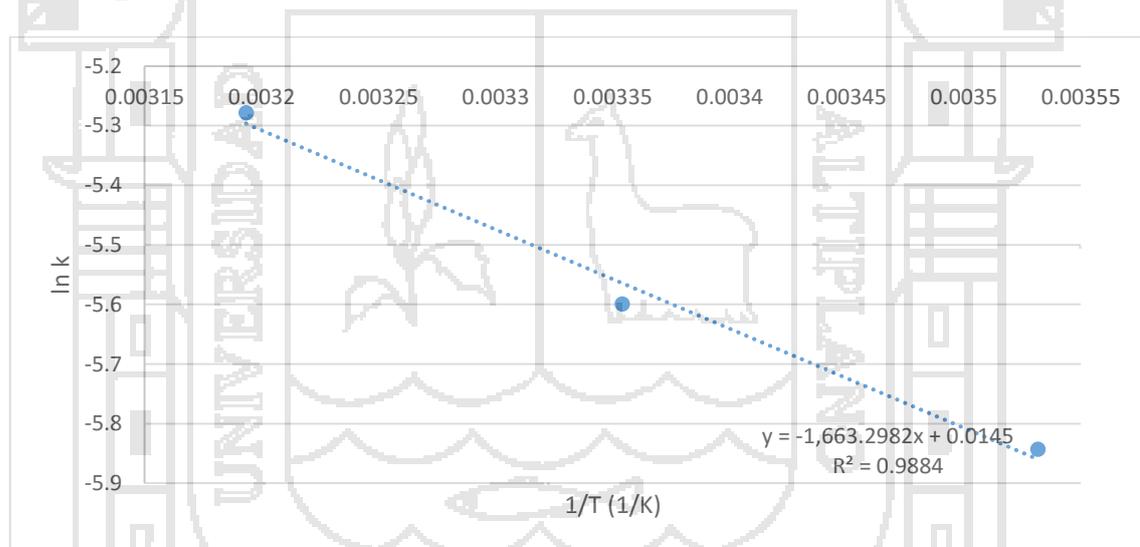


Figura 4b. Variación de la constante de velocidad de reacción *k* con la temperatura atributo apariencia de queque.

A partir de la pendiente del gráfico de la figura 4c, y del término independiente se calculan la energía de activación (*E_A*) y el factor pre-exponencial (*k₀*) utilizando la ecuación (8).

$$E_A = 1663.2982 \times R = 1663.2982 \times 1.986 \frac{\text{Cal}}{\text{mol}} = 3303.3102 \frac{\text{Cal}}{\text{mol}}$$

$$k_0 = e^{0.0145} = 1.0146(\text{días})^{-1}$$

La Tabla 4c muestra la energía de activación y factores pre-exponenciales de los atributos: color, sabor textura y apariencia.

Tabla 4d. Parámetros cinéticos atributo sensoriales

Atributo	E _a	k _o
Color	4192.0969	3.9567
Sabor	3783.1473	1.8007
Textura	3787.4893	1.7379
Apariencia	3303.3102	1.0146

La solución de la ecuación (6) de la revisión bibliográfica para orden uno (n=1), da como resultado la siguiente expresión:

$$\ln \left[\frac{A}{A_0} \right] = -kt \quad (10)$$

Esta ecuación puede resolverse para calcular el tiempo necesario para que el atributo apariencia del queque llegue a cierto valor inaceptable a cierta temperatura. Los valores de energía de activación y factor pre-exponencial calculados arriba permiten recalculer el valor de la constante de reacción K a las tres temperaturas de estudio

$$K_{10^{\circ}C} = 1.0146 * e^{\left[\left(\frac{3303.3102}{1.986} \right) * \left(\frac{1}{273.15+10} \right) \right]} = 0.0029 \text{ (dias)}^{-1}$$

$$K_{25^{\circ}C} = 1.0146 * e^{\left[\left(\frac{3303.3102}{1.986} \right) * \left(\frac{1}{273.15+25} \right) \right]} = 0.0038 \text{ (dias)}^{-1}$$

$$K_{40^{\circ}C} = 1.0146 * e^{\left[\left(\frac{3303.3102}{1.986} \right) * \left(\frac{1}{273.15+40} \right) \right]} = 0.0050 \text{ (dias)}^{-1}$$

