

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**“ELABORACIÓN DE REFRESCO DE QUINUA”**

**POR:**

**MARCELINA GARECA SALDAÑA**

Trabajo final presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

**Abril - 2017**

**TARIJA – BOLIVIA**

V° B°

.....  
Msc. Ing. Ernesto Álvarez G.

**DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍA**

.....  
Msc. Ing. Silvana Paz R.

**VICEDECANA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y  
TECNOLOGÍA**

.....  
Ing. Jesús Zamora G.

**DIRECTOR  
DPTO. BIOTECNOLOGÍA Y  
CIENCIA DE LOS ALIMENTOS**

.....  
Ing. José Johnny Mercado Rojas

**DOCENTE GUÍA**

El Tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

### **DEDICATORIAS:**

El presente trabajo está dedicado de manera especial a mis padres: Santiago y Plácida, mis hermanos Policarpio, Javier y Fernando por darme el apoyo necesario todo el tiempo.

### **AGRADECIMIENTOS:**

A Dios, por guiarme y protegerme en todo momento, dándome su amor incondicional.

A mi familia, porque ser el mayor soporte en mi diario caminar, apoyándome en todo momento.

A mi docente guía: Ing. José Johnny Mercado Rojas, por la colaboración y tiempo prestado en la realización de este trabajo, como también al Ing. Erick Ramírez, por brindarme su sabiduría.

A todos los docentes de la carrera por su invaluable sabiduría en la formación de nuevos profesionales.

A todos mis compañeros y amigos por brindarme su amistad, a todos ellos gracias.

**PENSAMIENTO:**

“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”.

**Nelson Mandela.**

# ÍNDICE

Página

## CAPÍTULO I

1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Justificación .....	2
1.3	Planteamiento del problema .....	3
1.4	Formulación del problema .....	3
1.5	Objetivos .....	3
1.5.1	Objetivo general .....	3
1.5.2	Objetivos específicos .....	3
1.6	Hipótesis .....	3

## CAPÍTULO II

2.1	Características fisicoquímicas de la materia prima .....	4
2.1.1	Origen de la quinua .....	4
2.1.2	Taxonomía de la planta de quinua .....	5
2.1.3	Morfología de la planta de quinua.....	6
2.1.3.1	Raíz.....	6
2.1.3.2	Tallo.....	7
2.1.3.3	Hojas.....	8
2.1.3.4	Inflorescencia .....	8
2.1.3.5	Flores .....	9
2.1.3.6	Fruto .....	10
2.1.4	Variedades de quinua en Bolivia .....	11
2.1.4.1	Quinua real variedad “Puñete” .....	12
2.1.4.2	Quinua real variedad “Pandela” .....	12
2.1.4.3	Quinua real variedad “Blanca dedo” .....	13
2.1.4.4	Quinua real variedad “Pisanck□alla” .....	14
2.1.4.5	Quinua real variedad “Huallata” .....	14
2.1.4.6	Quinua real variedad “Blanca chojlo” .....	15
2.1.4.7	Quinua real variedad “Toledo” .....	15
2.1.5	Época de siembra de la quinua .....	16

2.1.6	Exigencias climáticas .....	16
2.1.6.1	Temperatura y humedad .....	16
2.1.7	Producción de quinua .....	17
2.1.7.1	A nivel mundial .....	17
2.1.7.2	A nivel nacional.....	19
2.1.7.3	A nivel local .....	20
2.1.8	Composición nutricional de la quinua .....	21
2.1.8.1	Proteínas .....	21
2.1.8.2	Digestibilidad de las proteínas.....	22
2.1.8.3	Aminoácidos esenciales.....	22
2.1.8.4	Grasas .....	23
2.1.8.5	Carbohidratos .....	24
2.1.8.6	Minerales .....	24
2.1.8.7	Vitaminas.....	25
2.1.8.8	Fibra.....	25
2.1.9	Factores antinutricionales de la quinua .....	26
2.1.9.1	Definición de saponina .....	26
2.1.10	Usos de la quinua.....	26
2.1.10.1	En la alimentación humana .....	26
2.1.10.2	Industrial.....	27
2.2	Características fisicoquímicas de los insumos .....	27
2.2.1	Agua potable.....	27
	a) Filtrado .....	28
	b) Precloración y floculación.....	28
	c) Decantación.....	28
	d) Filtración .....	28
	e) Cloración y envío a la red .....	28
2.2.2	Azúcar de caña .....	28
2.2.3	Canela.....	29
2.2.4	Clavo de olor .....	29
2.3	Características fisicoquímicas del producto terminado .....	29
2.3.1	Composición nutricional del refresco de quinua .....	29
2.3.2	Beneficios del refresco de quinua.....	30



