

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**“ELABORACIÓN DE PASTA DE QUINUA A PARTIR DE
HARINA DE QUINUA REAL ORGÁNICA BENEFICIADA”**

Por:

CECILIA MAGDALENA GUTIÉRREZ SOZA

Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Diciembre de 2014

TARIJA -BOLIVIA

VºBº

MSc. Ing. Erick Ramírez Ruiz
DOCENTE GUÍA

MSc. Ing. Ernesto Alvares Gonsalvez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

MSc. Ing. Silvana Paz Ramírez
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Jesús Zamora Gutiérrez

Ing. Weimar Torrejón Aguirre

Ing. Jhonny Mercado Rojas

El Tribunal Calificador del presente Proyecto de Grado, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad de la autora.

DEDICATORIA:

El presente Proyecto está dedicado a mi familia por su apoyo incondicional, en todos los momentos y circunstancias recorridos para llevar a cabo con éxito esta tarea.

A mi hijo por el cariño y la alegría que el me brinda cada día.

AGRADECIMIENTOS:

A todos los mentores, que me instruyeron de la mejor manera, y a todos aquellos amigos que de alguna u otra forma me ayudaron a realizar este trabajo.

PENSAMIENTO:

Hay un maestro para cada enseñanza, para cada ciencia, uno con perfección en un solo asunto y no uno con poco de todo.

Toma siempre una enseñanza pero completa y no cejes, ni divagues en tanto tu propio ser te indique que has completado la etapa que tú mismo impusiste para tu progresó.

La constancia y no el esfuerzo desordenado, será lo que dé a tu ser la riqueza de un conocimiento completo y por lo tanto útil a tus semejantes, pues entonces aun en tu pequeñez te dirán maestro

MEI

ÍNDICE

Advertencia
Dedicatoria
Agradecimiento
Pensamiento
Resumen

| | Página |
|--|--------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1 MÉTODO DE LOS SEIS PASOS..... | 1 |
| 2 PROBLEMÁTICA..... | 3 |
| 2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 3. ANTECEDENTES..... | 4 |
| 4 JUSTIFICACIONES..... | 5 |
| 4.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA..... | 5 |
| 4.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA SOCIAL..... | 5 |
| 4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA..... | 5 |
| 4.4. JUSTIFICACIÓN LEGAL..... | 6 |
| 5. OBJETIVOS..... | 6 |
| 5.1. OBJETIVO GENERAL..... | 6 |
| 5.2. OBJETIVO ESPECÍFICO DEL MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| 5.3. OBJETIVO ESPECÍFICO DEL MARCO PRÁCTICO..... | 7 |
| 6. HIPÓTESIS..... | 7 |
| 6.1. ESTRUCTURA DE LA HIPÓTESIS..... | 7 |
| 7. ALCANCES Y LIMITACIONES..... | 8 |
| 7.1. ALCANCE ACADÉMICO..... | 8 |
| 7.2. UNIVERSO DE ESTUDIO..... | 8 |
| 7.3. INSTITUCIONES RELACIONADAS..... | 8 |
| 7.4. LÍMITE ESPACIAL..... | 8 |