Tabla 4e. Constantes de velocidad de reacción recalculados K

Atributo	10°C	25°C	40°C
Color	0.0023	0.0033	0.0047
Sabor	0.0022	0.0030	0.0041
Textura	0.0021	0.0029	0.0039
Apariencia	0.0029	0.0038	0.0050

Reemplazando en la ecuación (10) los puntajes iniciales y finales (límite de comercialización 5.5) del atributo apariencia de queque y resolviendo para t se tiene:

$$t_{10^{\circ}C} = \frac{\ln\left(\frac{5.5}{8.35}\right)}{0.0029} = 146.4 \text{ (días)}$$

$$t_{25^{\circ}C} = \frac{\ln\left(\frac{5.5}{8.35}\right)}{0.0038} = 108.9 \text{ (días)}$$

$$t_{40^{\circ}C} = \frac{\ln\left(\frac{5.5}{8.35}\right)}{0.0050} = 83.4 \text{ (días)}$$

Tabla 4f. Vida útil experimental atributo apariencia queque a cada temperatura de almacenamiento

Vida útil experimental (Días)			
límite de comercialización (5.5)			
Atributo	10°C	25°C	40°C
Apariencia	146	109	83

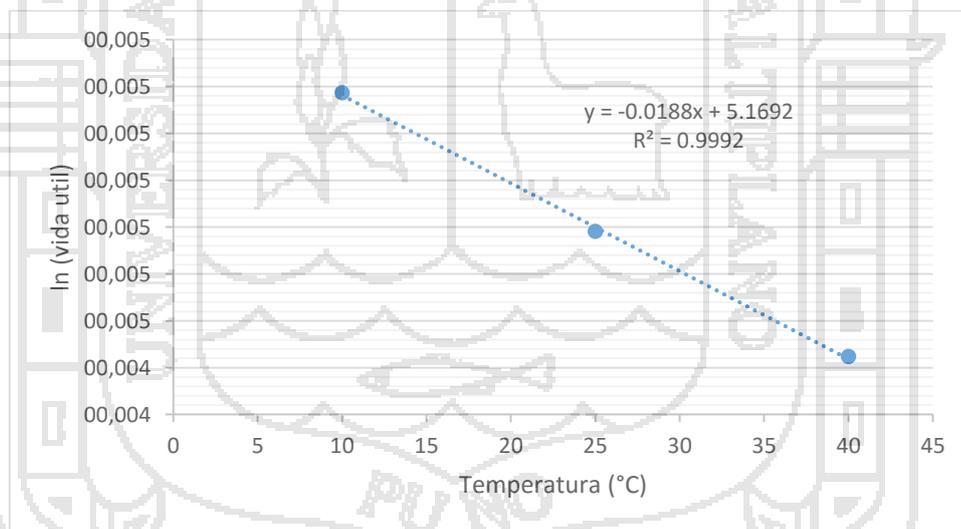


Figura 4c. Gráfico vida útil de las temperaturas

De la Figura 4c. Se obtiene mediante regresión lineal la nueva ecuación (11) con la que puede estimarse la vida útil del producto para diferentes temperaturas de almacenamiento.

$$\ln \text{Vida útil} = -0.0188T + 5.1692 \quad (11)$$

Despejando la ecuación (11) se obtiene la ecuación de vida útil en función de la temperatura de almacenamiento (12), utilizando el límite de comercialización como punto de corte.

$$Vida\ útil = e^{(-0.0188T + 5.1692)} \quad (12)$$

Tabla 4g. Ecuaciones de vida útil en función de la temperatura de atributos sensoriales

Parámetro	Límite de comercialización (5.5)	R ²
Color	$t = e^{-0.0238x + 5.3936}$	0.9992
Sabor	$t = e^{-0.0215x + 5.4609}$	0.9992
Textura	$t = e^{-0.0215x + 5.4432}$	0.9992
Apariencia	$t = e^{-0.0188x + 5.1692}$	0.9992

Reemplazando esta ecuación para una temperatura de 20°C que es la temperatura recomendada para almacenar harinas (menor a 25°C) se obtiene un tiempo de 121 días de vida útil para el atributo de apariencia de queque.

La Tabla 4h, muestra la vida útil estimada para el atributo apariencia a una temperatura de 20°C según el límite de comercialización.