## CAPÍTULO III

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	31
3.2	Descripción de equipos, materiales, materia prima e insumos.....	31
3.2.1	Instrumentos y equipos.....	31
3.2.1.1	Balanza analítica digital .....	31
3.2.1.2	Olla tostadora.....	32
3.2.1.3	Molino a discos manual.....	33
3.2.1.4	Cocina industrial.....	34
3.2.2	Materiales de laboratorio .....	34
3.2.3	Materias primas e insumos .....	35
3.3	Descripción del proceso de elaboración del refresco de quinua.....	36
3.3.1	Recepción .....	37
3.3.2	Pesado.....	37
3.3.3	Acondicionado.....	37
3.3.4	Tostado .....	37
3.3.5	Molienda.....	37
3.3.6	Mezclado .....	37
3.3.7	Cocimiento .....	37
3.3.8	Tamizado .....	38
3.3.9	Pasteurización.....	38
3.3.10	Envasado en caliente .....	38
3.3.11	Enfriado .....	38
3.3.12	Etiquetado.....	38
3.3.13	Almacenado .....	38
3.4	Metodología para la obtención de resultados .....	39
3.4.1	Análisis fisicoquímicos en la materia prima y producto final .....	39
3.4.2	Análisis microbiológicos en la materia prima y producto final .....	39
3.5.	Análisis sensorial.....	40
3.5.1	Evaluación sensorial inicial para determinar las propiedades organolépticas del refresco de quinua .....	40
3.5.2	Evaluación sensorial intermedia para la dosificación del refresco de quinua .....	41

3.5.3	Evaluación sensorial para elegir la muestra final .....	41
3.5.4	Evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas del producto terminado .....	41
3.6	Diseño experimental .....	41
3.6.1	Diseño experimental $2^k$ .....	42
3.6.2	Diseño experimental $2^2$ del tostado del grano de quinua .....	42

## CAPÍTULO IV

4.1	Caracterización de la materia prima .....	44
4.1.1	Características fisicoquímicas de la materia prima .....	44
4.1.2	Características microbiológicas de la materia prima .....	44
4.2	Evaluación sensorial inicial para determinar las propiedades organolépticas del refresco de quinua .....	45
4.2.1	Evaluación sensorial para determinar el atributo color en el refresco de quinua .....	46
4.2.1.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo color en el refresco de quinua .....	47
4.2.2	Evaluación sensorial para determinar el atributo olor en el refresco de quinua .....	49
4.2.2.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo olor en el refresco de quinua .....	49
4.2.3	Evaluación sensorial para determinar el atributo sabor en el refresco de quinua .....	49
4.2.3.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial inicial para determinar el atributo sabor en el refresco de quinua .....	50
4.2.3.2	Prueba de Duncan de la evaluación sensorial inicial para el atributo sabor .....	50
4.3	Evaluación sensorial intermedia para la dosificación del refresco de quinua .....	53
4.3.1	Evaluación sensorial intermedia para el atributo color en la dosificación del refresco de quinua .....	53
4.3.1.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial intermedia para determinar el atributo color en el refresco de quinua .....	55

4.3.2	Evaluación sensorial intermedia para el atributo olor en la dosificación del refresco de quinua .....	55
4.3.2.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial intermedia para determinar el atributo olor en el refresco de quinua .....	57
4.3.3	Evaluación sensorial intermedia para el atributo sabor en la dosificación del refresco de quinua.....	57
4.3.3.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial intermedia para determinar el atributo sabor en el refresco de quinua.....	59
4.3.3.2	Prueba de Duncan de la evaluación sensorial intermedia para el atributo sabor .....	59
4.4	Evaluación sensorial para elegir la muestra final .....	60
4.4.1	Evaluación sensorial del atributo color para elegir la muestra final.....	61
4.4.1.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial final para determinar el atributo color en el refresco de quinua .....	62
4.4.2	Evaluación sensorial del atributo olor para elegir la muestra final .....	63
4.4.2.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial final para determinar el atributo olor en el refresco de quinua.....	64
4.4.2.2	Prueba de Duncan de la evaluación sensorial final para el atributo olor..	65
4.4.3	Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir la muestra final .....	65
4.4.3.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial final para determinar el atributo sabor en el refresco de quinua.....	67
4.5	Evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas del producto terminado.....	67
4.5.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas del producto terminado.....	69
4.6	Diseño factorial $2^2$ en la etapa de tostado del grano de quinua .....	70
4.7	Características del producto terminado .....	71
4.7.1	Características fisicoquímicas del producto terminado .....	72
4.7.2	Características microbiológicas del producto terminado .....	72
4.8	Balance de materia en el proceso de elaboración del refresco de quinua.	73
4.8.1	Balance de materia global en la etapa de acondicionado .....	74
4.8.2	Balance de materia global en la etapa del tostado .....	75