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----|
| 1.1 CEREALES | 9 |
| 1.1.1. QUE SON LOS CEREALES | 9 |
| 1.1.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CEREALES | 10 |
| 1.2. QUINUA | 11 |
| 1.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL GRANO DE QUINUA | 11 |
| 1.2.2. ANTECEDENTES DE LA QUINUA | 12 |
| 1.2.3. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN | 13 |
| 1.2.4. ÁREAS DE PRODUCCIÓN | 15 |
| 1.2.5. PRODUCCIÓN | 16 |
| 1.3. QUINUA REAL | 16 |
| 1.3.1. CICLO DE PRODUCCIÓN DE LA QUINUA REAL | 17 |
| 1.3.2. TRANSFORMACIÓN (PRE TRATAMIENTO) Y COMERCIALIZACIÓN | 18 |
| 1.3.3. USOS DE LA QUINUA | 19 |
| 1.4. ASPECTOS NUTRICIONALES DE LOS ALIMENTOS | 20 |
| 1.5. VALOR NUTRITIVO | 21 |
| 1.6. PROTEÍNAS | 23 |
| 1.6.1. ESTRUCTURA DE PROTEÍNAS | 24 |
| 1.6.2. RECAMBIO PROTEICO | 25 |
| 1.6.3. BALANCE DE NITRÓGENO | 25 |
| 1.6.4. VALOR QUÍMICO DE UNA PROTEÍNA | 26 |
| 1.7. AMINOÁCIDOS | 26 |
| 1.7.1. LOS 8 AMINOÁCIDOS ESENCIALES | 28 |
| 1.7.1.1. ISOLEUCINA | 29 |
| 1.7.1.2. LEUCINA | 29 |
| 1.7.1.3. LISINA | 30 |
| 1.7.1.4. METIONINA | 30 |
| 1.7.1.5. FENILALANINA | 30 |
| 1.7.1.6. TRIPTÓFANO | 30 |

| | Página |
|---|--------|
| 1.7.1.7. TREONINA..... | 30 |
| 1.7.1.8. VALINA..... | 30 |
| 1.8. VALOR NUTRITIVO DE LAS PROTEÍNAS..... | 30 |
| 1.8.1. NECESIDADES DIARIAS DE PROTEÍNAS..... | 31 |
| 1.9. PROTEÍNAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL..... | 32 |
| 1.10. COAGULACIÓN DE PROTEÍNAS..... | 33 |
| 1.11 GELIFICACIÓN DE PROTEÍNAS..... | 34 |
| 1.12. GELIFICACION DE ALMIDONES..... | 36 |
| 1.13. PASTA..... | 37 |
| 1.13.1. ORIGEN..... | 38 |
| 1.13.2. CLASIFICACIÓN..... | 39 |
| 1.14. PASTA COMO ALIMENTO HUMANO..... | 41 |
| 1.14.1. AGUA..... | 41 |
| 1.14.2. CARBOHIDRATOS..... | 43 |
| 1.14.3. PROTEÍNAS..... | 45 |
| 1.14.4. GRASAS..... | 51 |
| 1.14.5. FIBRA DIETÉTICA..... | 54 |
| CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO | |
| 2.1. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 57 |
| 2.1.1. MATERIALES Y EQUIPOS..... | 57 |
| 2.1.2. MÉTODOS..... | 58 |
| 2.2. TIPOS DE HARINA DE QUINUA REAL..... | 58 |
| 2.2.1. TÉCNICA OPERATIVA..... | 58 |
| 2.2.1.1. HARINA CRUDA DE QUINUA REAL..... | 58 |
| 2.2.1.2. HARINA PRECOCIDA DE QUINUA REAL..... | 59 |
| 2.2.2. PRUEBAS PRELIMINARES PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE HARINA..... | 60 |
| 2.2.2.1. PRUEBAS CON HARINA DE QUINUA PRECOCIDA..... | 61 |
| 2.2.2.1.1. HIDRATACIÓN..... | 61 |