Tabla 4h. Vida útil por parámetro sensorial a 20°C

Vida útil a 20°C (días)	
atributo	Límite de comercialización (5.5)
Apariencia	121

Anexo 5

Resultados estadísticos Test de valoración de calidad escala hedónica para vida útil

- **Atributo Color de queque**

Tabla 5a. Análisis de Varianza para Color - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Tiempo	186.6667	19	31.1111	99.79	0.0000
B: Temperatura	37.9	5	18.9500	60.78	0.0000
AxB:	10.8333	2	0.9028	2.90	0.0000
ERROR	124.40	333	0.3118		
TOTAL	359.80	359			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Coefficiente de Variabilidad = 7.86

- **Atributo sabor de queque**

Tabla 5b. Análisis de Varianza para sabor - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Tiempo	171.9952	6	28.6659	63.38	0.0000
B: Temperatura	51.6619	2	25.8310	57.12	0.0000
AxB:	10.6048	12	0.8837	1.95	N.S
ERROR	180.4500	399	0.4523		
TOTAL	414.71	419			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Coefficiente de Variabilidad = 9.51

- **Atributo Textura de queque**

Tabla 5c Análisis de Varianza para textura - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Tiempo	148.0905	6	24.6817	68.03	0.0000
B: Temperatura	50.7762	2	25.3881	69.98	0.0000
AxB:	11.3238	12	0.9437	2.60	0.0000
ERROR	144.7500	399	0.3628		
TOTAL	354.94	419			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Coefficiente de Variabilidad = 8.59

- **Atributo apariencia de queque**

Tabla 5d. Análisis de Varianza para apariencia - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Tiempo	244.4476	6	31.1111	103.67	0.0000
B: Temperatura	29.3143	2	18.9500	37.30	0.0000
AxB:	10.3524	12	0.9028	2.20	NS
ERROR	156.8000	399	0.3118		
TOTAL	440.91	419			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Coefficiente de Variabilidad = 8.85

Anexo 6**Resultados estadísticos Test de valoración para vida útil**

Tabla 6a. Análisis de Varianza para Humedad - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tiempo	16.415	6	2.73583	5.15	0.0078
B:Temperatura	15.2198	2	7.6099	14.33	0.0007
RESIDUOS	6.37187	12	0.530989		
TOTAL (CORREGIDO)	38.0067	20			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Coefficiente de Variabilidad = 8.75

Tabla 6b. Análisis de Varianza para Índice de peróxido - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tiempo	0.28359	6	0.0472651	2.67	0.0700
B:Temperatura	0.701781	2	0.35089	19.79	0.0002
RESIDUOS	0.212752	12	0.0177294		
TOTAL (CORREGIDO)	1.19812	20			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Coefficiente de Variabilidad = 10.069

Tabla 6c. Análisis de Varianza para mohos - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tiempo	9.92E6	2	4.96E6	1.78	0.2806
B:Temperatura	2.65867E7	2	1.32933E7	4.76	0.0876
RESIDUOS	1.11733E7	4	2.79333E6		
TOTAL (CORREGIDO)	4.768E7	8			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Coefficiente de Variabilidad = 8.75





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre: Edad:
Producto: Fecha:

INSTRUCCIÓN: Usted recibirá varias muestras debidamente codificadas, evalúe ubique en la escala que se acompaña la intensidad de agrado o desagrado de cada muestra, colocando un valor a una de las alternativas para cada característica.

- 9: Extremadamente Agradable
- 8: Muy Agradable
- 7: Moderadamente Agradable
- 6: Ligeramente Agradable
- 5: No Agrado Ni Desagrado
- 4: Ligeramente Desagradable
- 3: Moderadamente Desagradable
- 2: Muy Desagradable
- 1: Extremadamente Desagradable

Tratamientos	Color	Sabor	Textura	Apar. General
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				

Observaciones:
.....
.....
.....