4.8.3	Balance de materia global en la etapa de molienda.....	76
4.8.4	Balance de materia global en la etapa de mezclado de ingredientes .....	77
4.8.5	Balance de materia en la etapa de cocimiento .....	77
4.8.6	Balance de materia global en la etapa de tamizado .....	78
4.8.7	Balance de materia global en la etapa de pasteurización .....	79
4.8.8	Cantidad total de materia sólida perdida en el proceso .....	80
4.8.9	Cantidad total de agua evaporada en el proceso.....	80
4.8.10	Resumen del balance de materia en la elaboración del refresco de quinua .....	81
4.9	Balance de energía en el proceso de elaboración del refresco de quinua .....	82
4.9.1	Balance de energía en la etapa de tostado .....	82
4.9.2	Balance de energía en la etapa de cocimiento .....	83
4.9.3	Balance de energía en la etapa de pasteurización.....	87

## **CAPÍTULO V**

5.1	Conclusiones.....	88
5.2	Recomendaciones .....	90
	Bibliografía.....	91
	Webgrafía .....	94
	Anexos	

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1. Países productores de quinua .....	17
Tabla 2.2. Producción mundial de quinua por año (miles de toneladas).....	18
Tabla 2.3. Exportaciones de quinua por departamento .....	20
Tabla 2.4. Comparación nutricional de la quinua frente a otros cereales.....	21
Tabla 2.5. % de aminoácidos esenciales en 100 g de proteínas .....	23
Tabla 2.6. Contenido mineral de la quinua en comparación con otros cereales .	24
Tabla 2.7. Contenido de vitaminas en el grano de quinua.....	25
Tabla 2.8. Contenido de fibra en 100 g de quinua.....	25
Tabla 2.9. Clasificación de las aguas según el valor de la dureza final .....	27
Tabla 2.10. Valor nutricional del refresco de quinua .....	30
Tabla 2.11. Beneficios del consumo del refresco de quinua .....	30
Tabla 3.1. Descripción del material de laboratorio .....	35
Tabla 3.2. Descripción de materia primas e insumos .....	35
Tabla 3.3. Análisis fisicoquímicos .....	39
Tabla 3.4. Análisis microbiológicos .....	39
Tabla 3.5. Métodos de análisis utilizado .....	40
Tabla 3.6. Diseño factorial de variables para el tostado de la quinua .....	43
Tabla 3.7. Niveles de variación de los factores para el tostado de los granos de quinua .....	43
Tabla 3.8. Matriz de combinación del diseño $2^2$ para el tostado de quinua .....	43
Tabla 4.1. Composición fisicoquímica de la quinua .....	44
Tabla 4.2. Análisis microbiológico de la quinua .....	44
Tabla 4.3. Evaluación sensorial inicial para el atributo color .....	45
Tabla 4.4. Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial para el atributo color .....	47
Tabla 4.5. Evaluación sensorial inicial para el atributo olor .....	48
Tabla 4.6. Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo olor .....	49
Tabla 4.7. Evaluación sensorial inicial para el atributo sabor .....	50
Tabla 4.8. Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial para el atributo sabor.....	51