| | Página |
|---|--------|
| 2.2.2.2. PRUEBAS CON HARINA CRUDA..... | 61 |
| 2.2.2.2.1. HIDRATACIÓN..... | 61 |
| 2.2.3. PRUEBAS DE COAGULACIÓN DE PROTEÍNAS..... | 63 |
| 2.2.4. PRUEBAS DE GELIFICACION DE ALMIDONES..... | 63 |
| 2.2.5. PROCESO TÉRMICO..... | 63 |
| 2.2.6. OBTENCIÓN DE PASTA DE QUINUA REAL ORGÁNICA..... | 65 |
| 2.2.6.1. RECEPCIÓN, ELECCIÓN PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA..... | 65 |
| 2.2.6.2. MEZCLADO 1..... | 66 |
| 2.2.6.3. MEZCLADO 2..... | 66 |
| 2.2.6.4. AMASADO..... | 66 |
| 2.2.6.5. TREFILADO..... | 68 |
| 2.2.6.6. CORTADO..... | 68 |
| 2.2.6.7. SECADO..... | 69 |
| 2.2.6.8. SELECCIONADO..... | 71 |
| 2.2.6.9. ENVASADO..... | 72 |
| 2.2.6.10. COMERCIALIZACIÓN..... | 72 |
| 2.2.7. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS PASTAS..... | 72 |
| 2.2.8. CALIDAD DE LAS PASTAS CRUDAS..... | 73 |
| 2.2.8.1. COLOR..... | 73 |
| 2.2.8.2. ASPECTO..... | 73 |
| 2.2.9. CALIDAD CULINARIA DE LAS PASTAS..... | 74 |
| 2.2.9.1. TIEMPO DE COCIMIENTO..... | 75 |
| 2.2.9.2. PORCENTAJE DE SEDIMENTACIÓN..... | 76 |
| 2.2.9.3. ÍNDICE DE TOLERANCIA AL COCIMIENTO..... | 76 |
| 2.2.10. CALIDAD DE LAS PASTAS COCIDAS..... | 76 |
| 2.2.10.1. COCCIÓN..... | 76 |
| 2.2.10.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS..... | 77 |
| 2.2.10.3. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES..... | 77 |
| 2.2.10.4. CALIDAD Y VALOR NUTRICIONAL DE LAS PASTAS..... | 78 |

| | Página |
|---|--------|
| 2.2.11. EVALUACIÓN DE LAS PASTAS DURANTE SU COCIMIENTO..... | 79 |
| 2.2.11.1. TIEMPO DE COCIMIENTO..... | 79 |
| 2.2.11.2. PORCENTAJE DE SEDIMENTACIÓN..... | 79 |
| 2.2.11.3. ÍNDICE DE TOLERANCIA AL COCIMIENTO..... | 80 |
| 2.2.12. EVALUACIÓN DE LAS PASTAS COCIDAS..... | 80 |
| 2.2.12.1. GANANCIA DE PESO..... | 80 |
| 2.2.12.2. GRADO DE HINCHAMIENTO..... | 80 |
| 2.2.12.2.1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE PASTA CRUDA..... | 81 |
| 2.2.12.2.2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE PASTA COCIDA..... | 81 |
| CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIONES | |
| 3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL PROTOTIPO DE PASTA DE QUINUA REAL ORGÁNICA..... | 82 |
| 3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL “EVALUACION SENSORIAL”..... | 83 |
| 3.2.1. TEST DE ACEPTABILIDAD: ESCALA HEDÓNICA..... | 85 |
| 3.2.1.1. OBJETIVO..... | 85 |
| 3.2.1.2. FUNDAMENTO..... | 85 |
| 3.2.1.3. METODOLOGÍA..... | 85 |
| 3.2.1.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 85 |
| 3.2.2. TEST DE VALORACIÓN DE CALIDAD: PUNTAJE COMPUESTO..... | 85 |
| 3.2.2.1. OBJETIVO..... | 85 |
| 3.2.2.2. FUNDAMENTO..... | 85 |
| 3.2.2.3. METODOLOGÍA..... | 86 |
| 3.2.2.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 86 |
| 3.2.3. TEST DE TEXTURA: TEST DE RANKING..... | 86 |
| 3.2.3.1. OBJETIVO..... | 86 |
| 3.2.3.2. FUNDAMENTO..... | 86 |
| 3.2.3.3. METODOLOGÍA..... | 87 |
| 3.2.3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 87 |
| 3.3. PRUEBAS DE EVALUACIÓN APLICADAS A LA PASTA DE QUINUA | 88 |