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP. 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0066-2015-LENA-EPIA

SOLICITANTE : Carlos David HUAYNA CHARA
 TITULO DE TESIS : "OPTIMIZACION DE FORMULACION DE PREMEZCLA PARA LA ELABORACION DE QUEQUE CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TARWI (Lupinus mutabilis Sweet) Y QUINUA (Chenopodium quinoa Will) Y EVALUACION DE SU VIDA UTIL"
 PRODUCTOS : HARINA DE QUINUA Y HARINA DE TARWI
 ENSAYO SOLICITADO : FISICO QUIMICO
 FECHA DE RECEPCION : 18 de Setiembre del 2015
 FECHA DE ENSAYO : 18 de Setiembre del 2015
 FECHA DE EMISION : 28 de Setiembre del 2015

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

RESULTADOS FISICO QUIMICOS

MUESTRA	% Solidos Totales	% Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa	% Fibra	% Carbohidratos	Energía Kcal/100 g
HARINA DE QUINUA	87,15	12,85	1,68	13,58	6,49	3,12	62,28	361,85
HARINA DE TARWI	92,58	7,42	1,51	44,26	28,56	28,56	18,25	507,08

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

AOAC. 1990

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, C.U. 28 de Setiembre del 2015



Ing° OSWALDO ARPASI ALCA
 Control de Calidad de Alimentos
 LABORATORIO
 C.I.P. 160825



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FAC. CS. AGRARIAS
 Ing. M.Sc. M. Alfredo Callohuanca P.
 DECANO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS N° 0005-2016-EPIA-FCA

SOLICITANTE : Bach. Carlos David, HUAYNA CHURA
 PROCEDENCIA : ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL - F.C.A.
 TESIS : "Optimización de Formulación de Premezcla para la elaboración de Queque con Sustitución parcial de harina de Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) y evaluación de su vida útil"
 PRODUCTO : MEZCLA DE HARINAS
 ENSAYO SOLICITADO : INDICE DE PEROXIDOS
 FECHAS DE RECEPCION : 06-10-2015
 20-10-2015
 03-11-2015
 17-11-2015
 01-12-2015
 15-12-2015
 29-12-2015
 FECHA DE ENSAYO : 06-10-2015 AL 29-12-2015
 FECHA DE EMISION : 07-02-2016

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

RESULTADOS DE INDICE DE PEROXIDO

FECHA DE MUESTREO	TEMPERATURA	INDICE DE PEROXIDOS Meq/Kg. De grasa
06-10-2015	Medio ambiente	1.03
20-10-2015	10°C	1.02
	25°C	1.13
	40°C	1.25
03-11-2015	5°C	1.05
	10°C	1.18
	40°C	1.39
17-11-2015	10°C	1.08
	25°C	1.21
	40°C	1.65
01-12-2015	10°C	1.08
	25°C	1.22
	40°C	1.68
15-12-2015	10°C	1.08
	25°C	1.23
	40°C	1.71
29-12-2015	10°C	1.09
	25°C	1.25
	40°C	1.75

METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

AOAC 1990

CONCLUSION Los resultados de Índice de Peróxidos están conformes.



Ing° OSWALDO ABRIL ALCA
 Control de Calidad de Alimentos
 LABORATORIO
 C.I.P. 160625

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial
 Luis Alberto Jimenez Montroy
 M.Sc. AGROINDUSTRIAL
 C.I.P. 19612
 JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial
 Laboratorio de Microbiología

INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO N° 01-003/16

- I. **Datos de solicitante**
 Nombres y Apellidos : Carlos David Huayna Chara
- II. **Datos del servicio**
 N° de Solicitud del Servicio : 01-003/CDHC
 Fecha de ingreso : Noviembre, 2015
 Servicio solicitado : Análisis microbiológico
- III. **Nombre del producto** : Premezclas de Harinas
- IV. **Datos de la muestra**
 Presentación : Frascos Herméticos de 40 g
 Tipo de sistema : N/P
 Fecha de producción : N/P
 Fecha de vencimiento : N/P
 Tamaño de lote : 40 g
- V. **Aspectos técnicos del muestreo**
 Muestreado por : El solicitante
 Condición de muestreo : Muestra recibida en laboratorio
 Detalle de la muestra : Mezclas de Harina
 N° de unidades de la muestra : Tres (03) muestras de 40 g
 Código de la muestra : M1, M2, M3
 Para ensayo en Laboratorio : 01-003/16
 Identificación de la muestra : Sin muestra dirimente
- VI. **Fecha de ensayo** : 5 de noviembre, 2015
- VII. **Resultados**

DETALLE DE LA MUESTRA

CODIGO	PRODUCTO
M1	Mezclas de Harina almacenada a 10°C
M2	Mezclas de Harina almacenada a 25°C
M3	Mezclas de Harina almacenada a 40°C