Tabla 4.9.	Tabla de comparación entre medias para el atributo sabor .....	52
Tabla 4.10.	Evaluación sensorial intermedia para el atributo color .....	54
Tabla 4.11.	Análisis de varianza de la evaluación sensorial intermedia del atributo color .....	55
Tabla 4.12.	Evaluación sensorial intermedia para el atributo olor .....	56
Tabla 4.13.	Análisis de varianza de la evaluación sensorial intermedia del atributo olor .....	57
Tabla 4.14.	Evaluación sensorial intermedia para el atributo sabor .....	58
Tabla 4.15.	Análisis de varianza de la evaluación sensorial intermedia del atributo sabor .....	59
Tabla 4.16.	Tabla de comparación entre medias para el atributo sabor .....	60
Tabla 4.17.	Evaluación sensorial final para el atributo color .....	61
Tabla 4.18.	Análisis de varianza de la evaluación sensorial final para el atributo color .....	62
Tabla 4.19.	Evaluación sensorial final para el atributo olor .....	63
Tabla 4.20.	Análisis de varianza de la evaluación sensorial final para el atributo olor .....	64
Tabla 4.21.	Tabla de comparación entre medias para el atributo olor .....	65
Tabla 4.22.	Evaluación sensorial final para el atributo sabor .....	66
Tabla 4.23.	Análisis de varianza de la evaluación sensorial final para el atributo sabor .....	67
Tabla 4.24.	Evaluación sensorial final del producto terminado .....	68
Tabla 4.25.	Análisis de varianza de la evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas del producto terminado ..	69
Tabla 4.26.	Contenido de humedad en la etapa del tostado de los granos de quinua .....	70
Tabla 4.27.	Contenido de humedad en la etapa del tostado .....	71
Tabla 4.28.	Análisis de varianza en el tostado de la quinua para el diseño $2^2$ .....	71
Tabla 4.29.	Características fisicoquímicas del producto terminado .....	72
Tabla 4.30.	Características microbiológicas del producto terminado .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1. Variabilidad de panojas .....	5
Figura 2.2. Planta de quinua.....	6
Figura 2.3. Raíz de Chenopodium Willd.....	7
Figura 2.4. Tallo de la planta de quinua .....	7
Figura 2.5. Hoja de quinua .....	8
Figura 2.6. Panojas de quinua.....	9
Figura 2.7. Flores de quinua .....	9
Figura 2.8. Granos de quinua.....	10
Figura 2.9. Sección longitudinal media del grano de quinua .....	11
Figura 2.10. Quinua real variedad “puñete” .....	12
Figura 2.11. Quinua real variedad “pandela” .....	13
Figura 2.12. Quinua real variedad “blance dedo” .....	13
Figura 2.13. Quinua real variedad “pisanckalla” .....	14
Figura 2.14. Quinua real variedad “huallata” .....	14
Figura 2.15. Quinua real variedad “blanca chojlllo” .....	15
Figura 2.16. Quinua real variedad “toledo” .....	15
Figura 2.17. Distribución de las áreas de cultivo de quinua en Sudamérica .....	18
Figura 2.18. Departamentos productores de quinua .....	19
Figura 2.19. Mapa político del departamento de Tarija .....	20
Figura 3.1. Balanza analítica digital .....	31
Figura 3.2. Olla tostadora.....	32
Figura 3.3. Molino a discos manual .....	33
Figura 3.4. Cocina industrial .....	34
Figura 3.5. Elaboración del refresco de quinua .....	36
Figura 4.12. Balance de materia para el proceso de elaboración del refresco de quinua .....	73
Figura 4.13. Balance en la etapa de acondicionado.....	74
Figura 4.14. Balance en la etapa del tostado de los granos de quinua .....	75
Figura 4.15. Balance en la etapa de molienda .....	76
Figura 4.16. Balance en la etapa de mezclado de ingredientes .....	77
Figura 4.17. Balance en la etapa de cocimiento .....	77

Figura 4.18.	Balance en la etapa de tamizado .....	78
Figura 4.19.	Balance en la etapa de la pasteurización.....	79
Figura 4.20.	Resumen del balance de materia en el proceso.....	81
Figura 4.21.	Balance de energía en la etapa del tostado.....	82
Figura 4.22.	Balance de energía en la etapa de cocimiento.....	83
Figura 4.23.	Balance de energía en la etapa de la pasteurización .....	87



## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica 4.1. Evaluación sensorial inicial para el tributo color .....	46
Gráfica 4.2. Evaluación sensorial inicial para el tributo olor .....	48
Gráfica 4.3. Evaluación sensorial inicial para el tributo sabor .....	50
Gráfica 4.4. Evaluación sensorial intermedia para el tributo color .....	54
Gráfica 4.5. Evaluación sensorial intermedia para el tributo olor .....	56
Gráfica 4.6. Evaluación sensorial intermedia para el tributo sabor .....	58
Gráfica 4.7. Evaluación sensorial final para el tributo color .....	62
Gráfica 4.8. Evaluación sensorial final para el tributo olor .....	64
Gráfica 4.9. Evaluación sensorial final para el tributo sabor .....	66
Gráfica 4.10. Atributos sensoriales del producto terminado .....	69
Gráfica 4.11. Contenido de humedad en la etapa de tostado del grano de quinua ..	70