| | Página |
|--|--------|
| 3.3.1. EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD: ESCALA HEDÓNICA..... | 88 |
| 3.3.2. EVALUACIÓN DE PREFERENCIA: TEST DE RANKING..... | 92 |
| 3.3.3. VALORACIÓN DE LA CALIDAD SENSORIAL: PUNTAJE COMPUESTO | 93 |
| 3.3.3.1. ATRIBUTO DE APARIENCIA..... | 93 |
| 3.3.3.2. ATRIBUTO DE COLOR..... | 94 |
| 3.3.3.3. ATRIBUTO DE SABOR..... | 95 |
| 3.3.4. VALORACIÓN DE LA TEXTURA | 95 |
| 3.3.4.1. ATRIBUTO DE DUREZA | 95 |
| 3.3.4.2. ATRIBUTO DE COHESIVIDAD..... | 96 |
| 3.3.4.3. ATRIBUTO DE ADHESIVIDAD..... | 97 |
| 3.3.4.4. ATRIBUTO DE MASTICABILIDAD..... | 97 |
| 3.3.4.5. ATRIBUTO DE RESIDUOS..... | 98 |
| 3.3.4.6. ATRIBUTO DE RETROGUSTO..... | 99 |
| 3.3.5. CALIDAD TOTAL..... | 99 |
| 3.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL | 100 |
| 3.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL PUNTAJE COMPUESTO | 100 |
| 3.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TEXTURA..... | 101 |
| 3.7. ANÁLISIS NUTRICIONAL DE LA PASTA DE QUINUA..... | 101 |
| 3.8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS | 102 |
| 3.8.1. HIPÓTESIS PLANTEADA..... | 102 |
| 3.8.2. VALIDACIÓN | 102 |
| CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | |
| 4.1. CONCLUSIONES | 103 |
| 4.2. RECOMENDACIONES..... | 104 |
| BIBLIOGRAFÍA | 106 |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Página |
|--|--------|
| CUADRO 1. COMPONENTES DE LA QUINUA (PORCENTAJE) CON OTROS GRANDES ALIMENTOS..... | 13 |
| CUADRO 2. . CARACTERÍSTICAS EN LAS SIEMBRA Y COSECHA DE LA QUINUA REAL..... | 18 |
| CUADRO 3. COMPONENTES DE LA QUINUA CON OTROS CEREALES..... | 23 |
| CUADRO 4. COMPARACIÓN DE AMINOÁCIDOS ENTRE LA QUINUA Y OTROS CEREALES..... | 28 |
| CUADRO 5. COMPOSICIÓN DE LAS PASTAS ALIMENTICIAS..... | 39 |
| CUADRO 6. CLASIFICACIÓN DE LAS PASTAS DE ACUERDO A LA FORMA QUE PRESENTAN..... | 42 |
| CUADRO 7. COMPOSICIÓN DE CARBOHIDRATOS DE TRES VARIEDADES DE QUINUA EN BASE A MATERIA SECA..... | 46 |
| CUADRO 8. COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS DE PROTEÍNAS DE ORIGEN ANIMAL DE BUENA CALIDAD Y DE LAS PROTEÍNAS DE LA QUINUA, TRIGO Y SOYA..... | 47 |
| CUADRO 9. DISTRIBUCIÓN PROPUESTA DE NECESIDADES DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN DIFERENTES ETAPAS DE CRECIMIENTO..... | 48 |
| CUADRO 10. COMPARACIÓN DE LA PROTEÍNA DE QUINUA EN RELACIÓN A LOS REQUERIMIENTOS DE AMINOÁCIDOS PARA PREESCOLARES (2 - 5 AÑOS)..... | 50 |
| CUADRO 11. COMPARACIÓN DE LA PROTEÍNA DE LA QUINUA CON RELACIÓN A LOS REQUERIMIENTOS DE AMINOÁCIDOS PARA EL ADULTO..... | 51 |
| CUADRO 12. COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN MEDIA DE LOS ÁCIDO GRASOS DE ACIL-LÍPIDOS DE LA QUINUA, SOYA Y TRIGO..... | 53 |
| CUADRO 13. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE LA QUINUA..... | 54 |