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

REQUISITOS	VALOR OBTENIDO		
	M1	M2	M3
Coliformes totales (ufc/g)	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Bacterias aerobias mesófilas viables (ufc/g)	8.7×10^4	7.7×10^4	6.5×10^4
Mohos (ufc/g)	8×10^3	6×10^3	1.2×10^4



(Signature)
 Dr. Alejandro Coloma Paxi
 Jefe de Laboratorio de Microbiología



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial
 Laboratorio de Microbiología

INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO N° 01-004/16

- I. **Datos de solicitante**
 Nombres y Apellidos : Carlos David Huayna Chara
- II. **Datos del servicio**
 N° de Solicitud del Servicio : 01-004/CDHC
 Fecha de ingreso : Diciembre, 2016
 Servicio solicitado : Análisis microbiológico
- III. **Nombre del producto** : Premezclas de Harinas
- IV. **Datos de la muestra**
 Presentación : Frascos Herméticos de 40 g
 Tipo de sistema : N/P
 Fecha de producción : N/P
 Fecha de vencimiento : N/P
 Tamaño de lote : 40 g
- V. **Aspectos técnicos del muestreo**
 Muestreado por : El solicitante
 Condición de muestreo : Muestra recibida en laboratorio
 Detalle de la muestra : Mezclas de Harina
 N° de unidades de la muestra : Tres (03) muestras de 40 g
 Código de la muestra : M1, M2, M3
 Para ensayo en Laboratorio : 01-004/16
 Identificación de la muestra : Sin muestra dirimente
- VI. **Fecha de ensayo** : 2 de diciembre, 2015
- VII. **Resultados**

DETALLE DE LA MUESTRA

CODIGO	PRODUCTO
M1	Mezclas de Harina almacenada a 10°C
M2	Mezclas de Harina almacenada a 25°C
M3	Mezclas de Harina almacenada a 40°C

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

REQUISITOS	VALOR OBTENIDO		
	M1	M2	M3
Coliformes totales (ufc/g)	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Bacterias aerobias mesófilas viables (ufc/g)	1.1×10^5	8.9×10^4	8.8×10^4
Mohos (ufc/g)	4×10^5	7×10^5	3×10^5



Dr. Alejandro Coloma Paxi
 Jefe de Laboratorio de Microbiología

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial
 Laboratorio de Microbiología

INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO Nº 01-005/16

- I. Datos de solicitante**
 Nombres y Apellidos : Carlos David Huayna Chara
- II. Datos del servicio**
 Nº de Solicitud del Servicio : 01-005/CDHC
 Fecha de ingreso : Diciembre, 2016
 Servicio solicitado : Análisis microbiológico
- III. Nombre del producto** : Premezclas de Harinas
- IV. Datos de la muestra**
 Presentación : Frascos Herméticos de 40 g
 Tipo de sistema : N/P
 Fecha de producción : N/P
 Fecha de vencimiento : N/P
 Tamaño de lote : 40 g
- V. Aspectos técnicos del muestreo**
 Muestreo por : El solicitante
 Condición de muestreo : Muestra recibida en laboratorio
 Detalle de la muestra : Mezclas de Harina
 Nº de unidades de la muestra : Tres (03) muestras de 40 g
 Código de la muestra : M1, M2, M3
 Para ensayo en Laboratorio : 01-005/16
 Identificación de la muestra : Sin muestra dirimente
- VI. Fecha de ensayo** : 29 de diciembre, 2015
- VII. Resultados**

DETALLE DE LA MUESTRA

CODIGO	PRODUCTO
M1	Mezclas de Harina almacenada a 10°C
M2	Mezclas de Harina almacenada a 25°C
M3	Mezclas de Harina almacenada a 40°C

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

REQUISITOS	VALOR OBTENIDO		
	M1	M2	M3
Coliformes totales (ufc/g)	NEGATIVO	NEGATIVO	NEGATIVO
Bacterias aerobias mesófilas viables (ufc/g)	2.2×10^5	9.9×10^4	6.3×10^4
Mohos (ufc/g)	3×10^3	4×10^3	1×10^3



[Signature]
 Dr. Alejandro Coloma Paxi
 Jefe de Laboratorio de Microbiología