| | Página |
|---|--------|
| CUADRO 14. CONTENIDO DE FIBRA SOLUBLE, INSOLUBLE Y FIBRA ALIMENTARIA TOTAL (FAT) EN EL GRANO DE QUINUA..... | 56 |
| CUADRO 15. MATERIALES, EQUIPOS Y ADITIVOS UTILIZADOS..... | 58 |
| CUADRO 16. CONTROL DEL TIEMPO DE MEZCLADO..... | 67 |
| CUADRO 17. TEMPERATURAS Y TIEMPOS DE SECADO PARA PASTAS..... | 70 |
| CUADRO 18. CUADRO GRECO LATINO PARA LA PASTA DE QUINUA REAL ORGÁNICA..... | 84 |
| CUADRO 19. PRUEBAS SENSORIALES (ESCALA HEDÓNICA)..... | 86 |
| CUADRO 20. ESCALA DE ACEPTABILIDAD..... | 91 |
| CUADRO 21. ESCALA DE PREFERENCIA..... | 94 |
| CUADRO 22. BIOQUÍMICA NUTRICIONAL DEL PRODUCTO TERMINADO (PASTA DE QUINUA)..... | 103 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | Página |
|--|--------|
| GRAFICA 1. RESULTADOS TEST DE ACEPTABILIDAD: ESCALA HEDÓNICA | 93 |
| GRAFICA 2. RESULTADOS DEL TEST DE PREFERENCIA | 94 |
| GRAFICA 3. ATRIBUTO DE APARIENCIA | 95 |
| GRAFICA 4. ATRIBUTO DE COLOR | 96 |
| GRAFICA 5. ATRIBUTO DE SABOR | 97 |
| GRAFICA 6. ATRIBUTO DE DUREZA | 98 |
| GRAFICA 7. ATRIBUTO DE COHESIVIDAD | 98 |
| GRAFICA 8. ATRIBUTO DE ADHESIVIDAD | 99 |
| GRAFICA 9. ATRIBUTO DE MASTICABILIDAD | 100 |
| GRAFICA 10. ATRIBUTO DE RESIDUOS | 100 |
| GRAFICA 11. ATRIBUTO DE RETROGUSTO | 101 |
| GRAFICA 12. CALIDAD TOTAL | 102 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| FIGURA 1. OBTENCIÓN DE HARINA CRUDA DE QUINUA REAL..... | 60 |
| FIGURA 2. OBTENCIÓN DE HARINA DE QUINUA REAL PRECOCIDA..... | 61 |
| FIGURA 3. PROCESO DE HIDRATACIÓN DE HARINA CRUDA DE QUINUA..... | 63 |
| FIGURA 4. OBTENCIÓN DE PASTA DE QUINUA | 66 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | Página |
|--|--------|
| FOTOGRAFÍA 1. MEZCLA INICIAL DE PASTA DE QUINUA..... | 63 |
| FOTOGRAFÍA 2. AMASADO DE LA PASTA DE QUINUA..... | 68 |
| FOTOGRAFÍA 3. CORTADO DE LA PASTA DE QUINUA..... | 70 |
| FOTOGRAFÍA 4. SECADO DE LA PASTA DE QUINUA..... | 72 |
| FOTOGRAFÍA .5 PASTA DE QUINUA..... | 95 |
| FOTOGRAFÍA 6. PASTA DE QUINUA..... | 96 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---------|---|
| ANEXO 1 | ESCALA DE PREFERENCIA |
| ANEXO 2 | EVALUACIÓN DE ACEPTABILIDAD (ESCALA HEDÓNICA) |
| ANEXO 3 | VALORACIÓN DE CALIDAD SENSORIAL |
| ANEXO 4 | VALORACIÓN DE CALIDAD DE TEXTURA |
| ANEXO 5 | VALORACIÓN CALIDAD TOTAL |
| ANEXO 6 | ANÁLISIS EXTERNO MICROBIOLÓGICO DE LA PASTA DE QUINUA INLASA |
| ANEXO 7 | ANÁLISIS EXTERNO NUTRICIONAL Y SENSORIAL DE LA PASTA DE QUINUA INLASA |
| ANEXO 8 | BREVE ESTUDIO ECONÓMICO |
| ANEXO 9 | TEST DE ANÁLISIS SENSORIAL. |

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II
MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIONES