

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



Presentado por
YUDY QUISPE ARCCA

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y PROPIEDADES DE EMPASTADO EN HARINA REFINADA Y SÉMOLA DE DOS VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)

Asesor:

Ing. MSc. THOMAS ANCCO VIZCARRA

Co-asesor:

Ing. GINA G. TORO RODRIGUEZ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2018



APROBACIÓN DEL ASESOR Y CO-ASESOR DE TESIS

Quién suscribe:

MSc. Thomas Ancco Vizcarra y la **Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez** por la presente:

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial, **YUDY QUISPE ARCCA** ha culminado satisfactoriamente el Informe Final de Tesis intitulado: **"CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y PROPIEDADES DE EMPASTADO EN LA HARINA REFINADA Y SÉMOLA DE DOS VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)"**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Andahuaylas, 26 de noviembre del 2018.



.....
MSc. Thomas Ancco Vizcarra
Asesor



.....
Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez
Co-Asesor



.....
Yudy Quispe Arcca
Tesisista



FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En la Av. 28 de julio N° 1103 del Local Académico SL02 (Santa Rosa) en el Salón de Grados de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de Talavera de la Reyna de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 11:00 horas del día 12 de agosto del año 2018, se reunieron los docentes ordinarios: MSc. David Juan Ramos Huallpartupa, Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez, Ing. Juvenal Rivas Leguía, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES Y PROPIEDADES DE EMPASTADO EN HARINA REFINA Y SÉMOLA DE DOS VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)", cuyo autor es la Bachiller en Ingeniería Agroindustrial YUDY QUISPE ARCCA, el asesor MSc. Thomas Ancco Vizcarra y la Co-Asesora Ing. Gina Genoveva Toro Rodriguez, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ:** APROBAR por UNANIMIDAD al Bachiller en Ingeniería Agroindustrial YUDY QUISPE ARCCA, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
15	QUINCE	BUENO

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.

MSc. David Juan Ramos Huallpartupa
Presidente del Jurado Evaluador

Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez
Primer Miembro del Jurado Evaluador

Ing. Juvenal Rivas Leguía
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: “**Características nutricionales y propiedades de empastado en la harina refinada y sémola de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)**”; para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial, ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

PRESIDENTE : MSc. David Juan Ramos Huallpartupa
PRIMER MIEMBRO : Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez
SEGUNDO MIEMBRO : Ing. Juvenal Rivas Leguía

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD, en la ciudad de Andahuaylas el día 12 del mes de setiembre de 2018.

Andahuaylas, 26 de noviembre de 2018.

MSc. David Juan Ramos Huallpartupa
Presidente del Jurado Dictaminador

Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez
Primer Miembro del Jurado Dictaminador

Ing. Juvenal Rivas Leguía
Segundo Miembro del Jurado Dictaminador

DEDICATORIA

Con todo cariño y gratitud a mis queridos padres Gregorio Quispe Rodas e Inés Arcca Huamán, por su amor, comprensión, apoyo incondicional, y por nunca perder las esperanzas en mí; y brindarme de sus sabios consejos, por darme la oportunidad de crecer y formarme profesionalmente con perseverancia y entrega. Por mostrarme el amor de Dios con su ejemplo, porque estoy segura que siempre él está conmigo.

Así también, se la dedico de manera muy especial a mis apreciados y queridos hermanos Alejandrina, Simón, Fabio, Rubén y Sebastián, por ser mi motivación para superarme en la vida y acompañándome con sus bromas, brindarme palabras de aliento para seguir adelante con perseverancia y optimismo a lo largo de los años recorridos en la Universidad.

A mis sobrinos por todas las alegrías que han brindado a mi vida, por su sonrisa e inocencia, por dejarme compartir momentos asombrosos con Ustedes, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme llegar hasta aquí, y cumplir otra meta más en mi vida. Porque a pesar de mis errores, no escatimo esfuerzos para perdonarme una y otra vez y así demostrarme que la vida del cristiano y del éxito no consiste en no cometer errores, sino en aprender a levantarse de ellos y perdurar junto a Cristo: “No temas, porque yo estoy contigo; no desmayes, porque yo soy tu Dios que te esfuerzo; siempre te ayudaré, siempre te sustentaré con la diestra de mi justicia” (Isaías 41:10).

A mis padres y a mis hermanos, por todo el amor y confianza que depositan en mí, por ayudarme a cumplir mis sueños, por cada palabra de aliento y por enseñarme la humildad y a no rendirme en el camino del éxito; a ustedes les debo todo lo que soy, mis valores, mis principios, mi empeño y perseverancia. Me siento muy orgullosa y soy muy afortunada de tenerlos como ejemplo. Espero que hasta hoy, haya podido responder con logros, satisfacciones y con todo el amor que les tengo y que les entrego día a día.

A la Universidad Nacional José María Arguedas y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por abrirme sus puertas y acogerme en sus aulas durante toda mi formación profesional y haberme permitido las facilidades para la ejecución de la presente Tesis.

A mis asesores, de manera muy especial al Ing. MSc. Thomas Ancco Vizcarra e Ing. Gina G. Toro Rodríguez, docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, quienes con su enorme y valioso apoyo, exigencia y orientación contribuyeron decididamente en el desarrollo exitosa de la presente Tesis.

A los docentes: MSc. David Juan Ramos Huallpartupa, Mg. Denis Hernán Gutiérrez Martínez y al Ing. Juvenal Rivas Leguía, por sus apoyos, orientaciones y recomendaciones valiosas brindadas para el desarrollo de esta Tesis.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, mi eterna gratitud quienes me contribuyeron con sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi formación profesional.

A todos los compañeros y amigos por haberme brindado su amistad y apoyo incondicional y por todas las experiencias compartidas a lo largo de los años recorridos en nuestra formación profesional. En fin, a todas las personas que influyeron positivamente en mi formación, si me olvido de alguien, también para él o ella mi eterna gratitud por darme ánimos para seguir durante la realización de la presente Tesis. **A todos muchas gracias.**

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL ASESOR	ii
ACTA DE SUSTENTACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL JURADO EVALUADOR.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
NOMENCLATURA.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CHUMASQA.....	xviii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.2. La quinua.....	5
2.2.1. Descripción botánica.....	6
2.2.2. Morfología del grano	7
2.2.3. Propiedades nutricionales.....	8
2.3. Variedad	12
2.4. Quinua salcedo INIA	12
2.5. Quinua choclito	13
2.6. Quinua perlada	14
2.7. Molturación y molienda	14
2.8. Fraccionamiento	14

2.8.1. Harina integral	14
2.8.2. Harina refinada o harina blanca	15
2.8.3. Sémola	15
2.8.4. Salvado.....	16
2.9. Características nutricionales	16
2.9.1. Harina integral de quinua	17
2.9.2. Harina refinada de quinua.....	17
2.9.3. Sémola de quinua	18
2.10. Propiedades de empastado	19
2.10.1. Gelatinización	20
2.10.2. Retrogradación	21
2.11. Analizador rápido de viscosidad (RVA).....	21
2.12. Viscosidad	25
CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Lugar de ejecución.....	26
3.2. Material de estudio.....	26
3.2.1. Universo y/o población.....	26
3.2.2. Muestra.....	26
3.3. Equipos, materiales y reactivos de laboratorio	27
3.3.1. Equipos de laboratorio	27
3.3.2. Materiales de laboratorio.....	27
3.3.3. Reactivos de laboratorio	28
3.4. Métodos de análisis	28
3.4.1. Método para determinar las características nutricionales.....	28
3.4.1.1. Determinación de humedad (método AOAC 945.15)	29
3.4.1.2. Determinación de proteínas (método AOAC 992.23)	29
3.4.1.3. Determinación de fibra cruda (método AOAC 945.38)	31
3.4.1.4. Determinación de cenizas totales (método AOAC 923.03).....	32

3.4.1.5. Determinación de materia grasa (método AOAC 945.38)	33
3.4.1.6. Determinación de carbohidratos totales	34
3.4.2. Método para determinar las propiedades de empastado.....	34
3.5. Metodología experimental.....	35
3.5.1. Obtención de harina refinada y sémola de quinua	35
3.6. Diseño experimental	37
3.6.1. Análisis de diseño completamente al azar	37
3.6.2. Análisis estadístico del diseño completamente al azar.....	38
3.6.3. ANOVA para el diseño completamente al azar (DCA).....	38
3.6.4. Pruebas de rango múltiples	40
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIONES	41
4.1. Características nutricionales de la harina refinada y sémola.....	41
4.1.1. Humedad	41
4.1.2. Proteína	43
4.1.3. Fibra cruda.....	45
4.1.4. Cenizas totales	46
4.1.5. Grasa.....	48
4.1.6. Carbohidrato	49
4.2. Propiedades de empastado de la harina refinada y sémola	51
4.2.1. Temperatura de empaste.....	52
4.2.2. Viscosidad de pico	54
4.2.3. Viscosidad de caída.....	56
4.2.4. Rompimiento.....	58
4.2.5. Viscosidad final	59
4.2.6. Retrogradación	61
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

ANEXOS	74
--------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del valor nutritivo del grano de quinua.	8
Tabla 2. Aminoácidos en el grano de quinua.	10
Tabla 3. Minerales en el grano de quinua.	11
Tabla 4. Vitaminas en el grano de quinua.	12
Tabla 5. Características del grano de quinua salcedo INIA.	13
Tabla 6. Valor nutricional de grano de quinua salcedo INIA.	13
Tabla 7. Valor nutricional de la harina integral de quinua y trigo.	17
Tabla 8. Valor nutricional de la harina refinada de quinua y trigo.	18
Tabla 9. Valor nutricional de la sémola de quinua y trigo.	18
Tabla 10. Propiedades de empastado (RVA) de las distinta harinas obtenidas.	24
Tabla 11. Arreglo de matriz para recolección de datos experimentales.	37
Tabla 12. ANOVA para el DCA.	40
Tabla 13. Resultados del porcentaje de humedad.	41
Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de humedad.	42
Tabla 15. Resultados del porcentaje de proteína.	43
Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de proteína.	44
Tabla 17. Resultados del porcentaje de fibra cruda.	45
Tabla 18. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de fibra cruda.	45
Tabla 19. Resultados del porcentaje de cenizas totales.	46
Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de cenizas totales.	47
Tabla 21. Resultados del porcentaje de grasa.	48
Tabla 22. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de grasa.	48
Tabla 23. Resultados del porcentaje de carbohidrato.	49
Tabla 24. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de carbohidrato.	50
Tabla 25. Resultados de la temperatura de empaste (°C).	52
Tabla 26. Análisis de varianza (ANOVA) para la temperatura de empaste.	52
Tabla 27. Resultados de la viscosidad de pico (cP).	54

Tabla 28. Análisis de varianza (ANOVA) para viscosidad de pico.....	55
Tabla 29. Resultados de la viscosidad de caída (cP).....	56
Tabla 30. Análisis de varianza (ANOVA) para viscosidad de caída.	57
Tabla 31. Resultados del rompimiento (cP).	58
Tabla 32. Análisis de varianza (ANOVA) para rompimiento.	58
Tabla 33. Resultados de la viscosidad final (cP).....	60
Tabla 34. Análisis de varianza (ANOVA) para viscosidad final.....	60
Tabla 35. Resultados de la retrogradación (cP).....	62
Tabla 36. Análisis de varianza (ANOVA) para la retrogradación.	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del grano de quinua.	8
Figura 2. Cambios en el granulo de almidón-agua.....	21
Figura 3. Curva típica de analizador rápido de viscosidad RVA.	22
Figura 4. Diagrama de bloques para la obtención de la harina refinada y sémola de quinua.....	35
Figura 5. Gráfico de barras del porcentaje de humedad.	43
Figura 6. Gráfico de barras del porcentaje de proteína.	44
Figura 7. Gráfico de barras del porcentaje de fibra cruda.	46
Figura 8. Gráfico de barras del porcentaje de cenizas totales.....	47
Figura 9. Gráfico de barras del porcentaje de grasa.	49
Figura 10. Gráfico de barras del porcentaje de carbohidratos.....	51
Figura 11. Grafica de barras de la temperatura de empaste.	54
Figura 12. Grafica de barras de la viscosidad de pico.....	56
Figura 13. Grafica de barras de la viscosidad de caída.....	57
Figura 14. Grafica de barras del rompimiento.	59
Figura 15. Grafica de barras de la viscosidad final.....	61
Figura 16. Grafica de barras de la retrogradación.....	63
Figura 17. Figuras obtenidas de la HRSI y SSI en el laboratorio de procesos industriales de la Pontificia Universidad Católica Del Perú.	80
Figura 18. Figuras obtenidas de HRSI y SSI en el laboratorio de procesos industriales de la Pontificia Universidad Católica Del Perú.	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Norma Técnica Peruana NTP 011.451.2013	74
ANEXO 2. Informe de análisis fisicoquímico	76
ANEXO 3. LSD para el porcentaje de humedad.	77
ANEXO 4. LSD para el porcentaje de proteína.	77
ANEXO 5. LSD para el porcentaje de fibra cruda.	78
ANEXO 6. LSD para el porcentaje de cenizas totales.....	78
ANEXO 7. LSD para el porcentaje de grasa.	79
ANEXO 8. LSD para el porcentaje de carbohidrato.	79
ANEXO 9. Propiedades de empastado (RVA) de la HRSI y SSI.....	80
ANEXO 10. Propiedades de empastado (RVA) de la HRCH y SCH.	81
ANEXO 11. LSD para la temperatura de empaste.....	82
ANEXO 12. LSD para la viscosidad de pico.....	82
ANEXO 13. LSD para la viscosidad de caída.	83
ANEXO 14. LSD para rompimiento.....	83
ANEXO 15. LSD para la viscosidad final.	84
ANEXO 16. LSD para la retrogradación.....	84
ANEXO 17. Matriz de consistencia	85

NOMENCLATURA

%	:	Porcentaje
°C	:	Grados Celsius
AASR	:	Agencia Agraria San Román
ANOVA	:	Análisis de Varianza
AOAC	:	Asociación Oficial de Químicos Analíticos
cP	:	Centipoise
DCA	:	Diseño completamente al azar
FAO	:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
g	:	Gramos
H ₀	:	Hipótesis nula
H _A	:	Hipótesis alterna
HICH	:	harina integral de choclito
HISI	:	Harina integral de salcedo INIA
HRCH	:	Harina refinada de choclito
HRSI	:	Harina refinada de salcedo INIA
INDECOPI	:	Instituto Nacional de defensa del consumidor y de la propiedad privada intelectual
INIA	:	Instituto Nacional de Innovación Agraria
kg	:	Kilogramos
L	:	Litro
min	:	Minutos
mL	:	Mililitros
mm	:	Milímetros
N°	:	Numero
NTP	:	Norma Técnica Peruana
RAE	:	Diccionario de la Lengua Española
RVA	:	Analizador rápido de viscosidad
S	:	Segundos
Salcedo INIA	:	Variedad de quinua
SCH	:	Sémola de choclito
SSI	:	Sémolas de salcedo INIA

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de determinar las características nutricionales y las propiedades de empastado en la harina refinada y sémola de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de la variedad Salcedo INIA y Choclito provenientes de la Cooperativa Machupicchu; evaluándose las características nutricionales mediante el análisis proximal, siguiendo la metodología descrito por la *Association of official Analytical Chemistry (AOAC)*, y las propiedades de empastado que fueron analizados mediante el Analizador Rápido de Viscosidad (RVA), se determinó con la metodología desarrollada por (Guzmán, 2017), cuyo análisis estadístico que se empleó es un DCA (Diseño completamente al azar), seguido de la comparación de rangos múltiples LSD (diferencia mínima significativa) de Fisher.

El análisis proximal mostro diferencias estadísticamente significativas entre las muestras estudiadas HRSI, HRCH, SSI y, SCH; los porcentajes de proteína total fueron de 9.64, 9.05, 15.51 y 19.06 % respectivamente. Proporcionando el mayor valor energético la SSI con 400.24 Kcal. Respecto a las propiedades de empastado también se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de HRSI, HRCH, SSI y, SCH; la viscosidad de pico que se encontraron fue de 2680.37 cP, 2673.57 cP, 166.42 cP y 168.96 cP, y con una viscosidad final de 2687.15 cP, 2787.86 cP, 787.16 cP y 554.60 cP respectivamente y las temperaturas de gelatinización encontradas fueron de 82.11 °C, 81.14 °C, 52.98 °C y 52.55 °C respectivamente, estas propiedades son muy importantes para conocer el comportamiento de la harina durante el proceso de cocción. Las características nutricionales y las propiedades de empastado hacen de la harina refinada y sémola de quinua un excelente insumo, ya que influyen de manera directa en los campos de procesamiento, manejo y calidad de productos terminados y a su vez determina su uso en la industria, inclusive durante su ciclo de vida; factores que al no ser tenidos en cuenta, pueden afectar en gran medida la industria.

Palabras Claves: Quinua, harina, sémola, características nutricionales, gelatinización, propiedad de empastado, análisis rápido de viscosidad (RVA).

ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of determining the nutritional characteristics and the paste properties in the refined flour and semolina of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) of the variety Salcedo INIA and Choclito from the Cooperativa Machupicchu; Evaluating the nutritional characteristics through proximal analysis, following the methodology of the Association of Official Analytical Chemistry (AOAC), and pasting properties that were analyzed by the Rapid Viscosity Analyzer (RVA) (Guzmán, 2017), whose statistical analysis is based in a DCA (completely random design), followed by the comparison of multiple ranges LSD (minimum significant difference) of Fisher.

The analysis close to the statistically significant differences between the studied samples HRSI, HRCH, SSI and, SCH; The percentages of total protein were 9.64, 9.05, 15.51 and 19.06% respectively. Provide the highest energy value SSI with 400.24 Kcal. Respect to pasting properties are also statistically significant differences between the samples of HRSI, HRCH, SSI and, SCH; The viscosity of the peak that was found was 2680.37 cP, 2673.57 cP, 166.42 cP and 168.96 cP, and with a final viscosity of 2687.15 cP, 2787.86 cP, 787.16 cP and 554.60 cP and the gelatin temperatures. , 81.14 ° C, 52.98 ° C and 52.55 ° C respectively, these properties are very important to know the behavior of the flour during the cooking process. The nutritional characteristics and the paste properties make the refined flour and semolina of quinoa an excellent input, as well as the influence of the direct way in the fields of processing, handling and quality of finished products, determines its use in the industry, even during its life cycle; The factors that are not more important in the account.

Key Words: Quinoa, flour, semolina, nutritional characteristics, gelatinization, pasting property, rapid viscosity analysis (RVA).

CHUMASQA

Kay kuskin apacurqa ichaqa qispichiyninman chayachikurqa sumaq allin kainin chay impastado nisqan rurakurqa ñutu ñutu acupi kinuwamanta (*Chenopodium quinoa Willd*) chay salcedu INIA hinallataq chuqllucha nisqan hamuq karqa chay Cooperativa Machupiqchu wasimanta; riqsiynin características nutricionales nisqanmi riqsisqa karqa kay analisis proximal nisqanwan, kayñataq qatipasqa kara kay *Association of official Analytical Chemistry* (AOAC) nisqampa rurasqanwan, munaychasqa allin kaininkuna hinallataq allin riqsichisqa kaynin impastado nisqampa karqa analisisqa analizador rápido de viscosidad (RVA) nisqampi. kay ruayñataq qatipasqa karqa (Guzmán, 2017), nisqampa ruwasqanwan. Allin yachaynin tukupayninñataq riksisqa carqa kay analisis estadístico DCA (Diseño completamente al azar), nisqampa churasqanwan, qinallataq chaymantapas qatipasqa karqa kay comparación de rangos múltiples LSD (diferencia mínima significativa) de Fisher nisqampi, munaychasqa allin kaininkuna kanampaq.

Chay analisis qatipay qawachirqa karunchayninta chay yachayman apachikusqampi HRSI, HRCH, SSI hinallataq SCH; hinaspaqa chay sumaq allinkaynin aywarqa kay 9.64, 9.05, 15.51 hinallataq 19.06% nisqankama qatillampi. Chaymantapas chay allin kaynin impastadupa tarikullarqataq kay yachaykunapi HRSI, HRCH, SSI hinaspapas SCH nisqampi; chay qatun laswa kaynin tarirqaku karqa 2680.37 cP, 2673.57 cP, 166.42 cP y 168.96 cP, qinallataq kay tukupaynin laswa kaynin tarirqaku karqa 2687.15 cP, 2787.86 cP, 787.16 cP y 554.60 cP, qatitallampi hinallataq chay llukllukaynin tarisqa karqa kay 82.11°C, 81.14°C, 52.98°C y 52.55°C nisqankama qatitallampi. Kay propiedadninkunan ancha munay riksiymi yachachiwanchik kay ñutu akupa imaynan yanukuyninpi, chikallan chiqapchaynin laswakayninmanta kinuwamanta aku qawachikurqa chay chikan almidum apasqampi, chaymantapas chay achka fibra nisqan apasqampin mana chuklluyanchu. Kay ñutu kuta akupi (harina fina) hinallataq simula kinuwamanta riqsikurqa huk allin sumaq kayninta, chaynallataq qispichirqa allinkayninta tukuy allin kawsaypi.

Riksiy qillqakuna: kinuwa, aku, simula, lluklluyaykuna, impastadupa allinkayninkuna

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

La quinua es un cultivo alimenticio procedente de los andes, sus inicios se remota desde la época preincaica y constituyó desde ese entonces como parte básica de la canasta familiar de la población rural, que actualmente es el cultivo más conocido, debido a la declaración del año 2013 como “Año internacional de la quinua”, en el marco de la lucha por la seguridad alimentaria (FAO, 2013). Este cultivo está considerado como el alimento principal por su alto contenido proteínas (13.81 a 21.9 %) y a ser el único alimento en el reino vegetal, nutricionalmente completo que provee todo los aminoácidos esenciales para la nutrición humana. El Perú es uno de los países con mayor producción de quinua. Sin embargo, estos productos no son aprovechados debidamente por la carencia de técnicas, tecnológicas, y con una deficiencia en la industrialización que contribuya a diversificar su utilización como un valor aditivo, a pesar de su alto contenido de proteínas; que por necesidades adversas la mayor parte de los productores se ven obligados a vender como grano y a cualquier costo, por lo que en su mayoría se consume en estado natural, estos contribuyen a la falta de dinamismo en la comercialización de este preciado grano.

Si bien es cierto, los valores nutricionales que se encuentran de la quinua son de grano entero, inclusive de la harina integral, mas no se conoce de la harina refinada y sémola por lo que se hace indispensable transformar el grano en estos productos debido a que las concentración de proteína no está solo en una parte del grano.

Razón por la cual es de vital importancia investigar y evaluar las características nutricionales y las propiedades de empastado de estos productos ya que influyen de manera directa en los campos de procesamiento, manejo y calidad de productos terminados, aceptabilidad y diseño de equipos, factores que al no ser tenidos en cuenta, pueden afectar en gran medida la industria. La propiedad de empastado es muy importante, porque indican cambios en su estructura cristalina y en su funcionalidad de la harina, estas van a determinar su uso. Con este propósito se han diseñado diferentes equipos y metodologías entre ellas destaca el RVA. En ellos se simulan los diferentes procesos que pueden llegar a tener la harina, durante su uso en la industria, inclusive durante su ciclo de vida.

Esta investigación servirá como fuente de información para las investigaciones y el sector de la industria de alimentos que pretendan dar un valor agregado a la quinua, incluyendo estos productos y consumir alimentos nutraceuticos y

funcionales a base de este preciado grano, que si bien la digestión y absorción de la proteína de los granos enteros es muy difícil para los niños menores de dos años, incluso cuando han sido sometidos a la cocción, sin embargo se ha visto que la digestibilidad mejora notablemente en forma de harinas, en papillas o bebidas. Por ende se hace necesario continuar con la investigación en el escalamiento de estos procesos a nivel industrial desde el punto de vista nutricional y de salud.

De esta forma, compromete a los investigadores, productores a dinamizar y fomentar una alternativa más para la quinua, siendo este un producto que aporta al consumidor, nutrientes de alto valor biológico; y así empezar a revalorar nuestra riqueza, sin necesidad de que primero sea reconocida en el exterior.

Al determinarse el contenido de macronutrientes (proteína, grasa y carbohidrato), fibra cruda, ceniza. Por medio de este análisis de los macronutrientes de estos alimentos se determina el valor energético y valor nutricional, información con la que se desarrolla una base de datos de composición que puede ser de utilidad para la evaluación nutricional de un individuo.

Esta investigación presenta un estudio experimental a escala de laboratorio orientado a las “características nutricionales y propiedades de empastado en harina refinada y sémola de dos variedades de quinua (***Chenopodium quinoa Willd***)”. Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas se han planteado los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Determinar y comparar las diferencias que existen en las características nutricionales y propiedades de empastado en harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (***Chenopodium quinoa Willd***) salcedo INIA y choclito.

Objetivos específicos:

- Determinar las características nutricionales en harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (***Chenopodium quinoa Willd***) salcedo INIA y choclito.
- Determinar las propiedades de empastado en harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (***Chenopodium quinoa Willd***) salcedo INIA y choclito.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

- ✓ Guzmán (2017), señala que la viscosidad alcanzado durante el cocimiento de la harina de quinua sin tratamiento, la viscosidad máxima y final fue de 297 cP, y 406 cP y con una temperatura de empaste de 65°C de las demás harinas con tratamiento fueron mayores, alcanzando el máximo el tratamiento 8 (temperatura de lavado de 50 °C y de secado 75 °C) con 434 cP. Y el que alcanzo la mínima es el tratamiento 9 (temperatura de lavado d 50 °C y de secado 95 °C), con 248 cP, en un tiempo de 10 min. respectivamente. Además, se concluye que la muestra 1 es el tratamiento que más se aproxima a las características de viscosidad de un producto crudo, siendo favorable aplicar estos parámetros y así obtener un producto sin modificaciones en el almidón. Estas características hacen de la harina de quinua un excelente aditivo en la elaboración de panes, tortas y otros alimentos que requieren retener agua después del cocimiento.

- ✓ Álvarez (2014), reporta las propiedades de empastado de las diferentes harinas obtenidas, determinados por el RVA, mostrando que la temperatura de empastado en las muestras analizadas fue mayor, entre 68 a 89°C. La viscosidad de pico alcanzado por la harina plátano presento alta estabilidad y mayor valor de viscosidad 5214.5 cP y la más baja se obtuvo para lenteja germinada 744.0 cP. La viscosidad de caída de las diferentes harinas presentó una variación significativa, entre 656.5 y 3216.0 cP. El rompimiento de los gránulos más bajo presento la lenteja germinada 4.0 cP. La mayor viscosidad final presentó el plátano 5204.5 cP. Así mismo, el resto de las harinas presentaron alta tendencia a la retrogradación, pues sus valores estuvieron entre 1207.0 y 2233.5 cP, mientras que la quinua presento menor tendencia. Lo cual sugiere que tienen una alta resistencia a la retrogradación y por lo tanto formarían pastas estables.

- ✓ Pumacahua (2014), reporta el comportamiento de las propiedades de pasta de los harinas de quinua por el RVA, se muestra un aumento constante de 4 a 6 minutos, e iniciando inmediatamente un aumento exponencial de hasta 13 minutos y 95 °C, a excepción de la Pasankalla (PA) que tiene un período más grande antes de crecimiento exponencial, se centra las regiones donde

la amilopectina son más compactos, por lo que la entrada de moléculas de agua y, en consecuencia, aumentar el tiempo de fabricación de pasta alcanzando una viscosidad de pico de 1652 cP y con una viscosidad final de 2297 cP., la harina de la Blanca de Juli (BJ) alcanzó como viscosidad máxima y final fue 1897 cP y 1502 cP y harinas de la Salcedo INIA (SI) y Kancolla (KA) obtuvieron resultados similares. Se observó además que hubo una disminución de la viscosidad durante el enfriamiento la pasta y formación de gel de las variedades blancas y un aumento en la variedad Pasankalla (PA).

- ✓ Rome, Seema, Saxena y sukhcharn (2013), reportan el comportamiento de las propiedades de pasta de la harina de quinua determinados por RVA, mostrando que la temperatura de inicio de la gelatinización es 77.45 °C; en un tiempo comprendido entre 5.13 y 8.2 minutos de calentamiento y llegando a una viscosidad pico de 5355.0 cP; esto ocurre cuando alcanza el punto de equilibrio entre el hinchamiento y la ruptura de los gránulos de almidón al calentarse. Los lípidos y la amilosa pueden inhibir el hinchamiento de los gránulos y reducir esta propiedad. En la etapa de mantenimiento se debe mantener una agitación constante en donde la viscosidad disminuye 4173.0 cP, debido a la ruptura de los gránulos hinchados por la agitación, logrando el rompimiento de 526.0 cP, el cual permite conocer el grado de desintegración de los gránulos de almidón hinchados, luego la pasta fría a 50°C recupera su viscosidad final de 4699.0 cP, esto da a conocer la capacidad del material para formar una pasta viscosa obteniendo una retrogradación de 1182.0 cP, de las moléculas de amilosa que se produce durante el enfriamiento.
- ✓ Cuadros (2009), reporta que la harina refinada, semolina y la sémola de quinua de las variedades sajama y blanca de Juli, donde la sémola de blanca de Juli sobresale por presentar un elevado % de proteínas, carbohidratos, lípidos, fibra, ceniza y humedad, 14.60 %, 67.22 %, 6.24 %, 2.2 %, 3.79 % y 3.01 % respectivamente, y en cuanto al rendimiento de la harina refinada, semolina y sémola sobresale la variedad sajama presentando un porcentaje mayor 44.80 %, 17.20 % y 27.50 % respectivamente y observándose claramente una diferencia con la blanca de Juli.

- ✓ Espinoza (2008), reporta la viscosidad de la harina de plátano, mango y maíz normal determinados mediante análisis rápido de viscosidad, donde las temperaturas de empastado de las harinas fue 79.3, 71.3 y 84.3 °C, y las viscosidades pico alcanzados fueron de 2589.6 cP, 2329.2 cP y 1797.6 cP, de rompimiento 402.0 cP, 602.4 cP, y 819.6 cP, y con viscosidad final 3884.4 cP, 2869.2 cP y 1741.2 cP respectivamente, se encontró, que la estructura fina de la amilopectina está relacionada con las propiedades fisicoquímicas de las harinas de mango, plátano y maíz normal.

- ✓ Meyhuay (2000), reporta la composición química de las diferentes fracciones obtenidas en la molienda como harina fina, sémola y afrecho, de dos variedades de quinua, donde la humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos se obtuvo de 12.34, 7.70, 4.30, 0.69, 1.50 y 73.47 % respectivamente en cuanto a la harina fina, y en cuanto a la sémola de 12.20, 11.61, 6.32, 2.02, 2.41 y 65.41 % respectivamente, y del afrecho se obtuvo el 11.88, 14.25, 7.70, 4.50, 3.30 y 58.37 % respectivamente, todo esto de la variedad cancolla. Y en cuanto a la variedad de sajjama se ha obtenido los siguientes porcentajes, 9.67, 11.50, 5.50, 1.20, 1.80 y 70.3 % respectivamente esto de la harina fina, y aun de la sémola son 9.11, 13.85, 5.82, 2.32, 2.15 y 66.73 % respectivamente y por ultimo del afrecho se obtuvo el 8.99, 13.80, 5.70, 2.80, 2.20 y 66.60 % respectivamente.

2.2. La quinua

La quinua es una planta herbácea de ciclo anual de la familia de las *Chenopodiáceas* que alcanza un tamaño de 1 a 3 m de altura, dependiendo de la variedad, ecotipo, y de las condiciones ambientales, sus semillas son bastante pequeñas de alrededor de 1.5 hasta 2.6 mm de diámetro de acuerdo a la variedad, se encuentran en racimos grandes al final de las ramificaciones, y se caracteriza por tener mayor plasticidad genética, tolerante a suelos salinos, resistencia a temperaturas -8°C hasta 38°C y a la poca disponibilidad de agua (Tapia y Fries. 2007). La clasificación actual de la planta en estudio se muestra a continuación según (Mujica, Izquierdo, y Marathee, 2001).

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Archiclamidea

Orden: Centrosperma

Familia: Chenopodioideae

Género: *Chenopodium*

Sección: Chenopodia

Sub sección: Cellullata

Especie: *Chenopodium quinoa Willd*

Fuente: Mujica, Izquierdo y Marathee (2001).

2.2.1. Descripción botánica

La quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, que alcanza una altura de 0.2 a 3.0 m, las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios entre estos. Con tallo principal recto puede ser ramificado o no, depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas. La raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas. Empieza con raíz pivotante terminando en raíz ramificado con una longitud de 25 a 30 cm según el ecotipo, la profundidad del suelo y la altura de la planta. Las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas. Su color va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta, según la naturaleza y la importancia de los pigmentos. Son dentadas en el borde pudiendo tener hasta 43 dientes. La inflorescencia es racimosa y se denomina panoja por tener un eje principal más desarrollado. El fruto es un aquenio indehisciente, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo, de coloración variable y contiene una sola semilla, que puede alcanzar de 1.8 hasta 2.6 mm de diámetro de acuerdo a la variedad, la cual se desprende con facilidad a la madurez y en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección citado por (FAO, 2011).

2.2.2. Morfología del grano

El grano presenta tres partes bien definidas que son: Episperma, embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa denominado pericarpio de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida, está constituida por un solo estrato de células (Mujica *et al.*, 2001).

El embrión está formado por dos cotiledones y la radícula, constituye el 34% del volumen total de la semilla el cual envuelve a la episperma como un anillo, con una curvatura de 320 grados, es de color amarillento mide 3.54 mm de longitud y 0.36 mm de ancho, y en el endospermo se encuentran las prolaminas y las glutelinas; en todo ello se encuentra la mayor cantidad de proteína y lípidos que alcanza el 95 % del grano total (Carrillo, 1992), mientras que en el perisperma solo del 6.3 al 8.3% de la proteína total del grano (Ayala, 1977).

El perisperma es el principal tejido de almacenamiento y está constituido mayormente por granos de almidón, es de color blanquecino y representa aproximadamente el 60% de carbohidratos y de la superficie de la semilla, sus células son grandes de mayor tamaño que las del endospermo, de forma poligonal con paredes delgadas, rectas y con grandes agregados de almidón, estos agregados están compuestos por miles de gránulos de almidón individuales, de forma hexagonal en la mayoría de los casos (Mujica *et al.*, 2001). En donde se muestra claramente en la figura 1, con un grano entero (izquierda) y con un corte sección media longitudinal (derecha).

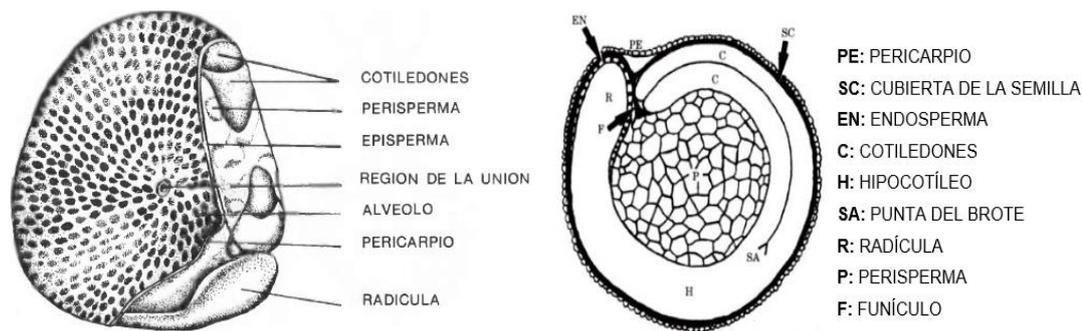


Figura 1. Estructura del grano de quinua.

Fuente: Prego, Maldonado y Otegui (1998).

2.2.3. Propiedades nutricionales

Las bondades peculiares del cultivo de la quinua están dadas por su alto valor nutricional. El contenido de proteína de la quinua varía entre 13.81 y 21.9% dependiendo de la variedad. Debido al elevado contenido de aminoácidos esenciales de su proteína, la quinua es considerada como el único alimento del reino vegetal que provee todos los aminoácidos esenciales, que se encuentran extremadamente cerca de los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO (FAO, 2011). Su composición del valor nutritivo de la quinua se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición del valor nutritivo del grano de quinua.

Componentes (%)	g /100 g parte comestible
Proteínas	13.00
Carbohidratos	71.00
Grasas	6.10
Azúcar	----
Hierro	5.20
Calorías	350.00
Fibra cruda	3.80
Ceniza	3.06
Humedad	12.50

Fuente: FAO (2011).

Una característica fundamental de la quinua es que el grano, las hojas y las inflorescencias son fuentes de proteínas de muy buena calidad, la calidad nutricional del grano es importante por su contenido y calidad proteínica, siendo

rico en los aminoácidos esenciales menos encontrados en las distintas fuentes alimenticias son la lisina, triptófano y metionina; dichos alimentos se encuentran solamente en los productos cárnicos y lácteos. Por tal razón, la quinua es un alimento con un gran potencial en el valor nutritivo ya que contiene estos aminoácidos, además de vitaminas del complejo B, C y E. Y minerales, muy superior a la de los cereales clásicos, en particular en fósforo, calcio, potasio y hierro a diferencia de otros cereales (Cerón, 2002).

Las múltiples características de la quinua hacen de éste un alimento natural que ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, es fácil de digerir, no contiene colesterol y por ende no forma grasas en el organismo, forma una dieta completa y balanceada y se presume que ayuda a prevenir enfermedades como la osteoporosis, el cáncer de mama, las enfermedades al corazón y entre otras (Zamudio, 2003).

La excepcional riqueza en aminoácidos que tiene la quinua se observa en la Tabla 2, le confiere propiedades terapéuticas muy interesantes. Y ello porque la biodisponibilidad de la lisina de la quinua (aminoácido esencial más abundante en sus semillas). Este aminoácido mejora la función inmunitaria al colaborar en la formación de anticuerpos, favorece la función gástrica, colabora en la reparación celular, participa en el metabolismo de los ácidos grasos, ayuda al transporte y absorción del calcio e, incluso, retarda o impide junto con la vitamina C las metástasis cancerosas, por mencionar sólo algunas de sus numerosas actividades terapéuticas. Por lo que respecta a los aminoácidos “no esenciales” la quinua contiene más del triple de histidina que el trigo, sustancia que sí es en cambio esencial en el caso de los bebés ya que el organismo no la puede sintetizar hasta ser adultos por lo que es muy recomendable que los niños la adquieran mediante la alimentación, especialmente en épocas de crecimiento. Además tiene una acción ligeramente antiinflamatoria y participa en el sistema de respuesta inmunitaria (FAO, 2011).

La lisina que es uno de los aminoácidos más escasos en los alimentos de origen vegetal, se muestra en la quinua en una proporción de 6.6 % que al menos duplica la contenida en los otros cereales. Esta ha sido la base para considerar el reemplazo de las harinas de trigo con quinua a fin de ofrecer un alimento popular con un mejor contenido de este importante aminoácido (Tapia, Gandarilla y Alandias, 1979).

Tabla 2. Aminoácidos en el grano de quinua.

Aminoácidos (%)	g / 100 g proteínas
Arginina	7.4
Fenilamina	5.3
Histidina	4.6
Isoleucina	7.0
Leucina	7.3
Lisina	8.4
Metionina	5.5
Treonina	5.7
Triptófano	1.2
Valina	7.6

Fuente: IESN (2001).

La quinua presenta también contenidos grasos. Estudios realizados en el Perú al determinar el contenido de ácidos grasos encontraron que el mayor porcentaje de ácidos grasos presentes en este aceite es el Omega 6 (ácido linoleico), siendo de 50.24% para quinua. El Omega 9 (ácido oleico) se encuentra en segundo lugar, siendo 26.04% para aceite de quinua. Los valores encontrados para el Omega 3 (ácido linolénico) son de 4.77 %, seguido del ácido palmítico con 9.59 %. Así mismo de ácidos grasos en pequeña proporción, como el ácido esteárico y el eicosapentaenoico. Además, la quinua ayuda a reducir el colesterol LDL (o colesterol malo) del organismo y elevar el colesterol HDL (o colesterol bueno) gracias a su contenido en ácidos grasos omega 3 y omega 6 (FAO, 2011).

Así mismo, la quinua también tiene un contenido de carbohidratos entre un 58 y 68 % de almidón y un 5 % de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra (Llorente, 2008).

El almidón se encuentra en forma de gránulos, y cada especie tiene tamaño y forma característicos, los gránulos del almidón de la quinua tienen un diámetro de 2 μ m, siendo más pequeños que los granos comunes, tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación. Estos almidones podrían ofrecer una alternativa interesante para sustituir almidones modificados químicamente (Rojas, Pinto, Soto y Alcocer, 2010).

Por otro lado se tiene a los minerales, La quinua es un alimento muy rico en calcio, fácilmente absorbible por el organismo, por lo que su ingesta ayuda a evitar la

descalcificación y la osteoporosis. El contenido de calcio en la quinua se encuentra entre 46 a 340 mg/100 g de materia seca. Además, este mineral es responsable de muchas funciones estructurales de los tejidos duros y blandos del organismo, la secreción celular y la coagulación sanguínea. Por esta razón el calcio es un componente esencial de la alimentación. También se puede encontrar el Magnesio, que es un componente y activador de muchas enzimas, especialmente aquellas que transforman fosfatos ricos en energía, además, es un estabilizador de los ácidos nucleicos y de las membranas. Además, la quinua contiene Hierro, Potasio Fósforo Zinc Manganeso como se muestra en la Tabla 3, y pequeñas cantidades de Cobre y de Litio (FAO, 2011).

Tabla 3. *Minerales en el grano de quinua.*

Minerales (%)	Mg / 100 g quinua
Potasio	563.00
Fosforo	457.00
Calcio	47.00
Magnesio	197.00
Zinc	3.10
Sodio	5.00
Hierro	4.57

Fuente: Capelo (2011).

Respecto a las vitaminas, como se muestra en la Tabla 4, la quinua presenta la vitamina A, que es importante para la visión, el desarrollo embrionario, la respuesta inmunitaria, el gusto, la audición, el apetito y el desarrollo, está presente en la quinua en 0.53 mg/100 g de materia seca. Mientras la vitamina E tiene propiedades antioxidantes e impide la peroxidación de los lípidos, contribuyendo de esta forma a mantener estable la estructura de las membranas celulares y proteger al sistema nervioso, se encuentra en 5.90 mg de vitamina E/100 g de materia seca. Además la tiamina o vitamina B1 se encuentra distribuida en el pericarpio del grano de quinua y su contenido está en 0.60 mg/100 g de materia seca (Ayala, Ortega y Moron, 2004).

Tabla 4. Vitaminas en el grano de quinua.

Vitaminas (%)	Mg / 100 g quinua
Vit.B1 tiamina	0.36
Vit.B2 riboflavina	0.31
Vit.B6 peridoxina	0.48
Niacina	1.52
Folatos	184.00
Vit. A	0.53
Vit. E	5.30

Fuente: Capelo (2011).

2.3. Variedad

La variedad es cada uno de los grupos en que se dividen algunas especies de plantas y que se distinguen entre sí por ciertos caracteres que se perpetúan por la herencia (RAE, 2017).

Actualmente existen gran cantidad de variedades y cultivares utilizados comercialmente en la producción de quinua en cuanto al estudio se tomaron en cuenta solo las dos variedades que se incluyen en el interés.

2.4. Quinua salcedo INIA

Es una variedad obtenida del cruce de las variedades “Real Boliviana” por “Sajama”, y se adapta en zonas agroecológicas circunlacustre entre los 3800 y 3950 msnm, climas semi seco frio, precipitación fluvial de 400 a 560 mm, con temperatura de 6 °C a 17 °C en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5.5 a 7.8. Y tiene un periodo vegetativo de 150 días y con un contenido de saponina de 0.02 %. Esta variedad es requerida por la agroindustria y mercado exterior (Apaza, 2013). Su característica general del grano de quinua se presenta en la Tabla 5. Y su valor nutricional en la Tabla 6.

Tabla 5. Características del grano de quinua salcedo INIA.

Características del grano	
Aspecto del grano	Opaco
Color del perigonio	Verde
Color del pericarpio	Crema
Color del episperma	Blanco
Color del perisperma	Blanco
Forma del borde del grano	Afilado
Forma del grano	Cilíndrico
Unidad del color del grano	Bastante uniforme
Latencia de la semilla	Ausente
Diámetro del grano	2.00 mm
Rendimiento de semillas por planta	40.00 a 48.73 g
Peso de 1000 granos	3.10 a 3.70 g

Fuente: Apaza (2013).

Tabla 6. Valor nutricional de grano de quinua salcedo INIA.

Componente (%)	g /100 g quinua
Proteína	16.23
Carbohidrato	66.07
Grasa	5.20
Calorías	372.19
Fibra	1.84
Ceniza	2.00
Humedad	8.66

Fuente: Apaza (2013).

2.5. Quinua choclito

Es una variedad que se adapta en zonas agroecológicas, hasta los 3800 m s.n.m. con temperatura de 4 °C a 15 °C en suelos de textura franco y franco arenoso, son semi precoces presenta una altura de 129 cm, con una madures fisiológica de 132 días y un rendimiento de 3484 kg ha, de grano color blanco y con un contenido de saponina de 0.04 %, la efusión de esta saponina es dulce. La Agencia Agraria San Román presentó esta variedad, los que serán producidos en la provincia de San Román-Juliaca. Según el director de esta institución, Juan José Álvarez Delgado, esta variedad presenta muchas ventajas a comparación de las ya existentes, la quinua choclito tiene una rama muy gruesa y puede producir hasta medio kilo en cada rama (Agencia Agraria San Román, 2016).

En Andahuaylas se cultiva, alrededor de 3400 m s.n.m., el cual presenta una buena adaptabilidad y cultivadas en mayor cantidad, puesto que esta variedad es nueva y por ende no presenta estudios de investigación y por lo tanto no se obtiene mayor información acerca de esta variedad (MINAGRI, 2017).

2.6. Quinoa perlada

La quinoa perlada es el producto obtenido, después de los procesos de lavado con agua fría frotado y enjuagado hasta que no tenga espuma (desaponificado), secado y seleccionado en condiciones inocuas, siendo esta apta para el consumo humano y aceptado por la población, es decir libre de impurezas y sustancias antinutricionales, como es la saponina, para luego ser empacado y almacenado (Mujica *et al.*, 2006).

2.7. Molturación y molienda

Es la operación tecnológica de transformar el grano en harina. Los granos son molturados y reducidos a partículas de diferentes tamaños, para obtener la semolina, sémola y el pericarpio o salvado en forma de hojuelas y sin residuos de endospermo, la separación y clasificación de las partículas se realiza con tamizadores pudiendo obtener productos muy diferentes. El propósito de la molienda es reducir las partículas granulados del endospermo hasta obtener una harina que cumpla con las especificaciones de color, cenizas, humedad y proteína (Ponce, 2015).

2.8. Fraccionamiento

El fraccionamiento de un grano implica someter a un proceso de molturación, molienda y tamizado, con la que se logra separar las distintas fracciones del grano siendo las más importantes las siguientes:

2.8.1. Harina integral

Es el producto de la molturación y molienda del grano entero, sin separación de ninguna parte de él, con lo que se obtiene una harina granulada compuesta por partículas cuyo tamaño es muy variado y de color marrón no homogéneo. Según el Codex Alimentarius, la harina integral se obtiene de los granos totalmente maduros, sanos, no germinados y exentos de impurezas. Esta harina aporta mayor valor nutricional y una buena fuente de fibra, que la harina refinada, por lo

que la mayoría de los micronutrientes están concentrados en las capas exteriores del grano y en el germen (León y Rosell, 2007), este tipo de harina ayuda a prevenir desordenes del tracto digestivo. Por otra parte, no pueden utilizarse como ingrediente exclusivo en la fabricación de pan, y deben combinarse con harinas panificables para su uso y suele presentar problemas de enranciamiento debido a que presenta el germen y la consiguiente reducción de la vida útil de la harina (Galliard, 1986).

2.8.2. Harina refinada o harina blanca

Es el producto resultante de la molturación y molienda del cereal completamente seco, sanos, limpias y sin germinar, es de color blanquecino homogéneo, con tamaño de partículas muy finas y se le considera un alimento calórico, rico en hidratos de carbono (principalmente almidón) y presenta una gran durabilidad. En el proceso se remueve el salvado, germen y el endospermo del grano y se muele únicamente el perisperma, en donde la harina se hace más pobre en fibra, proteína, lípidos y micronutrientes por lo que se separa las partes más ricas del grano, y las vitaminas varían en función al grado de extracción de la harina (Ponce, 2015). Debido a esto, la Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996 obliga a los fabricantes a adicionar 2 mg de ácido fólico (vitamina B9) y 35 mg de hierro, por cada kilogramo de harina blanca, para compensar su pobre aporte nutricional. Y es por ello que los panes anuncian que se encuentran enriquecidos con vitaminas y minerales. Es más redituable vender la harina refinada por un lado, obtener aceite del germen y vender el salvado, por todo ello la industria alimenticia ha preferido elaborar la harina refinada (León y Rosell, 2007).

2.8.3. Sémola

La sémola es producto granular de color amarillo oscuro y estructura vítrea proveniente de la molienda del endospermo y embrión del grano maduro, sano, limpio y exento de impurezas. La calidad de la sémola se define en términos de los parámetros de control de calidad del grano, como lo son el contenido y la calidad de proteína (Gutiérrez, 2011). Un proceso de molienda perfecto separará el endospermo en forma de sémola sin la contaminación con salvado o el germen. En la práctica, esto es imposible y el nivel de contaminación en la sémola se puede medir mediante la determinación del contenido de ceniza (derivado de las capas de salvado), materia prima ideal para la fabricación de pasta (Mujica, Ortiz,

Bonifacio, Saravia y Romero, 2006). En el Codex Alimentarius establece que la sémola debe tener un contenido máximo de humedad de 13.5 % (Codex Stan 178/1991, 1991).

2.8.4. Salvado

Es la cáscara externa del endospermo del grano, producto de tamaño granuloso, es una excelente fuente de fibras, proteínas, vitaminas y minerales, sin embargo no contiene proteínas formadoras de gluten, es uno de los alimentos más útiles y más desperdiciado y al ser rico en celulosa, es un laxante natural y mejora la salud de todo el organismo, pero es importante su remoción para evitar problemas de funcionalidad de la harina (Contreras, 1997).

2.9. Características nutricionales

Son propiedades que realzan las características de un alimento, tomando en cuenta su composición química de macro y micronutrientes (Jacobsen, Mujica y Portillo, 2001). Los macronutrientes son sustancias nutritivas requeridas en grandes cantidades por el organismo humano, los cuales son proteínas, lípidos y carbohidratos, pues aportan la energía necesaria para las diversas reacciones metabólicas, así como construcción de tejidos, sistemas y mantenimiento de las funciones corporales en general; forman la mayor parte de la dieta del ser humano (aproximadamente 99 %). Los micronutrientes son principalmente las vitaminas y los minerales, en que estos son necesarios en pequeñas cantidades para el desarrollo de las funciones vitales del organismo, sin embargo su deficiencia pueden causar daños en la salud (Otero, 2012).

La disponibilidad de los nutrientes de un alimento está esencialmente determinada por su composición química (concentración de nutrientes disponibles, no disponibles y estructuras orgánicas e inhibidores a los que están ligados, que pueden limitar su biodisponibilidad). La estimación de la disponibilidad del valor nutritivo de los alimentos utilizados en la alimentación puede obtenerse por pruebas de laboratorio o evaluando el aprovechamiento de las distintas fracciones en pruebas. El análisis nutritivo de una especie, posibilita evaluar la capacidad de un área para satisfacer los requerimientos de la especie y evaluar la contribución de los diferentes tipos de alimento a la condición nutritiva (Gaciotti, 2007).

Los granos de quinoa y sus derivados presentan las siguientes características nutricionales:

2.9.1. Harina integral de quinua

Es el producto obtenido de la molienda de las semillas de quinua perlada (grano entero) desecada, sana y limpia reducida a diferentes grados de granulometría. El producto resultante debe contener todos los componentes del grano de quinua beneficiado. La harina integral de quinua se encuentra entre los principales productos obtenidos de este grano; el rendimiento de la molienda y su composición nutricional varían además en función de las condiciones en que la molienda es realizada (Cervilla y Miranda, 2015). El valor nutricional de este producto se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Valor nutricional de la harina integral de quinua y trigo.

Componentes (%)	Quinua (a)	Quinua (b)	Trigo (c)
Humedad	12.65	11.60	10.26
Proteína	13.81	13.82	13.70
Fibra cruda	4.14	3.07	12.20
Ceniza	3.36	1.60	1.60
Grasa	5.01	6.34	1.87
Carbohidrato	64.74	69.45	72.57

Fuente: Cervilla y Miranda (2015) a

Parker (2005) b

León y rosell (2007) c

2.9.2. Harina refinada de quinua

La harina refinada se obtiene a través de los procesos de molienda tras la limpieza y el acondicionamiento del grano, es de color blanquecino homogéneo, se separa el salvado, germen y el endospermo del grano y se tritura únicamente el perisperma hasta que tenga un grado adecuado de finura (Rodríguez, 2003).

La academia Liliam Aburgoch, de la universidad de chile, señalo que la harina de quinua posee una excelente calidad microbiológica y además señalo que no es apto para elaborar pan, debido a la ausencia del gluten, pero perfectamente podría usarse en la fabricación de galletas o barritas de cereal (Llerena, 2010). En la Tabla 8, se presenta el valor nutricional, de la harina refinada de quinua y trigo.

Tabla 8. Valor nutricional de la harina refinada de quinua y trigo.

Componentes (%)	Quinoa (a)		Quinoa (b)		(c)
	Sajama	Blanca de Juli	Kancolla	Sajama	Trigo
Humedad	7.44	8.07	12.34	9.67	13.36
Proteína	12.68	12.78	7.70	11.50	11.98
Fibra cruda	1.84	1.74	0.69	1.20	2.40
Ceniza	2.07	2.11	1.50	1.80	0.47
Grasa	4.10	4.13	4.30	5.50	1.66
Carbohidrato	75.90	74.69	73.47	70.30	72.56

Fuente: Cuadros (2009) a

Meyhuay (2000) b

León y rosell (2007) c

2.9.3. Sémola de quinua

La sémola es producto granular de color amarillo natural del grano proveniente de la molienda del endospermo y embrión del grano maduro, ya que por su composición es un producto de elevado valor nutricional, como se muestra en la Tabla 9, con el cual se pueden enriquecer otros productos con menor valor nutricional, como panes, cereales, barras energéticas, sopas, galletas, etc. Por otro lado, esta fracción puede utilizarse para la obtención de aislados proteicos y aceite, subproductos de gran valor agregado y para su mejor obtención se debe acondicionar el grano para la molienda (Mufari, 2015).

Tabla 9. Valor nutricional de la sémola de quinua y trigo.

Componentes (%)	Quinoa (a)		Quinoa (b)		(c)
	Sajama	Blanca de Juli	Kancolla	Sajama	Trigo
Humedad	1.98	3.01	12.20	9.11	9.9
Proteína	14.64	14.60	11.61	13.85	15.55
Fibra cruda	2.18	2.2	2.2	2.32	42.8
Ceniza	3.14	3.79	2.41	2.15	5.79
Grasa	6.22	6.24	6.32	5.82	4.25
Carbohidrato	67.75	67.22	65.41	66.73	64.51

Fuente: Cuadros (2009) a

Meyhuay (2000) b

León y rosell (2007) c

2.10. Propiedades de empastado

Permiten analizar el comportamiento de una pasta formada por harina y agua en un ciclo de calentamiento y enfriamiento. Los gránulos de almidón presentes en la harina comienzan a absorber agua iniciando el ciclo. A una temperatura determinada se da la gelatinización del almidón y por consiguiente un incremento de la viscosidad de la pasta. Sin embargo, los gránulos de almidón también comienzan a romperse, por lo que una vez alcanzado un máximo de viscosidad esta tiende a disminuir. Cuando la pasta vuelve a enfriarse el almidón se reorganiza, y como consecuencia de este fenómeno, llamado retrogradación, la viscosidad vuelve a incrementarse (León y Rosell, 2007).

Las propiedades de empastado están relacionadas con los cambios en la viscosidad aparente del almidón presente en la harina durante el ciclo, sin embargo, la temperatura de empaste varía de acuerdo a la concentración almidón-agua, el tamaño de la partícula y la forma de gránulos de almidón. Los gránulos de almidón se hinchan progresivamente cuando se calientan en agua a 60-70 °C; a temperaturas más altas, los gránulos se gelatinizan en donde se pierde birrefringencia, se desintegra el gránulo y se forma una pasta o un gel según el origen y la concentración del almidón (Acosta, 2013).

El almidón de quinua es soluble e hidrolizado en agua su temperatura de gelatinización varía de acuerdo a las variedades de quinua entre los 55 °C y 72 °C y presenta diferentes curvas de viscosidad, si la relación viscosidad pasta alcanza 95 °C la cocción del almidón es difícil, además, la pasta de almidón a 95 °C de cocción no tiene estabilidad y continua aumentando la viscosidad. La retrogradación del almidón producido por el enfriamiento de la pasta de 95 °C a 50 °C es mínima (Scarpati y Briceño, 1980).

Conocer el comportamiento de sus diferentes propiedades del almidón en los ciclos de calentamiento y enfriamiento es fundamental para aquellas aplicaciones basadas en el poder espesante de las harinas, estas a su vez van a determinar su uso. Con este propósito se han diseñado diferentes equipos y metodologías entre ellas destaca el

RVA. En ellos se simulan los diferentes procesos que pueden llegar a tener el almidón, durante su uso en la industria, inclusive durante su ciclo de vida (Acosta, 2013).

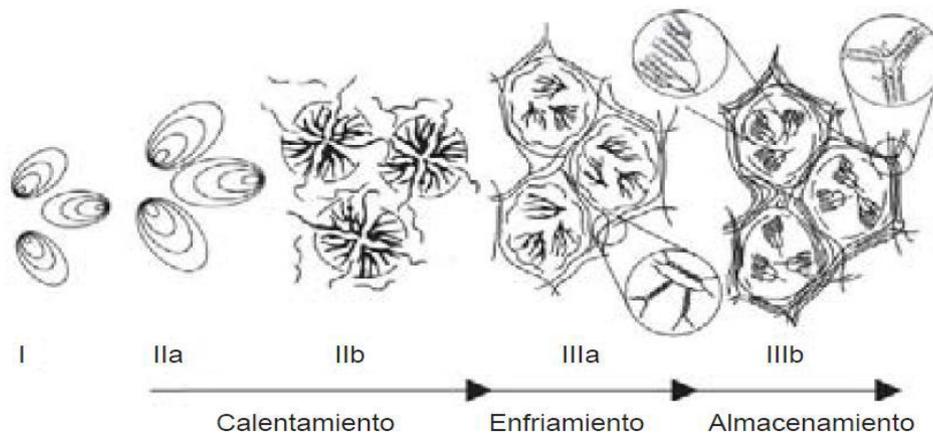
2.10.1. Gelatinización

La gelatinización es una propiedad en la cual el almidón, al estar en presencia de un solvente y calor, ocasiona una disrupción en el orden molecular dentro del gránulo, este es un proceso endotérmico que corresponde a la disociación de las moléculas de almidón, las cuales se encuentran en una conformación con doble hélice y pasan a una conformación amorfa (Srichuwong y Jane, 2007).

Los gránulos de almidón por naturaleza es insoluble en agua a temperatura ambiente, debido a la estructura semicristalina que presenta, al mezclarse en una suspensión acuosa, los gránulos absorben agua provocando un ligero hinchamiento y regresa a su tamaño original al ser sometidos al secado, este proceso es reversible antes de que se alcance la temperatura de gelatinización.

La gelatinización es la modificación que ocurre cuando los gránulos de almidón en soluciones acuosas y con la aplicación de calor, éstos se hinchan progresivamente debido a que absorben agua hasta un punto donde ocurre cambios irreversibles y desaparece la estructura ordenada (pérdida de la birrefringencia) incrementándose la solubilidad del almidón (figura 2); este comportamiento puede representarse en una curva de viscosidad, la cual puede ser obtenida por un analizador rápido de viscosidad (RVA) (Rivas, 2006).

La temperatura de gelatinización es el punto donde se pierde la estructura original y la birrefringencia del granulo de almidón; esto va aunado a un aumento de la viscosidad, en cuyo caso la velocidad está en función de la temperatura y de la humedad; ya que los gránulos tienen diferente composición y grado de cristalinidad aunque provengan de la misma fuente botánica (Badui, 2006).



I) Almidón nativo, II) Gelatinización, IIIa) Gelación, IIIb) Retrogradación.

Figura 2. Cambios en el granulo de almidón-agua.

Fuente: Correa (2012)

2.10.2. Retrogradación

La retrogradación se presenta durante el almacenamiento prolongado de las dispersiones de almidón gelatinizado. Las moléculas de almidón que, tras la gelatinización, se presentan en forma amorfa, gradualmente se reasocian formando cristales, que están compuestos por las dobles hélices del almidón. La formación de dobles hélices se debe a interacciones hidrofóbicas y puentes de hidrogeno, las cuales se forman entre las cadenas del almidón. Las moléculas de amilosa retrogradan mucho más rápido que las moléculas de amilopectina. Las formaciones de dobles hélices en las moléculas de amilosa se presentan inmediatamente después de la gelatinización debido a su estructura lineal, por lo cual, la amilosa es la responsable de los cambios reológicos iniciales de las pastas de almidón. Por su parte, la retrogradación de la amilopectina es más lenta, y puede presentarse a lo largo de días o semanas, debido a su estructura altamente ramificada. La velocidad de retrogradación depende de varios factores como: la longitud de las cadenas de la amilopectina, de la concentración de lípidos y derivados monoéster y fosfatos (Espinoza, 2008).

2.11. Analizador rápido de viscosidad (RVA)

El RVA es un viscosímetro que cocina y agita muestras (mezcla de harina y agua) con perfiles de variables de temperatura y velocidad, optimizados para evaluar las

propiedades viscosas de almidones, granos, harinas y alimentos. A partir de una cantidad mínima de harina (3 gramos), a la cual se le adiciona agua, y utilizando protocolos internacionales en materia de mezclado, medición, calentamiento y enfriamiento de la muestra, se obtienen gráficas en tiempo real que indican la curva de viscosidad, es decir el tiempo que se tarda la harina en transformarse en una pasta cocida, la temperatura a la que se da esta transformación y el comportamiento de la pasta a medida que se enfría (Pineda *et al.*, 2012). La Figura 3, muestra un perfil de viscosidad aparente de un RVA, en la cual se observa los parámetros como el pico de viscosidad y el tiempo en que se obtiene, así como la temperatura de formación de pasta o viscosidad final antes del rompimiento o caída de la viscosidad (Rivas, 2006). Los parámetros que se obtienen de esta técnica se describen a continuación (Álvarez 2014).

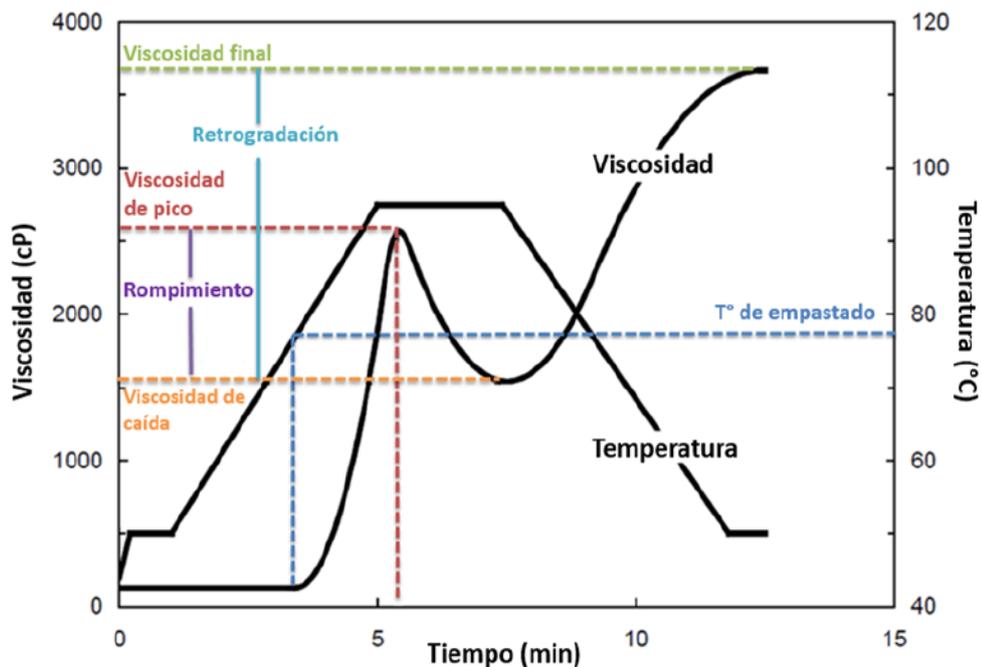


Figura 3. Curva típica de analizador rápido de viscosidad RVA.

Fuente: Álvarez (2014)

- Temperatura de gel o empaste (pasting temperature) (°C): Algunos autores la asumen como la temperatura de gelatinización, es la temperatura a la cual los granos de almidón están absorbiendo agua y están empezando el proceso de hinchamiento.

- Viscosidad de pico (peak viscosity) (cP): es la viscosidad máxima durante el calentamiento y enfriamiento a 95 °C. indica la capacidad de retención de agua del almidón; en este punto se rompe el granulo de almidón y la viscosidad empieza a descender.
- Viscosidad de caída (trough) (cP): es el menor valor de la viscosidad antes de iniciar la retrogradación. Se produce al final del tramo de temperatura constante, antes de comenzar el enfriamiento.
- Rompimiento (breakdown) (cP): es la diferencia entre la viscosidad de pico y la viscosidad de caída que se produce a una temperatura constante. Se debe al rompimiento del granulo de almidón y a la caída de viscosidad.
- Viscosidad final (final viscosity) (cP): es la viscosidad máxima durante la retención a 50 °C después el enfriamiento. Cuando la pasta se enfría, el almidón se reorganiza y la consistencia aumenta nuevamente.
- Retrogradación (setback) (cP): es la diferencia entre la viscosidad final y la de caída.

Estas pruebas son de suma importancia para la definición de las características finales del producto, como para los cálculos de gasto energético y para tomar importantes decisiones de tipos de mezclas a formular y para estudiar efectos y dosificación apropiada de insumos y así determinar importantes parámetros de procesamiento en la industria (Pérez, 2013). Además, la temperatura de gelatinización afecta la expansión de las masas panarias durante el horneado, mientras que la retrogradación es una de las causas principales del endurecimiento del pan (León y Rosell, 2007).

Existen trabajos en los cuales se utiliza el RVA para estudiar las propiedades y el comportamiento de una pasta, formado por harina y agua en un ciclo de calentamiento y enfriamiento, que generan perfiles de gelatinización; durante la fase de calentamiento, se registra un aumento de viscosidad, como indicativo de que los gránulos de almidón presentes en la harina comienzan absorber agua e hincharse. Durante la fase de calentamiento y a una temperatura determinada se da el inicio de la gelatinización del almidón (formación de pasta) y por consiguiente un incremento de la viscosidad, alcanzado un pico de viscosidad, lo cual indica que los gránulos se han hinchado por completo; lo más habitual es calentar la

mezcla hasta 95 °C, y mantener por un tiempo a esta temperatura, para luego enfriar a 50 °C (Gallagher, 2009).

Los gránulos de almidón también comienzan a romperse, por lo que una vez alcanzado un máximo de viscosidad esta tiende a disminuir debido al rompimiento de los gránulos hinchados, por último en la fase de enfriamiento, los gránulos de almidón empiezan a reorganizarse, y como consecuencia de este fenómeno, llamado retrogradación, la viscosidad vuelve a incrementarse, el cual es conocido también como la viscosidad de recuperación (León y Rosell, 2007).

A continuación se citan algunos trabajos que se han realizado para evaluar las propiedades viscosas de almidones presentes en las harinas mediante el RVA, como se presenta en la tabla 10.

Tabla 10. Propiedades de empastado (RVA) de las distintas harinas obtenidas.

Harinas	Parámetro					
	Temperatura de empastado (°C)	Viscosidad de pico (cP)	Viscosidad de caída (cP)	Rompimiento (cP)	Viscosidad final (cP)	Retrogradación (cp)
Trigo ^(a)	68.5±0.04	2037.0±0.00	1374.0±7.07	663.0±7.07	2581.0±5.66	1207.0±1.41
Ahuyama ^(a)	50.5±0.04	1619.0±1.41	656.5±2.12	962.5±0.71	2890.0±1.41	2233.5±0.71
Arroz ^(a)	72.6±0.07	4413.5±6.36	2153.5±2.12	2260.0±8.49	3872.5±7.78	1719.0±5.66
Plátano ^(a)	78.3±0.04	5214.5±0.71	3216.0±1.41	1998.5±0.71	5204.5±0.71	1988.5±2.12
Quinua ^(a)	89.7±0.01	1814.5±2.12	1663.5±0.71	151.0±1.41	1388.5±0.71	-275.0±0.00
Lenteja ^(a)	83.2±0.02	819.0±1.41	731.0±1.41	88.0±0.00	1191.0±1.41	460.0±0.00
Lenteja G ^(a)	76.7±0.01	744.0±1.41	740.0±1.41	4.0±0.00	1162.0±1.41	422.0±0.00
Garbanzo G ^(a)	77.5±0.04	1464.0±1.41	1384.0±2.12	79.5±0.71	2670.0±1.41	1285.5±0.71
Quinua SI ^(b)	58.3	1734±53	1650±47	-----	1391±46	-----
Quinua KA ^(b)	64.7	1797±27	1687±27	-----	1363±33	-----
Quinua BJ ^(b)	58.3	1897±23	1769±14	-----	1502±29	-----
Quinua PA ^(b)	58.3	1652±53	1530±58	-----	2297±116	-----
Quinua SI ^(c)	65.50	297	298	-1.0	406	108
Quinua con tratamiento ^(c)	66.60	434	436	-2.0	491	55
Quinua ^(d)	77.45	5355.00	4173.00	526.00	4699.00	1182.00
Maíz normal ^(e)	84.3±0.8	1797.6±0.5	-----	819.6±0.8	1741.2±0.7	763.2±1.0
mango ^(e)	71.3±0.2	2329.2±3.3	-----	602.4±3.4	2869.2±2.7	1142.4±2.0
Plátano ^(e)	79.3±0.3	2589.6±2.7	-----	402,0±2.2	3884,4±6.3	1696.8±5.4

Fuente: Álvarez (2014) ^a Romee, Seema, Saxena y Sukhcharn (2013) ^d
Pumacahua (2014) ^b Espinoza (2008) ^e
Guzmán (2017) ^c

2.12. Viscosidad

Cuando una suspensión acuosa de almidón es calentada por encima de la temperatura de gelatinización, los gránulos de almidón absorben agua y se hinchan progresivamente, incrementando su volumen. El continuo calentamiento produce el aumento considerable de viscosidad, la viscosidad depende del tamaño y la forma del granulo, el cual incide en el aumento de la solubilidad de las moléculas en el agua y en la estabilidad de la viscosidad (Hwang y Kokini, 1992).

CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

En la presente investigación, el molido de la quinua se realizó en la empresa molinera “El triunfo” del distrito de Andahuaylas, y en el laboratorio de Física de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial (EPIA) de la Universidad Nacional José María Arguedas, sede Santa Rosa del distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, Región Apurímac. Los análisis de las características nutricionales se realizaron en el laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno y las propiedades de empastado se realizaron en el laboratorio de Procesos Industriales de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

3.2. Material de estudio

Para la investigación se tuvo como material de estudio la harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (salcedo INIA y choclito), los cuales fueron cosechados entre los meses de mayo y junio del 2017, estas variedades, fueron adquiridos de la Cooperativa de Machupicchu, ubicado en el Distrito de San Jerónimo, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac.

3.2.1. Universo y/o población

Se consideró como población a la harina refinada y sémola de las variedades de quinua (salcedo INIA y choclito), procedentes de la comunidad de Osccollopampa, distrito de Talavera y de la comunidad de Huinchos, Distrito y provincia de Andahuaylas, Región Apurímac; en cantidades de 2.5 kg por variedad, los cuales fueron proporcionada por la Cooperativa Machupicchu.

3.2.2. Muestra

Para obtener la muestra se realizó un muestreo estratificado, esto consistió en seleccionar los granos de quinua que cuenten con las siguientes características: maduros, seco, libre de impurezas y sobre todo que sean de la misma variedad en mención. Una vez obtenido los granos de quinua con las características mencionadas, se realizó un muestreo aleatorio simple, el cual consistió en tomar muestras al azar de 2 kg por variedad.

3.3. Equipos, materiales y reactivos de laboratorio

En las siguientes tablas se muestran los equipos, materiales y reactivos utilizados en la investigación.

3.3.1. Equipos de laboratorio

- Balanza analítica ENTRIS, sensibilidad de 0.01 mg
- Estufa a 103 ± 2 °C GERMANY Capacidad 14 L, procedencia Alemania
- Equipo de Kjeldahl VELP
- Mufla a 550 ± 25 °C NUMAK
- Equipo de Soxhlet KIMAX
- pH metro LOVIBOND
- Analizador rápido de viscosidad (RVA)-Serie 4 -Newport Scientific Australia
- Molino de martillo VOGES, 12,5/9 hp/kw 1765 rpm

3.3.2. Materiales de laboratorio

- Cápsula de vidrio FORTUNA
- Desecador con deshidratante adecuado FORTUNA
- Manto calefactor DURAN
- Aparato de calentamiento a reflujo FISCHER
- Crisoles de porcelana VER
- Dispositivo de succión al vacío THOMAS
- Embudo bunchner de polipropileno BRAND
- Tamiz ZONYTEST de malla N° 70 de 210 micrones
- Placa calefactora de 200 mL KARTELL
- Baño termorreguladora ICSA
- Papel filtro MACHEREY NGEL 589/2 (Watman - 40).
- Vasos de precipitado 100 y 250 mL FORTUNA
- Placas Petri FORTUNA
- Probetas 100 mL FORTUNA
- Recipientes de plástico de 3 kg REY
- Baldes de plástico de 8 L REY
- Rotulador FAVER – CASTELL

3.3.3. Reactivos de laboratorio

- Ácido sulfúrico concentrado
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio
- Sulfato cúprico.
- Solución de hidróxido de sodio al 15 %. Disolver 150 g de NaOH y completar a 1 L.
- Solución de ácido sulfúrico 0.1 N. Tomar 2.7 mL de H₂SO₄. Y completar a 1 L, luego estandarizar con Na₂CO₃ anhidro.
- Solución de hidróxido de sodio al 30 %. Disolver 300 g de NaOH y completar a 1 L.
- Solución indicadora de rojo de metilo al 1 % en etanol. Disolver 1 g de rojo de metilo en 100 mL de etanol (95 %).
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N. Tomar 4 g de NaOH y enrasar a 1 L con agua recientemente hervida y enfriada. Valorar con ácido succínico.
- Ácido bórico al 3 %. Disolver 30 g de ácido bórico y completar a 1 L.
- Indicador de Tashiro: rojo de metilo al 0.1 % y azul de metileno al 0.1 % en relación de 2:1, en alcohol etílico.
- Solución de ácido clorhídrico 0.1 N. Tomar 8.3 mL de HCl y enrasar a 1 L. Valorar con Na₂CO₃ anhidro.
- Solución de ácido sulfúrico 0.255 N (1.25 g de H₂SO₄ / 100 mL). La concentración debe ser chequeada por titulación.
- Solución de hidróxido de sodio 0.313 N (1,25 g de NaOH / 100 de agua libre de Na₂CO₃). La concentración debe ser chequeada por titulación.
- Silicona antiespumante
- Etanol al 95%.
- Éter de petróleo P.E. 40-60 °C
- Éter de petróleo P.E. 40-60 °C
- Éter etílico P.E. 40-60 °C

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Método para determinar las características nutricionales

Las características nutricionales se determinaron conforme lo establecen los métodos de la AOAC (1990) descritas en las normas técnicas NTP (2013) del INDECOPI harina de quinua y sucedáneos, las que se detallan.

3.4.1.1. Determinación de humedad (método AOAC 945.15)

Procedimiento:

- ✓ estufa Se colocó la cápsula destapada y la tapa durante al menos 1 hora en la a la temperatura de secado del producto.
- ✓ Se empleó pinzas para trasladar la cápsula tapada al desecador y dejar enfriar durante 30 a 45 min. Se pesó la cápsula con tapa con una aproximación de 0.1 mg. Registrado (M1).
- ✓ Se pesó 5 g harina refinada y sémola independientemente previamente homogeneizada. Registrado (M2).
- ✓ Se colocó la muestra pesadas en lunas de reloj a 105 °C x 5 horas.
- ✓ Se tapó la cápsula con la muestra, se sacó de la estufa, se enfrió en desecador durante 30 a 45 min.
- ✓ Se repitió el procedimiento de secado por una hora adicional, hasta que las variaciones entre dos pesadas sucesivas no excedan de 5 mg (M3).

Cálculo

La humedad del producto expresada en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ humedad} = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100 \dots \dots \dots \text{ec (1)}$$

Donde:

M1: masa de la cápsula vacía y de su tapa, en gramos

M2: masa de la cápsula tapada con la muestra antes del secado, en gramos

M3: masa de la cápsula con tapa más la muestra desecada, en gramos

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con dos decimales.

Repetibilidad: La diferencia de los resultados no debe ser superior al 5% del promedio.

3.4.1.2. Determinación de proteínas (método AOAC 992.23)

Procedimiento

- ✓ Se efectuó un ensayo en blanco usando una sustancia orgánica sin nitrógeno (sacarosa) que sea capaz de provocar la reducción de los derivados nítricos y nitrosos eventualmente presentes en los reactivos.

- ✓ Se pesó al 0.1 mg alrededor de 1 g de muestra homogeneizada (M) en un matraz de digestión Kjeldahl.
- ✓ Se agregó 3 perlas de vidrio, 10 g de sulfato de potasio o sulfato de sodio, 0.5 g de sulfato cúprico y 20 mL de ácido sulfúrico.
- ✓ Se conectó el matraz a la trampa de absorción que contiene 250 mL de hidróxido de sodio al 15 %. El disco poroso produce la división de los humos en finas burbujas con el fin de facilitar la absorción y para que tenga una duración prolongada se limpió con regularidad antes del uso. Los depósitos de sulfito sódico se eliminan con ácido clorhídrico. Cuando la solución de hidróxido de sodio al 15 % adicionada de fenolftaleína contenida en la trampa de absorción permanece incolora debe ser cambiada (aprox. 3 análisis).
- ✓ Se calentó en manta calefactora y una vez que la solución esté transparente, dejar en ebullición 15 a 20 min más. Si la muestra tiende a formar espuma agregar ácido esteárico o gotas de silicona antiespumante y comenzar el calentamiento lentamente.
- ✓ Se enfrió y se agregó 200 mL de agua.
- ✓ Se conectó el matraz al aparato de destilación, agregando lentamente 100 ml de NaOH al 30 % por el embudo, y cerrar la llave.
- ✓ Se destiló no menos de 150 mL en un matraz que lleve sumergido el extremo del refrigerante o tubo colector en:
 - a) 50 mL de una solución de ácido sulfúrico 0.1 N, 4 a 5 gotas de rojo de metilo y 50 mL de agua destilada. Asegurar un exceso de H_2SO_4 para que se pueda realizar la retrotitulación. Se tituló el exceso de ácido con NaOH 0.1 N hasta color amarillo.
 - b) 50 ml de ácido bórico al 3 %.se tituló con ácido clorhídrico 0.1 N hasta pH 4.6 mediante un medidor de pH calibrado con soluciones tampón pH 4 y pH 7, o en presencia del indicador de Tashiro hasta pH 4.6, cada cierto tiempo es necesario verificar la hermeticidad del equipo de destilación usando 10 mL de una solución de sulfato de amonio 0.1 N (6.6077 g/L), 100 ml de agua destilada y 1 a 2 gotas de hidróxido de sodio al 30 % para liberar el amoníaco, así como también verificar la recuperación destruyendo la materia orgánica de 0.25 g de Tirosina. El contenido teórico en nitrógeno de este producto es de 7.73 %. Debe recuperarse un 99.7 %.

Cálculo

$$\% N = \frac{14 \times N \times V \times 100}{M \times 1000} \dots \dots \dots \text{ec (2)}$$

$$\% \text{ proteína} = \frac{14 \times N \times V \times 100 \times \text{factor}}{M \times 1000} \dots \dots \dots \text{ec (3)}$$

Donde:

V : 50 mL H₂SO₄ 0.1 N - gasto NaOH 0.1 N o gasto de HCl 0.1 N

M : masa de la muestra, en gramos

Factor: 5.7: para cereales y derivados

Repetibilidad: La diferencia entre los resultados de dos determinaciones efectuadas una después de otra, por el mismo analista, no debe exceder 0.06 % de nitrógeno o 0.38 % de proteína.

3.4.1.3. Determinación de fibra cruda (método AOAC 945.38)

Procedimiento

- ✓ Se pesó 0.1 mg alrededor de 2 g de muestra preparada y se transfirió al matraz del aparato de calentamiento a reflujo.
- ✓ Se agregó 1.5 a 2 g de fibra cerámica preparada.
- ✓ Se agregó 200 mL de H₂SO₄ 0.255 N, hirviendo, gotas de antiespumante y perlas de vidrio.
- ✓ Se conectó el aparato de calentamiento a reflujo y hervir exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.
- ✓ Se desmontó el equipo y se filtró a través del embudo Buchner tipo California.
- ✓ Se lavó con 50 a 75 mL de agua hirviendo, repitiendo el lavado con 3 porciones de 50 mL de agua hasta que cese la reacción ácida.
- ✓ Se retornó el residuo al aparato de calentamiento a reflujo y se hirvió exactamente durante 30 minutos, rotando el matraz periódicamente.
- ✓ Se lavó con 25 mL de H₂SO₄ 0.255 N, hirviendo, con 3 porciones de 50 mL de agua hirviendo y con 25 mL de etanol al 95 %.
- ✓ Se removió el residuo y se transfirió al crisol.
- ✓ Se secó en estufa a 130 + 2 °C por 2 horas, se enfrió en desecador y se pesó.

- ✓ Se Incineró 30 minutos a 600 + 15 °C, se enfrió en desecador y se pesó.
- ✓ Se determinó un blanco en las mismas condiciones que la muestra.

Cálculo

% fibra cruda en muestra molida = C = (pérdida de peso en la incineración - pérdida de peso del blanco de fibra cerámica) x 100/ peso de la muestra.

La humedad del producto expresada en porcentaje, es igual a:

$$\% \text{ fibra cruda (BH)} = \frac{C \times 100 - \% \text{ HMO}}{100} \dots \dots \dots \text{ec (4)}$$

Donde:

BH: base húmeda

HMO: humedad muestra original

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con dos decimales.

Repetibilidad: La diferencia de los resultados no deberá ser superior al 5 % del promedio.

Informar el % de fibra al 0.1 %, sobre la base de la muestra original considerando que ha sido desgrasada en el caso de contener más de 1 % de grasa.

3.4.1.4. Determinación de cenizas totales (método AOAC 923.03)

Procedimiento

- ✓ Se pesó al 0.1 mg en una cápsula previamente calcinada y tarada (M0) 2 gramos de muestra homogeneizada (M1).
- ✓ Se precalcinó previamente la muestra en placa calefactora, evitando que se inflame, luego se colocó en la mufla y se incineró a 550 °C por 8 horas, hasta cenizas blancas o grisáceas. se preenfrió en la mufla apagada y si no se logran cenizas blancas o grisáceas, humedecerlas con agua destilada, secar en el baño de agua y someter nuevamente a incineración.
- ✓ Se dejó enfriar en desecador, se pesó (M2)
- ✓ se mezcló cuidadosamente y completamente la muestra con la arena, mediante la varilla de vidrio.

Cálculo

$$\% \text{ cenizas totales} = \frac{M2 - M0}{M1 - M0} \times 100 \dots \dots \text{ec (5)}$$

Donde:

M2: masa en gramos de la cápsula con las cenizas

M1: masa en gramos de la cápsula con la muestra

M0: masa en gramos de la cápsula vacía

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con 2 decimales.

Repetibilidad: La diferencia de los resultados no debe ser superior al 2 % del promedio.

3.4.1.5. Determinación de materia grasa (método AOAC 945.38)

Procedimiento

- ✓ En muestras con mucha humedad homogeneizar y secar a 103 + 1 °C en estufa de aire considerando el tipo de muestra.
- ✓ Se molió y se pasó por tamiz de malla de 1 mm
- ✓ Se pesó en duplicado 2 a 5 gramos de muestra preparada en el dedal de extracción o papel filtro previamente pesado y tapado con algodón desgrasado. Registrar (M)
- ✓ Se secó el matraz de extracción por 30 min a 103 + 2 °C.
- ✓ Se pesó el matraz de extracción. Registrar (M1)
- ✓ Se colocó el matraz de extracción en el sistema soxhlet el dedal en el tubo de extracción y se adicionó el solvente al matraz.
- ✓ Se sacó la muestra con el solvente por 6 a 8 horas a una velocidad de condensación de 3-6 gotas/seg.
- ✓ Una vez terminada la extracción se eliminó el solvente por evaporación en rotavapor o baño María bajo campana. Hasta que no se detectó olor a éter.
- ✓ Se secó el matraz con la grasa en estufa a 103 + 2 °C por 10 min, se enfrió en desecados y se pesó. Registrar M2.

Cálculo

$$\% \text{ grasa cruda} = \frac{M2 - M1}{M} \times 100 \dots \dots \text{ec (6)}$$

Donde:

M: peso de la muestra

M1: tara del matraz solo

M2: peso matraz con grasa

$$\% \text{ grasa cruda (BS)} = \% \text{ grasa cruda} \times \frac{100}{100 - \% \text{ humedad}} \dots \dots \text{ec (7)}$$

Los resultados se informan en % de materia grasa en base seca o húmeda promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con 2 decimales.

Repetibilidad: La diferencia de los 2 resultados no debe ser superior al 2 % del promedio.

3.4.1.6. Determinación de carbohidratos totales

Se calculó por diferencia al 100 % como el extracto libre de nitrógeno, una vez determinado el resto de los componentes, según MS – INN (Collazos, 1993).

3.4.2. Método para determinar las propiedades de empastado

Las propiedades de empastado, fueron determinadas con el analizador rápido de viscosidad (RVA), tomando de referencia la metodología aplicada por (Guzmán, 2017), Por lo tanto, El procedimiento para su análisis se realizó utilizando harina de quinua con 8% de dispersión (p/V) de concentración (3 g de muestra en 28 ml de agua destilada). La viscosidad fue registrada durante un ciclo de calentamiento-enfriamiento en un tiempo total de 23 minutos, estando por 1 minuto a 50 °C, calentando de 50 a 95 °C a 6 °C/min (registra viscosidad de pico), mantenido a 95 °C durante 5 min (registra viscosidad de caída) y enfriado de 95 °C a 50 °C a 6 °C/min y finalmente mantenido a 50 °C por 2 min (registra viscosidad final). Y todos los resultados fueron registrados y graficadas en el computador del equipo y las pruebas fueron realizadas por triplicado. Los resultados de la viscosidad se muestran en unidades relativas de viscosidad (RVU) donde (1RVU = 12 cP).

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Obtención de harina refinada y sémola de quinua

Para ello se tuvo como base la metodología descrita por (Cuadros 2009), modificado en para cumplir los objetivos propuestos se presenta en la Figura 4. Cuya descripción del proceso es la siguiente:

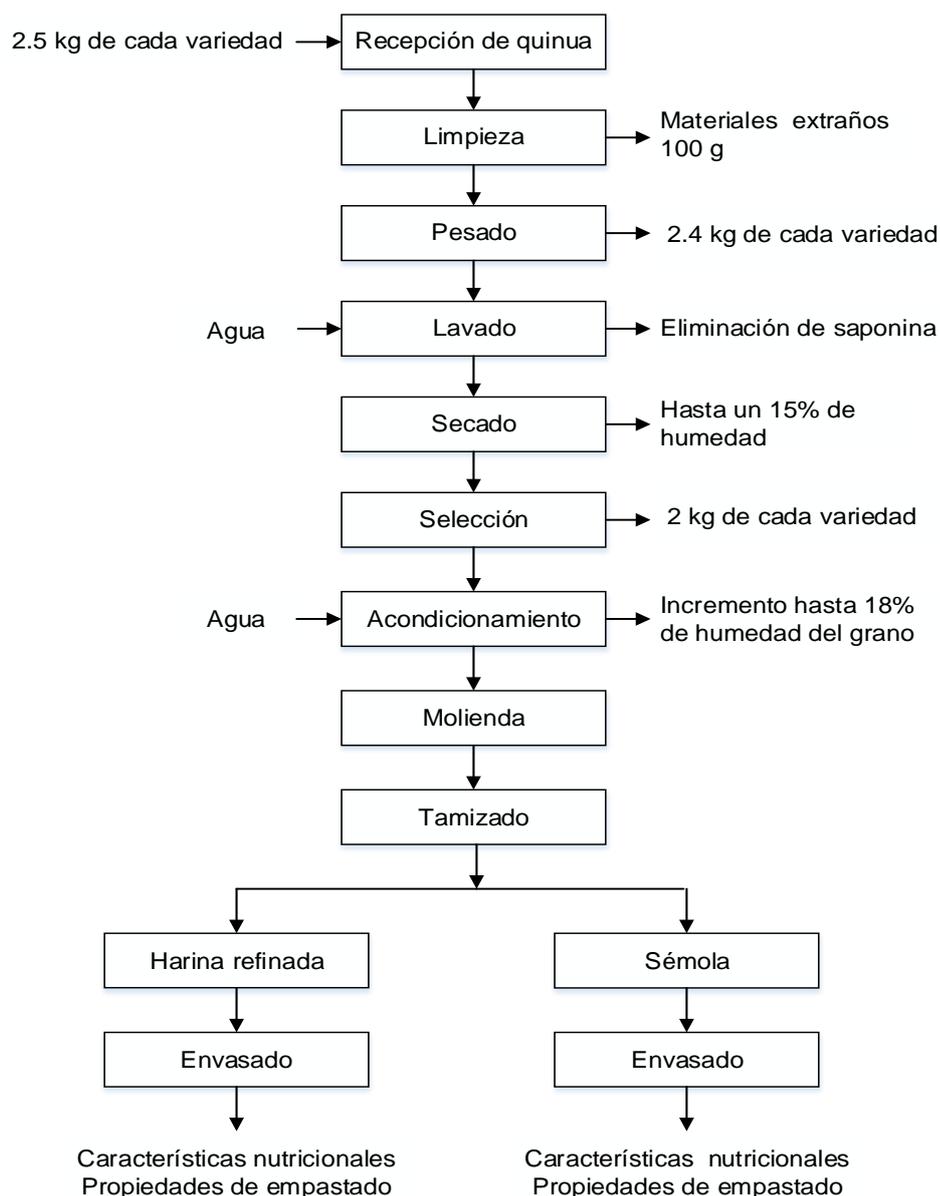


Figura 4. Diagrama de bloques para la obtención de la harina refinada y sémola de quinua

Fuente: Cuadros (2009).

- Recepción de quinua: Se recibió 2.5 kg de quinua de las variedades salcedo INIA y choclito, fueron recibidos en bolsas de polietileno y almacenados a temperatura ambiente y en un lugar seco para su conservación.
- Limpieza: En esta etapa se procedió a realizar una inspección visual con el objetivo de apreciar el estado general de la semilla, ya que la semilla no procesada trae consigo impurezas propias de la cosecha, y se realizó una limpieza manual para eliminar las impurezas presentes, tales como, piedrecillas, hojas, insectos, semillas defectuosas y otras semillas.
- Pesado: Luego de la limpieza de la quinua se realizó el pesado en balanza analítica 2 kg.
- Lavado: La quinua pesada se lavó con agua fría con el propósito de eliminar las saponinas, el primer enjuague se realizó para eliminar los restos de perigonio que aún permanecen unidos a la semilla, con enjuagues sucesivos hasta que esto no produzca más espuma, lo cual asegura toda la eliminación del contenido de saponina.
- Secado: La semilla escurrida y oreada se colocaron en tela de color negro extendiéndose en ella la quinua, el secado fue realizado bajo la técnica del secado tradicional, que duró aproximadamente 5 horas para que se elimine el agua adherida.
- Selección: Esto consiste en la selección y tamizado de los granos de quinua para obtener de la misma variedad en mención. El número de tamiz que se utilizó fue el número 12. Los granos de este número de tamiz fueron los que se utilizaron.
- Acondicionamiento: En esta operación los granos de quinua secos fueron acondicionados en un recipiente, se añadió agua para incrementar la humedad hasta 18 % en un tiempo de 30 minutos aproximadamente, para llegar al porcentaje de humedad mencionado se añadió 200 mL aproximadamente de agua.
- Molienda: Los granos de quinua acondicionados, fueron, molturados y molidos en un molino de martillos, con la que se logró reducir a partículas de diversos tamaños que permitió separar la harina refinada, sémola y fibra, separables entre sí por medios mecánicos.
- Tamizado: El producto molturado y/o parcialmente molido fue tamizado con tamicez Zonytest con la que se determinó el tamaño de partícula, lo que nos

permitió separar los productos deseados, con malla N° 70 de 210 micrones se obtuvo la harina refinada, con malla N° 35 de 500 micrones la sémola y la harina refinada con malla N° 20 de 840 micrones.

- Envasado: la harina refinada y la sémola fue pesado y envasado en bolsas de polietileno y sellado hasta su análisis.

3.6. Diseño experimental

3.6.1. Análisis de diseño completamente al azar

Para el presente trabajo de investigación se utilizó un DCA (diseño completamente al azar), que es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, dado que solo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio.

Este diseño se llama completamente al azar porque las corridas experimentales se realizan en orden aleatorio completo. De esta manera, si durante el estudio se hacen en total N pruebas, estas se corren al azar, de manera que los posibles efectos ambientales y temporales se vayan repartiendo equitativamente entre los tratamientos (Gutiérrez y De la Vara, 2012).

Por lo tanto, se tuvo como variables de entrada o independiente: harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua, y como variables de salida o dependientes: las características nutricionales y las propiedades de empastado, las cuáles fueron analizados por triplicado.

Tabla 11. Arreglo de matriz para recolección de datos experimentales.

Variables de respuesta	Factor de estudio			
	Salcedo INIA		Choclitto	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
	T1	T2	T3	T4
Características nutricional	Y11	Y21	Y31	Y41
	Y12	Y22	Y32	Y42
	Y13	Y23	Y33	Y43
Propiedades de empastado	Y11	Y21	Y31	Y41
	Y12	Y22	Y32	Y42
	Y13	Y23	Y33	Y43

Fuente: Gutiérrez y De la Vara (2012).

Donde:

Y11: HRSI, repetición 1

Y21: SSI, repetición 1

Y31: HRCH, repetición 1

Y41: SCH, repetición 1

3.6.2. Análisis estadístico del diseño completamente al azar

El modelo estadístico para este diseño está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Resultado de la determinación de las características nutricionales y propiedad de empastado de la harina refinada y de la sémola de quina de salcedo INIA y choclito.

τ_i : Repetición de los tratamientos.

ε_{ij} : Error aleatorio que se da en las réplicas.

μ : Promedio de las medias de cada variable

Este modelo implica que en el diseño completamente al azar actuarían a lo más dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. (Gutiérrez y De la Vara, 2012).

3.6.3. ANOVA para el diseño completamente al azar (DCA)

El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. En este caso del DCA se separan la variabilidad debida a los tratamientos y la debida al error.

Cuando la primera predomina “claramente” sobre la segunda, es cuando se concluye que los tratamientos tienen efecto, o dicho de otra manera, las medias son diferentes.

Cuando los tratamientos no dominan contribuyen igual o menos que el error, por lo que se concluye que las medias son iguales (Gutiérrez y De la Vara, 2012).

Hipótesis experimental

El objetivo del análisis de varianza en el (DCA) es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta y los criterios para esto son:

- ✓ Si valor – p es menor que $\alpha = 0.05$ ($p < 0.05$), se rechaza la hipótesis H_0
- ✓ Si valor – p es mayor que $\alpha = 0.05$ ($p > 0.05$), se acepta la hipótesis H_0

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots \dots \dots \mu_k = \mu$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j \text{ para alguna } i \neq j$$

Para lo cual se consideró las siguientes hipótesis para las dos fuentes de variabilidad (los tratamientos y el error aleatorio).

Respecto a las características nutricionales

H_0 : No hay diferencia significativa en las características nutricionales de la harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua de salcedo INIA y choclito.

H_A : Si hay diferencia significativa en las características nutricionales de la harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua de salcedo INIA y choclito.

Respecto a las propiedades de empastado

H_0 : No hay diferencia significativa en las propiedades de empastado de la harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua de salcedo INIA y choclito.

H_A : Si hay diferencia significativa en las propiedades de empastado de la harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua de salcedo INIA y choclito.

Para probar la hipótesis, se descompone la variabilidad total de los datos en sus dos componentes: la variabilidad debido a los tratamientos y la que corresponde al error aleatorio, como se muestra a continuación en la Tabla 15 de ANOVA para el DCA.

Los cálculos pueden ser manuales, pero más práctico es hacerlos con un software estadístico, porque además proporciona muchas otras opciones gráficas y tabulares (no solo el ANOVA).

Tabla 12. ANOVA para el DCA

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F_0	Valor - p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$K - 1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N - K$	$CM_E = \frac{SC_E}{N-1}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$N - 1$			

Fuente: Gutiérrez y De la Vara (2012)

3.6.4. Pruebas de rango múltiples

Posterior al ANOVA, y una vez rechazada la hipótesis nula (H_0), es necesario ir a detalles y ver cuales tratamientos son diferentes (comparar), para ello se utilizó el método LSD o Fisher (diferencia mínima significativa) al 95 % de nivel de confianza, ya que este método a diferencia del Tukey permite detectar los errores más mínimos cometidos en un experimento.

El problema es probar la igualdad de todos los posibles pares de medias con la hipótesis:

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j$$

Para toda $i \neq j$. Para k tratamientos se tiene un total de $k(k-1)/2$ pares de medias. El estadístico de prueba para cada una de las hipótesis, es la correspondiente diferencia en valor absoluto entre sus medias muestrales $|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|$. Se rechaza la hipótesis nula si ocurre que:

$$|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > t_{\alpha/2, N-K} \sqrt{CM_E \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)} = LSD$$

En caso de rechazar la hipótesis nula, se acepta la hipótesis alternativa, lo cual nos dice que las medias de los tratamientos i y j son diferentes (Gutiérrez y De la Vara, 2012).

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Características nutricionales de la harina refinada y sémola

Los resultados obtenidos tras el análisis de las características nutricionales en cuanto a la humedad, proteína, fibra cruda, cenizas totales, grasa, carbohidrato y sólidos totales de la harina integral, refinada y sémola de las dos variedades de quinua se presentan en seguida.

4.1.1. Humedad

La humedad es un factor importante que debe ser controlado, porque este tiene un impacto significativo en la calidad, estabilidad y conservación de las harinas. Un exceso de humedad las hace susceptibles a los hongos y al crecimiento de moho, da lugar a la formación de grumos o aglomerados condicionando su uso final y además afecta negativamente su valor comercial (Greenfield y Southgate, 2003; Sridaran et al., 2012). En la Tabla 16 se muestra los resultados de la humedad de las muestras en estudio de las dos variedades.

Tabla 13. Resultados del porcentaje de humedad.

Replica	Salcedo INIA		Choclitó	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	8.77	7.91	9.16	7.96
R2	8.72	7.88	9.02	7.90
R3	8.75	7.93	9.10	8.00

Según el análisis de varianza (ANOVA), presentado en la tabla 17, El contenido de humedad de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95% del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A), de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre la humedad se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 3), donde muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde los tratamientos SCH - SSI no presentan diferencias estadísticamente significativas; mientras que en el resto de las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 14. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de humedad.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	3.12383	3	1.04128	476.92	0.0000
Intra grupos	0.0174667	8	0.00218333		
Total (Corr.)	3.1413	11			

En la Figura 5 se muestra las medias de los tratamientos donde el valor más alto se obtuvo para la HRCH (9.09 %) y el más bajo para la SSI (7.91 %). Estos resultados son inferiores a los reportados por Meyhuay (2000) de harina refinada y sémola de kankolla (12.34 % y 12.20 %), Diferente al de Cuadros (2009) de harina refinada y sémola de sajama (7.44 % y 1.98 %), respectivamente. Los valores determinados en el estudio muy posiblemente sean debidos a proceso que se utiliza para la obtención de harina (Moorthy, 2002). Asimismo, (Fennema, 2015) menciona que la pérdida de humedad se debe a la liberación de la agua no ligada, que anteriormente se encontraba en el grano por los cambios sufridos durante el proceso de extracción y molturación.

Por otro lado, la NTP 011.451 (2013) señala el nivel de humedad recomendado para harina de quinua y para una mayor estabilidad y seguro de almacenamiento es menor a 13.5 %, que mayores niveles de humedad pueden producir daños microbianos y su posterior deterioro de la calidad y por lo que en esta investigación se cumple con estas recomendaciones 7.91 % a 9.09 %, valores que se encuentran dentro del rango permitido.

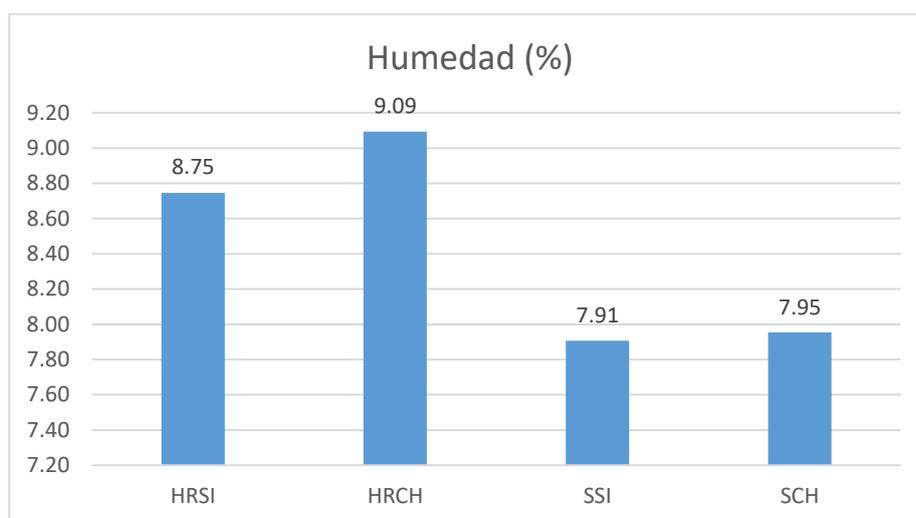


Figura 5. Gráfico de barras del porcentaje de humedad.

4.1.2. Proteína

En la Tabla 18 se observa los resultados obtenidos del porcentaje de proteína de las muestra en estudio de las dos variedades de quinua, para una mejor apreciación y comparación de los beneficios del proceso aplicado

Tabla 15. Resultados del porcentaje de proteína.

Replica	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refina	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	9.79	15.58	9.02	19.14
R2	9.57	15.37	9.02	18.91
R3	9.57	15.58	9.11	19.14

Respecto a la proteína el análisis de varianza (ANOVA), de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua se muestra en la Tabla 19, donde el resultado indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95% del nivel de confianza, por tanto se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre la proteína se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 4), donde se muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un

asterisco (*). Donde todas las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de proteína.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	208.598	3	69.5327	5435.78	0.0000
Intra grupos	0.102333	8	0.0127917		
Total (Corr.)	208.7	11			

En la Figura 6 se aprecia las medias de los tratamientos donde la SCH presentó el mayor porcentaje (19.06 %) de proteína, seguida de la SSI con (15.51 %) y el contenido más bajo de proteína se obtuvo de la HRCH (9.05 %). Estos valores en cuanto a la sémola son superiores y en cuanto a la harina refinada son inferiores a los reportados por Meyhuay (2000) (13.85 % y 11.50 %) de sajama, y Cuadros (2009) (14.60 % y 12.78 %) de blanca de Juli respectivamente. Asimismo, Du Jiang (2014) menciona que esta variación se debe a la diversidad taxonómica de los vegetales que se tomaron como materia prima para la obtención de las harinas, además de otros factores como el grado de madurez y las condiciones de crecimiento (ubicación geográfica, clima, suelo, etc.). De la misma forma, Badui (2006) señala que existen varios factores que pueden ocasionar la inestabilidad de proteínas, así como el tamaño y el procesamiento al que haya sido sometido.

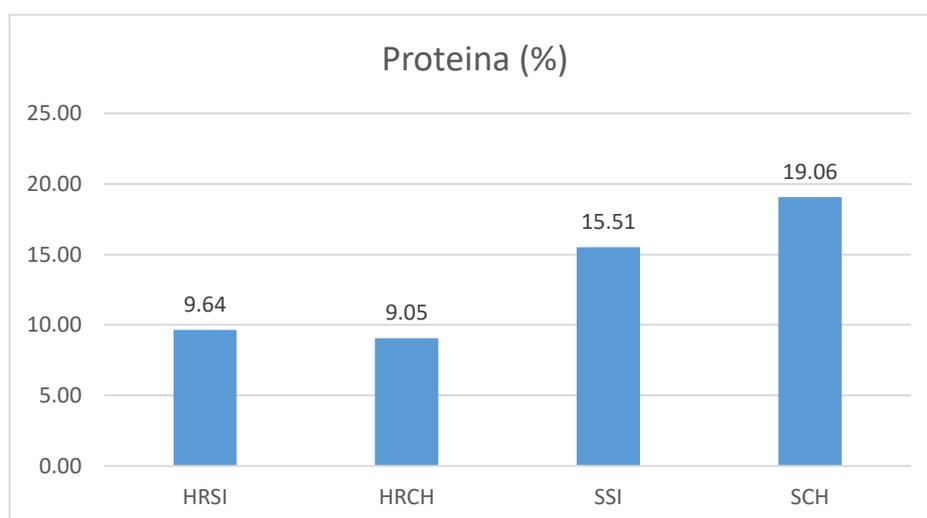


Figura 6. Gráfico de barras del porcentaje de proteína.

4.1.3. Fibra cruda

En la Tabla 20 se aprecia los resultados obtenidos del porcentaje de fibra cruda de las muestra en estudio de las dos variedades de quinua.

Tabla 17. Resultados del porcentaje de fibra cruda.

Replica	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	1.44	3.70	0.80	4.01
R2	1.41	3.72	0.85	4.03
R3	1.43	3.68	0.82	3.98

En cuanto, al contenido de la fibra cruda el análisis de varianza (ANOVA), de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, se muestra en la Tabla 21, donde el resultado indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A), de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre la fibra cruda se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 5), donde se muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde todas las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 18. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de fibra cruda.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	23.0185	3	7.67283	16153.33	0.0000
Intra grupos	0.0038	8	0.000475		
Total (Corr.)	23.0223	11			

En la Figura 7 se presenta las medias de los tratamientos donde el valor más alto se obtuvo de la SCH (4.01 %) y el más bajo de la HRCH (0.82 %). Estos valores son diferente a la sémola y harina refinada, a los reportados por Meyhuay (2000) (2.2 % y 0.69 %) de kancolla y Cuadros (2009) (2.2 % y 1.74 %) de blanca de juli, respectivamente. Chung *et al.* (2014) reportaron que esta diferencia sobre el contenido de fibra cruda en las harinas puede atribuirse a las condiciones de

crecimiento del cultivo, factores ambientales y al método utilizado para la preparación de la muestra.

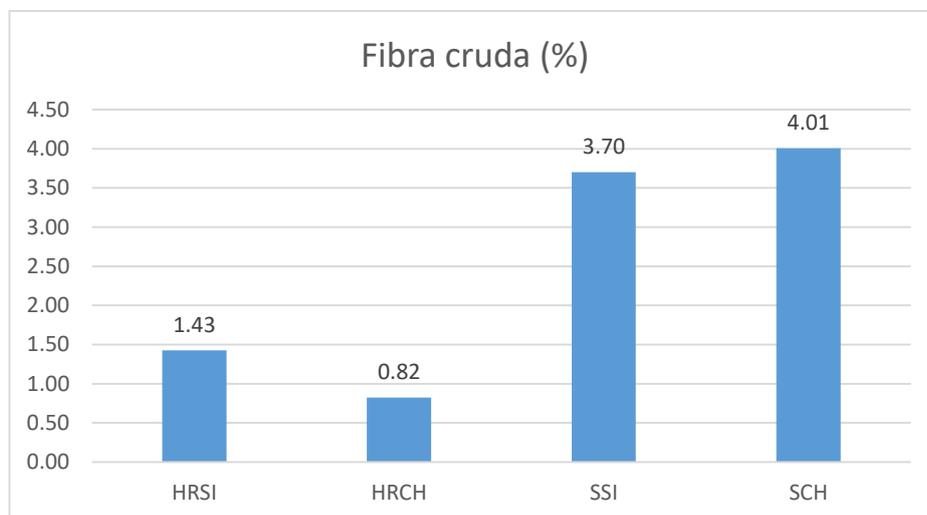


Figura 7. Gráfico de barras del porcentaje de fibra cruda.

4.1.4. Cenizas totales

En la Tabla 22 se presenta los resultados obtenidos del porcentaje de cenizas totales de las muestra en estudio de las dos variedades de quinua.

Tabla 19. Resultados del porcentaje de cenizas totales.

Replica	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	0.79	1.80	0.70	2.25
R2	0.81	1.84	0.72	2.28
R3	0.77	1.82	0.70	2.26

Con respecto, al contenido de cenizas totales el análisis de varianza (ANOVA), de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, se presenta en la Tabla 23, donde el resultado indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre cenizas totales se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD

(Anexo 6), donde se muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde todas las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de cenizas totales.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5.32337	3	1.77446	6083.85	0.0000
Intra grupos	0.00233333	8	0.000291667		
Total (Corr.)	5.3257	11			

En la Figura 8 se observa las medias de los tratamientos donde cuyos valores se encuentran entre (0.71 % a 2.26 %), el valor más alto fue de la SCH y el más bajo de HRCH. Estos valores son diferentes a la sémola y harina refinada, a los reportados por Meyhuay (2000) (2.41 % y 1.50 %) de la variedad kancolla y Cuadros (2009) (3.79 % y 2.11) de la variedad blanca de Juli. Asimismo, la NTP (2013) señala el nivel máximo de cenizas totales para la harina de quinua de 3.0 %. Por ende en esta investigación se cumple con estas recomendaciones. Hoover (2002) menciona que un alto contenido de cenizas se relaciona posiblemente con un alto contenido de minerales en las harinas; reflejan contaminación por fibra que no estaría dentro del límite de calidad recomendado para harinas industriales.

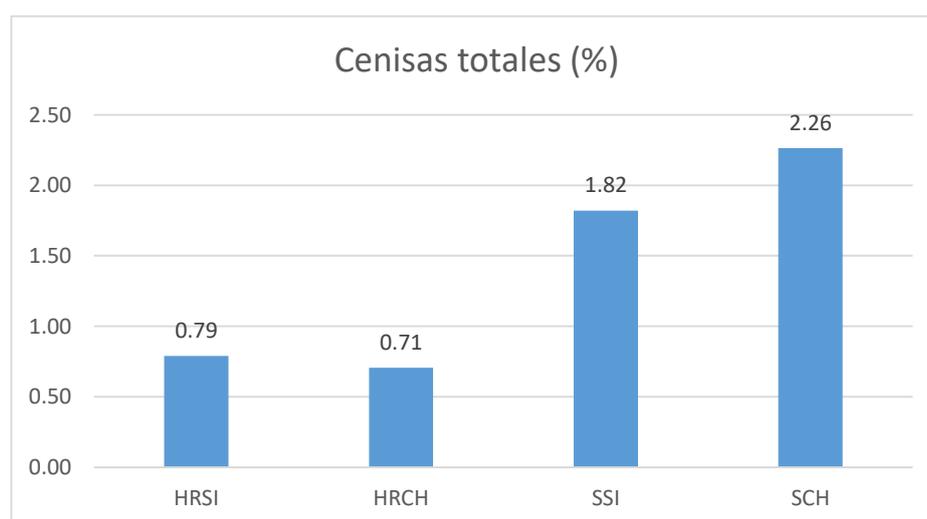


Figura 8. Gráfico de barras del porcentaje de cenizas totales

4.1.5. Grasa

En la Tabla 24 se ven los resultados obtenidos del porcentaje de grasa de las muestra en estudio de las dos variedades de quinua.

Tabla 21. Resultados del porcentaje de grasa.

Replica	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	3.93	10.87	4.76	10.48
R2	3.90	10.75	4.83	10.45
R3	3.92	10.90	4.63	10.43

De acuerdo, al contenido de grasa el análisis de varianza (ANOVA), de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, presentado en la Tabla 25, el resultado indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre la grasa se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 7), donde se muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde todas las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 22. Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de grasa.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	121.005	3	40.335	9237.03	0.0000
Intra grupos	0.0349333	8	0.00436667		
Total (Corr.)	121.04	11			

En la Figura 9 se muestra las medias de los tratamientos donde la SSI presento el valor más alto (10.84%) y el más bajo se obtuvo para la HRSI (3.92%). Estos valores son diferentes a la sémola y harina refinada a los reportados por Meyhuay (2000) de kancolla (6.32% y 4.30%) y Cuadros (2009) de blanca Juli (6.24% y 4.13%), asimismo. Mishra (2006) menciona el alto contenido de grasas es indeseable pues podría ser responsable de sabores desagradables, alta turbidez,

mayor temperatura de *pasting* y una menor viscosidad de los almidones. También, Guizar (2010) señala que se ven afectadas las propiedades funcionales del almidón (capacidad de absorción, solubilidad y claridad) al evitar su unión con las moléculas de agua y causar rancidez durante el almacenamiento. Además, Watershoot (2015) menciona que los almidones de tubérculos, usualmente, contienen menos grasas que los almidones de cereales.

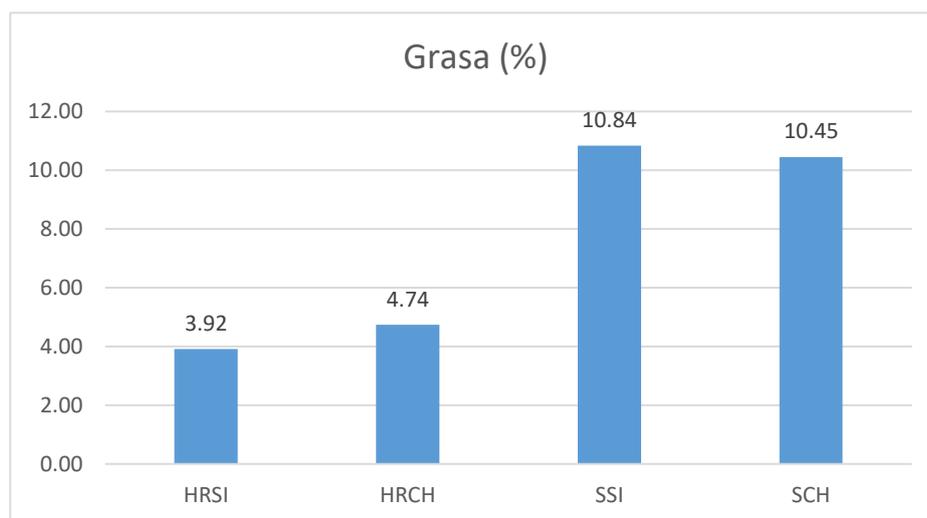


Figura 9. Gráfico de barras del porcentaje de grasa.

4.1.6. Carbohidrato

En la Tabla 26 se perciben los resultados obtenidos del porcentaje de carbohidrato de las muestra en estudio de las dos variedades de quinua.

Tabla 23. Resultados del porcentaje de carbohidrato.

Repetición	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	75.28	60.14	75.56	56.16
R2	75.59	60.24	75.56	56.43
R3	75.56	60.09	75.64	56.19

En cuanto, al contenido de carbohidrato el análisis de varianza (ANOVA) de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, se muestra en la Tabla 27, donde el resultado indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza,

entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre carbohidrato se realizó las Prueba de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 8), donde muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde los tratamientos HRCH-HRSI no presentan diferencias estadísticamente significativas; mientras que en el resto de las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 24. *Análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de carbohidrato.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	923.088	3	307.696	20825.44	0.0000
Intra grupos	0.1182	8	0.014775		
Total (Corr.)	923.206	11			

En la Figura 10 se muestra las medias de los tratamientos donde el valor más alto muestra la HRCH (75.59 %) y el más bajo para la SCH (56.26 %). Estos resultados son similares a la harina refinada y sémola a los reportados por Meyhuay (2000) de kancolla (73.47 % y 65.41 %) y Cuadros (2009) de sajama (75.9 % y 67.75 %), además, Kaushal (2012) menciona que el carbohidrato es un componente importante en las harinas ya que las hace buena fuente de energía metabolizable, lo que permite su utilización como alimento funcional con el fin de prevenir o reducir el colesterol, estreñimiento. Por otro lado Álvarez (2014) menciona que esta diferencia puede atribuirse a las condiciones de crecimiento (ubicación geográfica, clima, suelo, etc.) y a la diversidad taxonómica del cultivo, y otros factores como el grado de madurez, además al método utilizado para la obtención y preparación de la muestra.

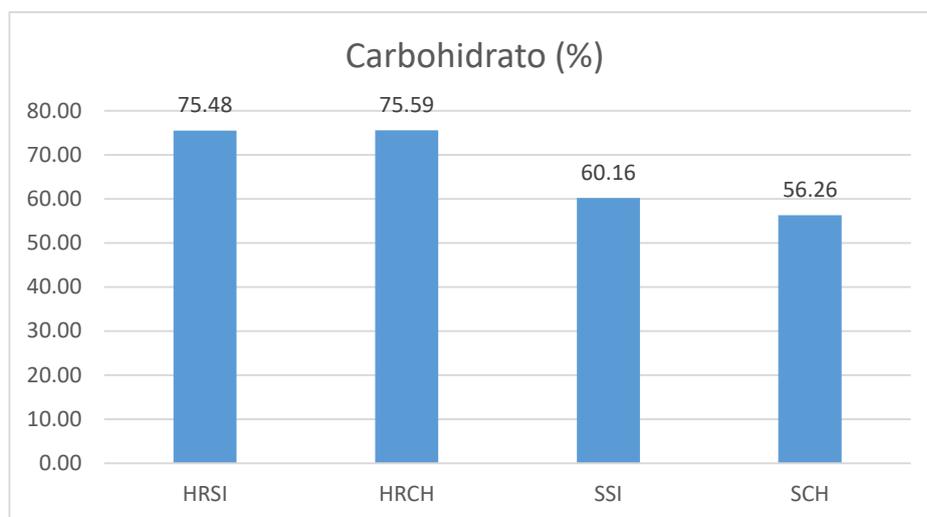


Figura 10. Gráfico de barras del porcentaje de carbohidratos.

Los resultados obtenidos de las características nutricionales de todas las harinas sugieren que son materias primas con potencial para ser incorporadas en la elaboración de harinas compuestas o multimezclas con posterior aplicación en diferentes productos alimentarios ya que pueden complementarse unas a otras y así lograr un producto con alto valor nutricional.

4.2. Propiedades de empastado de la harina refinada y sémola

Las propiedades de empastado están relacionadas con los cambios en la viscosidad aparente del almidón o la harina durante su cocción en exceso de agua. Estas, dependen de las técnicas de procesamiento empleadas para la obtención de las harinas o los almidones, del contenido de amilosa en la harina junto con la cantidad de componentes no amiláceos como proteínas y lípidos y de la rigidez de los gránulos de almidón, que a su vez afecta la capacidad de hinchamiento del granulo y la cantidad de amilosa lixiviada en la solución (Devi y Haripriya, 2012). Los resultados obtenidos del propiedad de empastado, con respecto, a la temperatura de empaste, viscosidad de pico, caída, rompimiento ,final y la retrogradación de la harina integral, refinada y sémola de las dos variedades de quinua se muestran en seguida.

4.2.1. Temperatura de empaste

Es la temperatura en la cual la viscosidad aparente comienza a desarrollarse y se denomina temperatura de empaste y en la mayoría de los productos que contienen almidón, la gelatinización ocurre entre 60 y 65 °C (Siddiq et al., 2013). En la Tabla 28 se detallan los resultados obtenidos de la temperatura de empaste por el RVA y las gráficas representativas se muestran (Anexo 9 y 10) de las muestras en estudio.

Tabla 25. Resultados de la temperatura de empaste (°C).

Replicas	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	81.67	52.18	79.17	52.62
R2	80.86	52.68	80.87	53.20
R3	83.81	54.08	83.38	51.84

Según los resultados de la temperatura de empaste el análisis de varianza (ANOVA) de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, presentado en la Tabla 29, indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre temperatura de empaste se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 11), donde muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde los tratamientos HRCH - HRSI y SCH - SSI no presentan diferencias estadísticamente significativas; mientras que en el resto de las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias significativas.

Tabla 26. Análisis de varianza (ANOVA) para la temperatura de empaste.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2500.39	3	833.464	404.38	0.0000
Intra grupos	16.4889	8	2.06112		
Total (Corr.)	2516.88	11			

En la Figura 12 se aprecia las medias de los tratamientos donde la temperatura de empaste fue mayor, determinándose (82.11 °C) de HRSI, a excepción de la SCH en la que se terminó (52.55 °C). Estos valores que se obtuvieron en las muestras de estudio son diferentes a lo reportado por Álvarez (2014) de la quinua y trigo (89.7 °C y 68.5 °C), y superior al de Pumacahua (2014) (58.3 °C), Guzmán (2017) (65.50 °C) y Rome *et al* (2013) (77.45 °C), inferior de Espinoza (2008) de maíz normal (84.3 °C). Esta diferencia de temperatura podría estar asociada al proceso de la molienda de obtención y la baja temperatura en la sémola podría estar asociada al proceso de separación de carbohidratos y al tamaño de partículas, lo que podría haber alterado o afectando las propiedades de empastado de la sémola. De igual modo, (Ahmed *et al.*, 2013), reportaron que otro factor que puede afectar esta propiedad, es que su alto contenido de proteína podría inducir a una mayor interacción entre estas y el almidón, retardando el hinchamiento de los gránulos lo que conlleva a un aumento de la temperatura de empastado. Asimismo, (Li *et al.*, 2013), reportaron que la temperatura de empastado se reduce con el aumento del tiempo de molienda. Sin embargo, no se conoce bien si la reducción en la temperatura es debido a los daños o fragmentación de los gránulos de almidón, a la degradación de sus moléculas y/o a la interrupción de la estructura cristalina.

Además, el tipo de curva que presentó la sémola, con altibajos consecutivos, está asociado a las barreras del material al flujo de calor, que está relacionado a componentes mayoritarios, como las cenizas, que se caracterizan por ser partículas fibrosas amorfas minerales, en sinergismo con el bajo contenido de almidón, cercano a 20 %, asociado además con la polidispersión en el tamaño de partícula, como se presentó en los resultados anteriores.

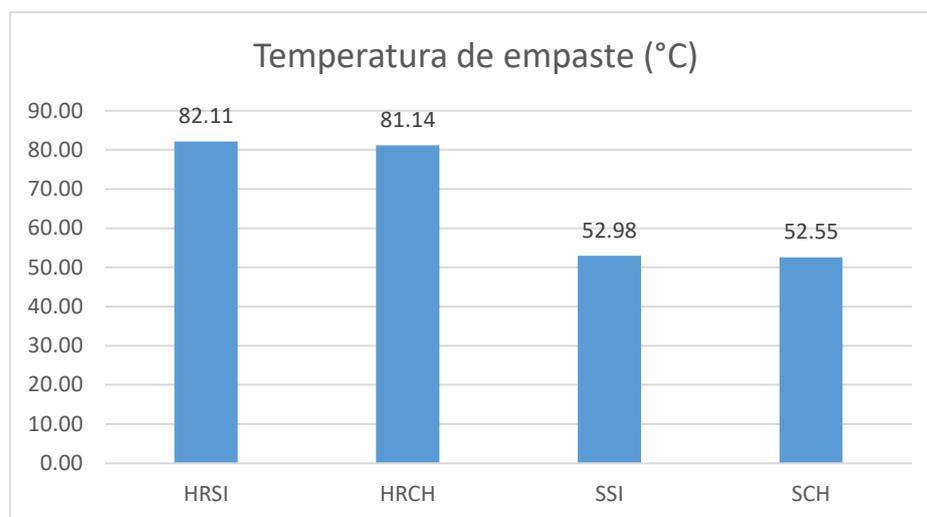


Figura 11. Grafica de barras de la temperatura de empaste.

4.2.2. Viscosidad de pico

La viscosidad de pico representa el valor máximo de la viscosidad cuando se alcanza el punto de equilibrio entre el hinchamiento y la ruptura de los gránulos de almidón. Cuando un número suficiente de gránulos se hinchan, ocurre un rápido aumento de la viscosidad; este cambio durante el periodo de cocción da indicios de la estabilidad del material evaluado (Kaur et al., 2010). La viscosidad de pico o el hinchamiento de los gránulos de almidón son propiedad de la amilopectina, mientras que el complejo que se forma entre los lípidos y la amilosa puede inhibir el hinchamiento del gránulo y reducir esta propiedad (Li et al., 2013). En la Tabla 30 se ven los resultados obtenidos de la viscosidad de pico por el RVA y las gráficas representativas se muestran (Anexo 9 y 10) de las muestras en estudio.

Tabla 27. Resultados de la viscosidad de pico (cP).

Replicas	Salcedo INIA		Choclitto	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	2656.02	171.69	2455.91	156.47
R2	2589.71	153.23	2742.11	167.98
R3	2795.39	174.34	2822.67	182.43

En cuanto a la viscosidad de pico el análisis de varianza (ANOVA) de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, se muestra en la Tabla 31 indica que

existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre la viscosidad de pico se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 12) donde muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde los tratamientos HRCH - HRSI y SCH - SSI no presentan diferencias estadísticamente significativas; mientras que en el resto de las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias significativas.

Tabla 28. Análisis de varianza (ANOVA) para viscosidad de pico.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	1.88895E7	3	6.2965E6	519.57	0.0000
Intra grupos	96949.1	8	12118.6		
Total (Corr.)	1.89865E7	11			

En la Figura 13 se aprecia las medias de los tratamientos en donde la HRSI mostro alta estabilidad y mayor valor de viscosidad (2680.37 cP) y el menor valor fue para la SSI (166.42 cP). Estos resultados son superiores a los reportados por Álvarez (2014) de la quinua (1814.5 cP) y similar al del trigo (2037.0 cP), diferente a los de Pumacahua (2014) (1734 cP) y Guzmán (2017) (297 cP), inferior al de Rome *et al* (2013) (5355.00 cP) y diferente de Espinosa (2008) del maíz normal (1797.6 cP). Estés comportamiento puede estar asociado a su alto contenido de almidón, dando un indicio de la capacidad de estas harinas para formar geles fuertes, condición que sería útil en productos que requieran consistencia, donde pueden ser utilizados como agentes espesantes o gelificantes (Kaushal *et al.*, 2012).

El comportamiento de la sémola podría estar influenciado principalmente por su bajo contenido de almidón, además por su alto contenido de fibra es posible que bajo las condiciones experimentales adoptadas durante la prueba no se formara gel (Cappa *et al.*, 2013) o que estos polisacáridos no amiláceos interactuaran con el almidón formando complejos de macropolímeros afectando las propiedades de empastado (Hasjim *et al.*, 2013).

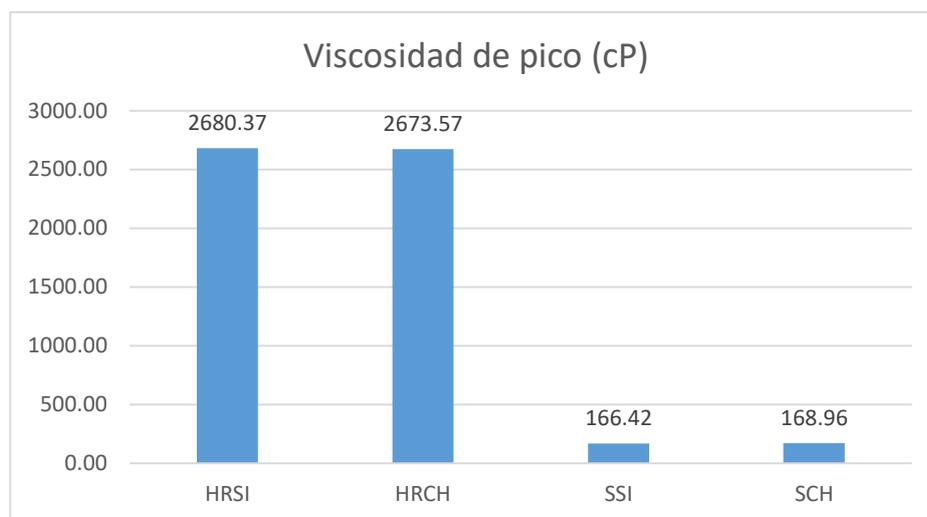


Figura 12. Grafica de barras de la viscosidad de pico.

4.2.3. Viscosidad de caída

En la Tabla 32 se presentan los resultados obtenidos de la viscosidad de caída por el RVA y las gráficas representativas se muestran (Anexo 9 y 10) de las muestras en estudio.

Tabla 29. Resultados de la viscosidad de caída (cP).

Replicas	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	2317.28	190.57	2131.53	170.31
R2	2198.58	163.16	2296.23	178.42
R3	2336.48	189.57	2357.71	196.47

Respecto a la viscosidad de caída el análisis de varianza (ANOVA) de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, presentado en la Tabla 33, donde indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre la viscosidad de caída se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 13), donde muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde los tratamientos HRCH - HRSI y SCH - SSI no

presentan diferencias estadísticamente significativas; mientras que en el resto de las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias significativas.

Tabla 30. Análisis de varianza (ANOVA) para viscosidad de caída.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.31245E7	3	4.37484E6	889.32	0.0000
Intra grupos	39354.6	8	4919.32		
Total (Corr.)	1.31639E7	11			

En la Figura 14 se aprecia las medias de los tratamientos en donde el valor más alto registro la HRSI (2284.11 cP) a respecto de la SSI (181.10 cP). Este resultado es superior con lo reportado por Álvarez (2014) de la quinua y trigo (1663.5 cP y 1374.0 cP), Pumacahua (2014) (1650 cP) y diferente al de Guzmán (2017) (298 cP) e inferior al de Rome *et al* (2013) (4173.00 cP). Así mismo, (Kaushal *et al.*, 2012) menciona que la viscosidad de caída es influenciada por la tasa de exudación de la amilosa, el hinchamiento del granulo y la formación de complejos entre la amilosa y los lípidos.

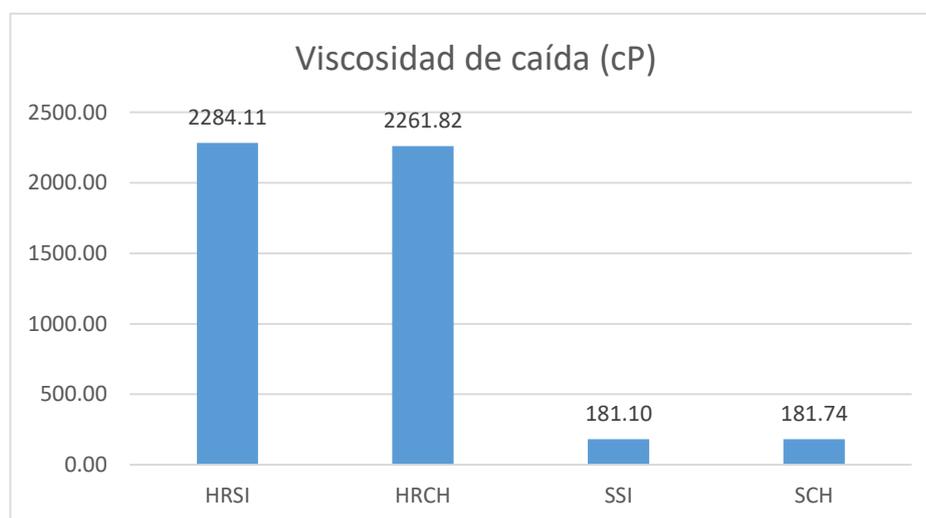


Figura 13. Grafica de barras de la viscosidad de caída.

4.2.4. Rompimiento

El rompimiento permite conocer el grado de desintegración de los gránulos de almidón hinchados y en la Tabla 34 se aprecia los resultados obtenidos del rompimiento por el RVA y las gráficas representativas se muestran (Anexo 9 y 12) de las muestras en estudio.

Tabla 31. Resultados del rompimiento (cP).

Replicas	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	338.74	-18.88	324.38	-13.84
R2	391.13	-9.93	445.88	-10.44
R3	458.91	-15.23	464.97	-14.04

En cuanto al rompimiento el análisis de varianza (ANOVA) de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, presentado en la Tabla 35, indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre el rompimiento se realizó la Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 14), donde muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde los tratamientos HRCH - HRSI y SCH-SSI no presentan diferencias estadísticamente significativas; mientras que en el resto de las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias significativas. Los resultados negativos que se observa de la SSI y SCH indican que la viscosidad de caída es mayor que la viscosidad de pico, esto quiere decir, que la sémola es muy rápido en presentar el grado de la desintegración de los gránulos de almidón hinchado.

Tabla 32. Análisis de varianza (ANOVA) para rompimiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	523856.	3	174619.	73.76	0.0000
Intra grupos	18939.3	8	2367.42		
Total (Corr.)	542795.	11			

En la Figura 15 se muestra las medias de los tratamientos en donde de las muestras de estudio los valores más altos fueron de HRCH (411.74 cP) y el valor más bajos de la SCH (-12.78 cP). Estos valores que se obtuvieron son diferentes a los reportados por Álvarez (2014) (151.0 cP y 663.0 cP) de quinua y trigo, Guzmán (2017) (-1.0 cP), Rome *et al* (2013) (526.00 cP) y Espinosa (2008) (819.6 cP) de maíz normal. Por otra parte, Devi y Haripriya (2012) señala que los altos valores de rompimiento están asociados con altas viscosidades de pico, que a su vez, está relacionado con el grado de hinchamiento de los gránulos de almidón durante el calentamiento. Así mismo, (Acevedo *et al.*, 2013) indica que tienen mayor estabilidad térmica, fuerte resistencia al cizallamiento y una retrogradación del almidón reducida después del enfriamiento. Además, Tiwari (2011) menciona que los bajos valores en este parámetro pueden ser atribuidos a una menor desintegración de los gránulos de almidón hinchados en presencia de un alto contenido de amilosa, ya que está en conjunto con los lípidos ayudan a mantener la integridad de los gránulos durante el calentamiento.

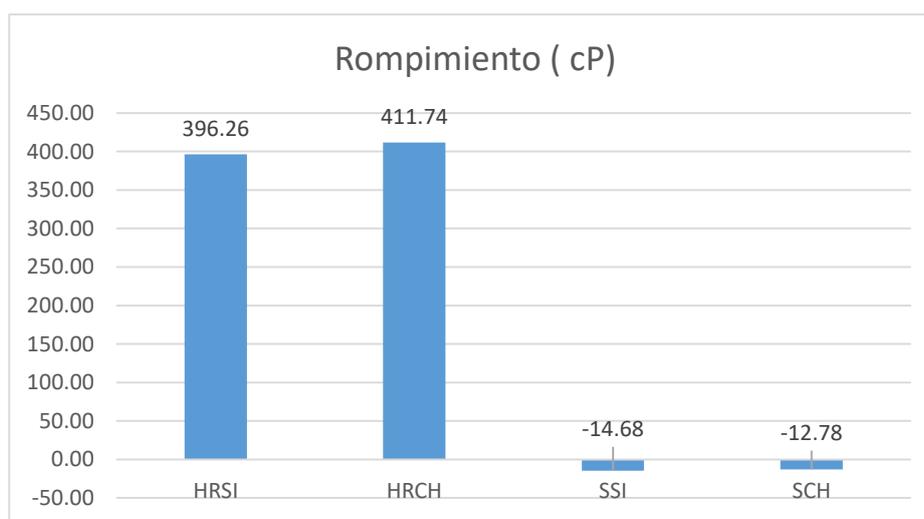


Figura 14. Grafica de barras del rompimiento.

4.2.5. Viscosidad final

La viscosidad final, que indica la capacidad del material para formar una pasta viscosa, se debe a la retrogradación de las moléculas de amilosa que se produce durante el enfriamiento, formando una red que aumenta la viscosidad de la harina y/o pasta de almidón. Normalmente, esta viscosidad aumenta tras el enfriamiento debido a la agregación de las moléculas de almidón (Li *et al.*, 2013). En la Tabla

36 se observa los resultados obtenidos de la viscosidad final por el RVA y las gráficas representativas se muestran (Anexo 9 y 10) de las muestras en estudio.

Tabla 33. Resultados de la viscosidad final (cP)

Replicas	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	2752.87	881.44	2670.15	490.26
R2	2571.04	745.93	2830.74	540.05
R3	2737.53	734.10	2862.67	633.48

Con respecto a la viscosidad final el análisis de varianza (ANOVA) de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, se muestra en la Tabla 37, donde indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre la viscosidad final se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 15), donde muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde los tratamientos HRCH-HRSI no presentan diferencias estadísticamente significativas; mientras que en el resto de las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias significativas.

Tabla 34. Análisis de varianza (ANOVA) para viscosidad final.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1.29091E7	3	4.30304E6	524.71	0.0000
Intra grupos	65607.1	8	8200.88		
Total (Corr.)	1.29747E7	11			

En la Figura 16 se aprecia las medias de los tratamientos en donde la mayor viscosidad final presentó la HRCH (2787.86 cP) y el menor valor es para la SCH (554.60 cP). Estos valores son superiores a lo reportado por Álvarez (2014) de quinua (1388.5 cP) y similares de trigo (2581 cP), Pumacahua (2014) (1391 cP), Guzmán (2017) (406 cP), e inferior al de Rome *et al* (2013) (4699.00 cP) y diferente de Espinoza (2008) (1741.2 cP) de maíz normal. Además, Hasjim *et al.*,

(2013) señala que la viscosidad final es un indicador fundamental de la fuerza del gel formado tras el enfriamiento y por lo tanto representa un parámetro de calidad importante.

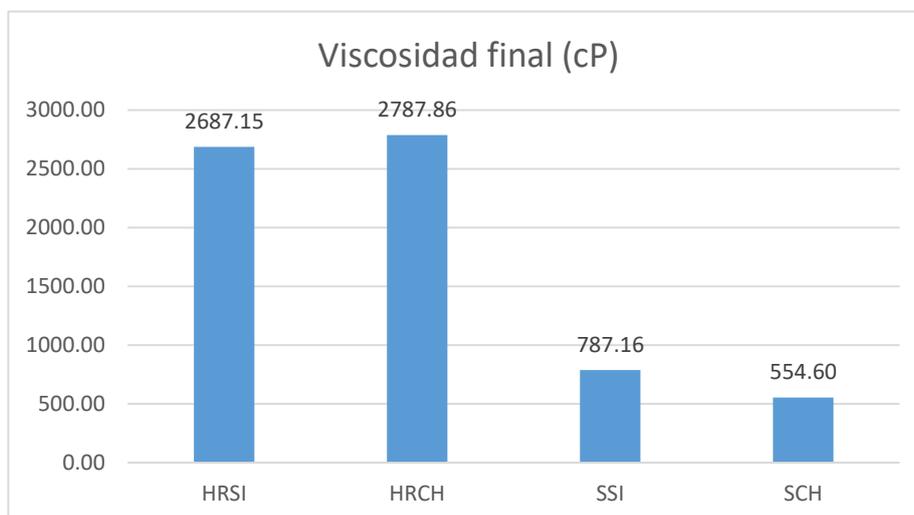


Figura 15. Grafica de barras de la viscosidad final.

4.2.6. Retrogradación

La retrogradación refleja la tendencia a la retrogradación del almidón, que inhibe el aumento de la viscosidad tras el enfriamiento. Este fenómeno se define como la insolubilización y la precipitación espontánea, principalmente de las moléculas de amilosa, debido a que sus cadenas lineales se orientan paralelamente e interactúan entre sí por puentes de hidrogeno a través de sus múltiples hidroxilos (Ahmed et al., 2013; Badui, 1996). Altos valores de retrogradación se asocian con la sinéresis del gel generando defectos de calidad en los productos mientras que valores bajos indican una reducción en la retrogradación del almidón después del enfriamiento, condición deseada en los alimentos (Devi y Haripriya, 2012). En la Tabla 38 se muestra los resultados obtenidos de la retrogradación por el RVA y las gráficas representativas se muestran (Anexo 9 y 10) de las muestras en estudio.

Tabla 35. Resultados de la retrogradación (cP)

Replicas	Salcedo INIA		Choclito	
	Harina refinada	Sémola	Harina refinada	Sémola
R1	683.62	492.88	538.62	319.95
R2	558.64	317.79	534.51	361.63
R3	597.57	432.53	504.97	437.01

Así mismo para la retrogradación el análisis de varianza (ANOVA) de las harinas y sémola de las dos variedades de quinua, presentado en la Tabla 39, indica que existe diferencia estadísticamente significativa puesto que el valor $p < 0.05$, entre las medias al 95 % del nivel de confianza, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) de medias iguales y se acepta (H_A) de medias diferentes, para probar dicha diferencia entre los tratamientos sobre la retrogradación se realizó las Pruebas de Rango Múltiples por el método LSD (Anexo 16), donde muestra las diferencias significativas respecto de un tratamiento al otro, señalado por un asterisco (*). Donde los tratamientos HRCH - HRSI, HRCH - SSI y SCH - SSI no presentan diferencias estadísticamente significativas; mientras que en el resto de las comparaciones de los tratamientos si presentan diferencias significativas.

Tabla 36. Análisis de varianza (ANOVA) para la retrogradación.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	106958.	3	35652.6	8.99	0.0061
Intra grupos	31716.1	8	3964.51		
Total (Corr.)	138674.	11			

En la Figura 17 se aprecia las medias de los tratamientos en donde el valor más alto muestra la HRSI (613.27 cP) y valor más bajo presento la SCH (372.86 cP). Cuyos valores son diferentes a los reportado por Álvarez (2014) de quinua y trigo (-275.0 cP y 1207.0 cP), Guzmán (2017) (108 cP), Rome *et al* (2013) (1182.00 cP) y Espinosa (2008) (763.2 cP) de maíz normal. También, (Kaushal *et al.*, 2012) señala que las tendencias inferiores a retrogradar son deseables en productos alimenticios tales como sopas y salsas, que se ven afectados por la pérdida de viscosidad y la precipitación y en productos horneados ya que la retrogradación está directamente relacionada con el envejecimiento del pan. Asimismo, (Álvarez,

2014) menciona que los bajos valores de retrogradación y rompimiento presentados por las harinas de quinua, sugieren que tienen una alta resistencia a la retrogradación y por lo tanto formarían pastas estables.

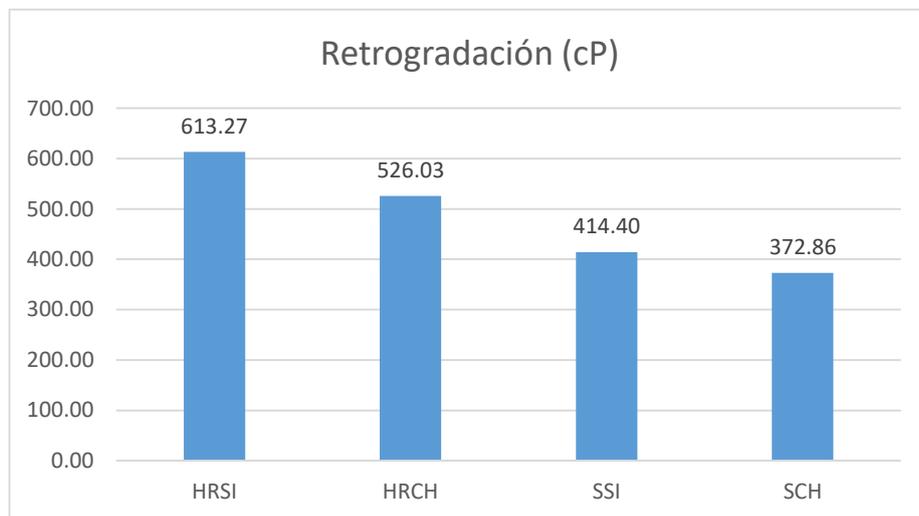


Figura 16. Grafica de barras de la retrogradación.

Como se sugirió anteriormente, las propiedades de empastado de la harina podrían verse afectadas por el contenido de almidón, la actividad de la amilasa, la relación amilosa/amilopectina y el contenido de proteína, lípidos, la forma y tamaño de granulos (Devi y Haripriya, 2012; Kaushal et al., 2012). Dado que el almidón es el componente principal de las harinas, y la separación de este contenido de almidón en la sémola durante el proceso de obtención contribuiría a la reducción de las propiedades de empastado.

CONCLUSIONES

Del presente estudio realizado se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Las características nutricionales en harina refinada y sémola del grano de quinua de las dos variedades, el contenido (%) de proteína, grasa y carbohidrato, en consecuencia para la HRSI fue de 9.64%, 3.92 % y 75.48 %, así mismo, para la SSI fue de 15.51 %,10.45 % y 56.26 %. Por otro lado, para la para la HRCH es de 9.05 %,4.74 % y 75.59 % y por último, de la SCH de 19.06 %,10.45 % y 56.26 % respectivamente. Proporcionando el mayor valor energético la sémola de salcedo INIA con 400.24 kcal., estos hacen de la harina refinada y sémola de quinua un excelente valor agregado y se podrían utilizar en una amplia variedad de aplicaciones industriales.
- De acuerdo con los resultados de análisis de muestras por RVA, pudo evidenciarse la temperatura de empaste, viscosidad de pico, caída y final, encontrándose de la HRSI de 82.11 °C, 2680.37 cP, 2284.11 cP y 2687 cP, de igual modo para la SSI se obtuvo de 52.98 °C, 166.42 cP, 181.10 cP y 787.16 cP. Por otra parte, de la HRCH fue de 81.14 °C, 2673.57 cP, 2261.82 cP y 2787.86 cP, así mismo, de la SCH fue 52.55 °C, 1 68.96 cP, 181.74 cP y 554.60 cP. Las harinas refinadas presentan altos valores de viscosidad a diferencia de la sémola y de la harina integral. Estos son parámetros muy importantes para sugerir aplicaciones específicas apropiadas, para ser usada en la industria y desarrollar nuevos productos.

RECOMENDACIONES

A partir de la presente investigación realizada se recomienda:

- Determinar las propiedades morfológicas del grano, utilizando el microscopio electrónico de barrido (SEM), debido a que se puede obtener una correlación positiva con las características nutricionales y propiedades de empastado.
- Realizar un estudio de propiedad de empastado por medio de RVA, comparando con distintas variedades de quinua procedentes de diferentes zonas de producción.
- Realizar un estudio de evaluación nutricional de la harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua.
- Realizar un estudio de sus propiedades funcionales de cada uno de estos productos.
- Realizar estudios de otros parámetros químicos a fin de conocer el contenido de micronutrientes en las diferentes fracciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASR. (2016). Agencia Agraria San Román. *Avance de Innovación Tecnológica en quinua para la adaptación al cambio climático*. Altiplano de Puno.
- Acevedo, B., Avanza, M., Cháves, M. y Ronda, F. (2013). *Gelation, thermal and pasting properties of pigeon pea (Cajanus cajan L.), dolichos bean (Dolichos lablab L.) and jack bean (Canavalia ensiformis) flours*. *Journal of Food Engineering*, 119(1), 65–71. doi:10.1016/j.jfoodeng.2013.05.014
- Acosta, A. (2013). *Estudio de viscosidad aparente en sistemas simples y multi-fásicos de baja densidad en función de la temperatura, mediante el uso de un visco-analizador* (Tesis de Doctorado) Universidad Autónoma de Queretano. Recuperado de: <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/659/1/RI000272.pdf>
- Ahmed, I., Singh, D., Abas, A. y Singh, B. (2013). *Physico-chemical and functional properties of flours from Indian kidney bean (Phaseolus vulgaris L.) cultivars*. *LWT - Food Science and Technology*, 53, 278–284.
- Álvarez, C. (2014). *Formulación de una materia prima con competencia tecnológica para ser aplicada en el diseño de alimentos libres de gluten mejorados nutricionalmente* (Tesis de MSc) Universidad de Antioquia-Medellín.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemist. (1995). *Official methods of analysis*. Volumen I. Washington - Estados Unidos.
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R. y Pinedo, R. (2013). *Catálogo de las variedades comerciales en el Perú. Quinua año internacional*. pág 54-57.
- Apaza, V., (1977). *Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (Chenopodium quinoa Willd)* (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional Técnica del Altiplano. Puno, Perú. pg 97.
- Ayala, G., Ortega, L. y Morón, C. (2004). *Valor nutricional y usos de la quinua: Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. FAO. UNA. CIP. Santiago, Chile. pg 215-253.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. Mexico: Parson Educacion.

- Capelo, W. (2011). *Evaluación potencial de la quinua*. Quito - Ecuador.
- Cappa, C., Lucisano, M. y Mariotti, M. (2013). *Rheological properties of gels obtained from gluten-free raw materials during a short term aging*. *LWT - Food Science and Technology*, 53(2), 464–472. doi:10.1016/j.lwt.2013.02.027
- Carrillo, A. (1992). *Anatomía de la semilla de chenopodium berlandieri ssp.muttalliae (chenopodiaceae) Huauzontle (Tesis de maestría)*. Colegio de Postgraduados, Centro de Botanica. Montecillo, México. Recuperado de:
<http://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalsciences/article/view/1426/1081>.
- Ceron, R. (2002). *La quinua, un cultivo para el desarrollo de la zona andina: Empresa Agroindustrial INCA*. Cauca- Colombia.
- Cervilla, N. y Miranda, P. (2015). *Aprovechamiento integral del grano de quinua: Aspectos tecnológicos, fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales*. Córdoba-Argentina.
- Chung, J., Cho, W., Park, D., Kweon, K., y Lim, T. (2012). *In vitro starch digestibility and pasting properties of germinated brown rice after hydrothermal treatments*. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 451–456. doi:10.1016/j.jcs.2012.03.010
- CODEX. (1991). *Comisión de CODEX ALIMENTARIUS. Norma internacional de trigo y trigo duro*. Recuperado de: www.codexalimentarius.net/download/standards/CXS. pdf.
- Collazos, C. (1993). *La Composición de Alimentos de Mayor Consumo en el Perú*. 6ta edición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición. Banco Central de Reserva. Lima, Perú.
- Contreras, E. (1997). *Estandarización de calidad de harinas en la industria de la panificación a través de mejoradores. Estudio en pan blanco (Tesis de maestría)* UNAM FESC.
- Correa, J. (2012). *Efecto de celulosas modificadas y pectinas sobre la microestructura y atributos de calidad de la masa panaria*. Argentina:

Universidad Nacional de la plata. Centro de investigación y desarrollo en criotecnología de alimentos. Argentina.

- Cuadros, J. (2009). *Disponibilidad de nutrientes, rendimiento, pasting y aceptabilidad de los subproductos de la quinua sajama y blanca de juli* (Tesis de pregrado) Universidad Nacional del Altiplano - Puno.
- Devi, K. y Haripriya, S. (2012). *Pasting Behaviors of Starch and Protein in Soy Flour-Enriched Composite Flours on Quality of Biscuits. Journal of Food Processing and Preservation*, (Agarwal 1990), no–no. doi:10.1111/j.1745-4549.2012.00752.x
- Du, S., Jiang, H., Yu, X. y Jane, J. (2014). *Physicochemical and functional properties of whole legume flour. LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 308–313. doi:10.1016/j.lwt.2013.06.001
- Espinoza, V. (2008). *Estudios estructurales de almidón de fuentes no convencionales: mango (Mangifera indica L.) y plátano (Musa paradisiaca L.)* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/3598/1/ESTUDIOESTRUCTURALES.pdf>.
- FAO (2011). *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. oficina regional para América Latina y el Caribe*, 1- 49. Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/publicaciones/quinua-cultivo-milenario-seguridad-alimentaria/>.
- FAO (2013). *Año internacional de la quinua (AIQ). Santiago de Chile*. Recuperado el 30 de noviembre de 2014 de: <http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/aiq-2013/>.
- Fennema, O. (2015). *Química de los alimentos*. tercera edición, editorial agribia S.A. Zaragoza – España
- Gaciotti, M. (2007). *Los Alimentos y su Valor Nutritivo*. XXI curso internacional de lechería para profesionales de América Latina Argentina.
- Gallagher, E. (2009). *Gluten-Free Food Science and Technology* (1a. Ed.). Teagasc, Dublin, Ireland: Wiley - Blackwell Publishing Ltd.

- Greenfield, H.y Southgate, A. (2003). *Food composition data. Production, management and use* (2da. Ed.). Roma, Italia: FAO Publishing Management Service.
- Guizar, A. (2010). *Obtención y caracterización física y química del almidón de camote de cerro (dioscorea spp.)*. Ph.D. Michoacán, MX, IPN. 79p.
- Gusman, A. (2017). *Propiedades de la pasta en harana de quinua (chenopodium quinoa willd) durante el proceso de labado* . Juliaca.
- Gutiérrez, H. y de la Vara, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. Tercera edición, México.
- Gutiérrez, H. (2011). *Calidad nutricional de la pasta de semola de trigo sustituidas con la harina de pseudo-cereales."Estrategias para el mejoramiento de las alternativas de Transformación Agroindustrial de la Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd)* . Bogota.
- Hasjim, J., Li, E.y Dhital, S. (2013). *Milling of rice grains: effects of starch/flour structures on gelatinization and pasting properties*. *Carbohydrate polymers*, 92(1), 682–90. doi:10.1016/j.carbpol.2012.09.023
- Hoover, R. y Ratnayake, W. (2002). *Starch characteristics of black bean, chick pea, lentil, navy bean and pinto bean cultivars grown in Canada*. *Food Chemistry* 78(4):489-498.
- Hwang, J. y Kokini, I. (1992). *Contribución de las ramas laterales para las propiedades reológicas de las pectinas*. *Carbohidratos y Polímeros.*, 41-50.
- IESN. (2001). *Intituto de Estudios de Salud Natural de Chile. todo sobre quinua*.en. Obtenido de <http://www.geolities.com/isnchie/quinoa.html>.
- Jacobsen, S., Mjica, A. y Portillo, Z. (2001). *Primer taller Internacional en quinua: recurso genético y sistema de producción*. Proyecto quinua CIP- DANIDA, UNALM, CIP, UNAP. Lima-Perú.
- Kaur, M., Sandhu, S. y Lim, T. (2010). *Microstructure, physicochemical properties and in vitro digestibility of starches from different Indian lentil (Lens culinaris) cultivars*. *Carbohydrate Polymers*, 79(2), 349–355. doi:10.1016/j.carbpol.2009.08.017

- Kaushal, P., Kumar, V. y Sharma, K. (2012). *Comparative study of physicochemical, functional, antinutritional and pasting properties of taro (Colocasia esculenta), rice (Oryza sativa) flour, pigeonpea (Cajanus cajan) flour and their blends*. *LWT - Food Science and Technology*, 48(1), 59–68. doi:10.1016/j.lwt.2012.02.028
- León, A. y Rosell, C. (2007). *De Tales Harinas, Tales Panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*. (1a. Ed.). Córdoba, Argentina.
- Li, E., Dhital, S. y Hasjim, J. (2013). *Effects of grain milling on starch structures and flour / starch properties*. *Starch Journal*, 00, 1–13. doi:10.1002/star.201200224
- Llerena, O. (2010). *Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de pastas y galletas* (Tesis de maestría) Riobamba-Ecuador.
- Lloremte, J. R. (2008). *Quinua: Un autentico superalimento*. en. Recuperado de: <http://www.dsalud.com/index.php>.
- Meyhuay, M. (2000). *Quinua: postharvest operations*. Ed. AGSI/FAO. Instituto de desarrollo agroindustrial
- MINISTERIO DE AGRICULTURA- MINAGRI (2017). *Producción de la quinua*.
- Mishra, S.; Rai, T. (2006.). *Morphology and functional properties of corn, potato and tapioca starches*. *Food Hydrocolloids* 20(5):557-566.
- Moorthy, S. (2002). *Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: a review*. *Starch-Stärke*, 54(12):559-592.
- Mora, A. (2012). *Evaluación de la calidad de cocción y calidad sensorial de la pasta a partir de la mezcla de sémola de trigo y haina de quinua*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Colombia Facultad de ciencias agropecuarias maestría en ciencias y tecnología de alimentos . Sede Medellín.
- Mufari, J. (2015). *Aprovechamiento integral del grano de quinua: Aspectos tecnológicos, fisicoquímicos, nutricionales y sensoriales*. Córdoba-Argentina.
- Mujica, A., Izquierdo, J. y Marathe, J. (2001). *Origen y descripción de la quinua*. obtenido de cultivos andinos FAO-. Recuperado de

<http://www.rcl.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/03/cap1.htm#5> libro

- Mujica, A., Ortiz, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G. y Romero, A. (2006). *Agroindustria de la quinua (Chenopodium quinoa willd) en los países andinos*. Proyecto quinua. Puno- Perú.
- NTP. (2013). Norma Técnica Peruana. Quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*), *Granos andinos, harina de quinua*. INACAL. Requisitos. 011.451-2013. 1ra Edición.
- Otero, B. (2012). *Nutrición*. Primera edición.
- Othón, R., y Serna, S. (2003). *Manufactura y control de calidad en los productos basados en cereales*. Agt,S.A. Mexico,D.F.
- Parker, J. (2005). *Obtención y caracterización de la harina integral de quinua orgánica*. Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile.
- Pérez, A. y García, R. (2013). *Evaluación del comportamiento reológico de dos muestras de harina de trigo (Triticum aestivum L) acondicionada con mezcla de fibras comerciales* (tesis de pregrado) Universidad Nacional abierta y a Distancia UNAD escuela de ciencias básicas tecnología e ingeniería - Duitama
- Pineda, P., Acosta, A., Coral, D., Rosales, A., Sanchez, L., Rojas, I. y Rodríguez, M. (2012). *Physicochemical characterization of traditional and commercial instant corn flours prepared with threshed white corn*, CYTA- journal of food, 10:4, 287-295, DOI:10.1080/19476337.
- Prego, I., Maldonado, S., Otegui, M. (1998). *Seed Structure and Localization of Reserves in Chenopodium quinoa* *Annals of Botany*.
- Pumacahua, A. (2014). *Propiedades morfológicas térmicas e químicas de almidón de cuatro variedades de quinua* (tesis de doctorado). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Brasil: .
- RAE. (2017). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de real academica española: <http://dle.rae.es/bNuKiJF>.

- Rivas, M. (2006). *Caracterización fisicoquímica y molecular del almidón de plátano (Musa paradisiaca L. var. Macho) modificado por métodos químicos* (Tesis de Maestría). Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/7621/1/9.pdf>
- Rodríguez, G. (2003). *Proceso Productivo de Materias Primas y Pastas*. taller presentado en: Alimento Polar Planta Maracaibo.
- Rojas, W., Pinto, M., Soto, J. y Alcocer, E. (2010). *Valor nutricional, agroindustrial y funcional de los granos andinos: Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y amaranto*. Bolivia.
- Romee, J., Seema, C. Saxena y Sukhcharn (2013). *Pasting and thermal properties of starch extracted from Chenopodium Album Grain*.
- Scarpati, Z. y Briceño O. (1980). *Evaluación de la composición química y nutricional de algunas entradas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) del banco de germoplasma de la Universidad Técnica del Altiplano*. *Annales Científico* 18: 125–143.
- Siddiq, M., Kelkar, S., Harte, B., Dolan, D. y Nyombaire, G. (2013). *Functional properties of flour from low-temperature extruded navy and pinto beans (Phaseolus vulgaris L.)*. *LWT - Food Science and Technology*, 50(1), 215–219. doi:10.1016/j.lwt.2012.05.024
- Srichuwong, S. y Jane, J. (2007). *Phycochemical properties of starch affected by molecular composition and structure: a review*. *Food science and biotechnology*.
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). *"Guía de campo de los cultivos andinos"*, FAO y ANPE. Lima.
- Tapia, M., Gandarillas, H., Alandias, S. (1979). *La quinua y la Kañiwa: cultivos andinos*. Bogota- Colombia.
- Tiwari, K., Gowen, A. y McKenna, B. (2011). *Pulse Foods Processing, Quality and Nutraceutical Applications* (1ra. Ed.). San Diego, CA, USA: Elsevier Inc.

Waterschoot, J., Gomand, S. Fierens, E. y Delcour, J. (2015). *Production, structure, physicochemical and functional properties of maize, cassava, wheat, potato and rice starches*. *Starch-Stärke* 67(1-2):14-29.

Zamudio, T. (2003). "Quinoa" *Programa Panamericana de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica cultural y social*. Recuperado de <http://www.prodiversitas.bioetica.org/quinua.html>

ANEXOS

ANEXO 1. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 011.451.2013

NTP 011.451:2013.granos andinos
Harina de quinua. Requisitos

NORMA TECNICA
PERUANA

NTP 0011.451
5 de 8

3. DEFINICIONES

3.1 **quinua procesada (beneficiada):** Son los granos de quinua que han sido sometidos a operaciones de limpieza y selección (clasificado, escarificado, lavado, secado y/o despedrado), resultando un producto destinado para el consumo.

3.2 **harina de quinua:** Producto obtenido de la molienda de los granos de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*) procesados (beneficiado), que han sido sometidos un proceso de trituración y molienda, reduciéndolos a determinados grados de granulometría para los distintos usos a los que se destine.

3.3 **almidón:** Hidrato de carbono que forma parte de la harina de quinua y que está constituida por pequeños gránulos cuya forma y tamaño característico indica el vegetal del cual proviene.

3.4 **proteína:** Macromoléculas constituidas por aminoácidos que forman parte de la harina de quinua y que contiene todos los aminoácidos esenciales y no esenciales para el ser humano.

3.5 **grasa:** Triglicéridos que forman parte de la harina de quinua y que están constituido por glicerol y ácidos grasos esenciales que proporcionan energía necesaria para el ser humano.

3.6 **fibra:** Macromoléculas solubles e insolubles, presentes en la harina de quinua, que no pueden ser digeridos por las enzimas y ácidos del sistema digestivo pero que poseen propiedades funcionales para el ser humano.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos generales

5.1.1 la quinua procesada (beneficiada) de la que se obtenga la harina deberá estar sana y limpia, asimismo deberá cumplir con los requisitos establecidos en la NTP 205.06.

5.1.2 la quinua, así como todos los ingredientes y aditivos que se agreguen, deberán ser inocuos y apropiados para el consumo humano, podrá contenerlos aditivos permitidos por la legislación vigente, el país de destino lo establecido por el Codex Alimentarius.

5.1.3. Los límites máximos para residuos de plaguicidas en la harina de quinua no deben exceder los establecidos por el Codex alimentarius y/o el país del destino para este producto

5.2. Requisitos específicos

La harina de quinua deberá ajustarse a los siguientes requisitos:

5.2.1 Requisitos organolépticos

- **Aspecto:** exenta de toda sustancia o cuerpo extraño a su naturaleza
- **Color:** blanco, blanco cremoso, blanco amarillento o color característico según variedad o variedades.
- **Olor y sabor:** característico de la harina de quinua. La harina de quinua deberá estar exenta de sabores y olores extraños (ejemplo: olores producidos a causa de mohos)
- **Consistencia:** polvo homogéneo sin aglomeraciones (grumos) de ninguna clase, considerando la comparación natural del envasado y estivado.

5.3. Requisitos fisicoquímicos

La harina de quinua debe cumplir con los siguientes requisitos fisicoquímicos especificados en la tabla 1.

Tabla 1- requisitos fisicoquímicos para la harina de quinua.

Requisitos	Unidad	Valores		Método de ensayo
		Mínimo	Máximo	
Humedad	%		13.5	AOAC 945.15
Proteínas	%	10		AOAC 992.23 ISO 1871
Fibra cruda	%	1.70		AOAC 945.38
Cenizas totales	%		3.0	AOAC923.03 ISO 2171
Grasa	%	4.0		AOAC 945.38
Carbohidratos por diferencias	%	72.7		Determinación indirecta por la diferencia de 100 en %
Acides (expresadas como ácido oleico)	%		1	ISO 7305

ANEXO 2. INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Ciudad Universitaria, Av. Sesquicentenario N° 1150, Telf.: (051)599430 / IP. 10301 / (051) 366080

LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0149-2017-LENA-EPIA

SOLICITANTE : UNAJMA
 PROCEDENCIA : UNAJMA - Adahuaylas
 RUC : 20527760314
 PRODUCTOS : HARINA, INTEGRAL Y SEMOLA DE QUINUA (Variedades Choclitó e INIA salcedo)
 ENSAYO SOLICITADO : -FÍSICO QUÍMICO Y MINERALES
 FECHA DE RECEPCIÓN : 06 de Setiembre del 2017
 FECHA DE ENSAYO : 06 de Setiembre del 2017
 FECHA DE EMISIÓN : 28 de Setiembre del 2017

RESULTADOS:

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

RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

MUESTRA	% Sólidos Totales	% Humedad	% Ceniza	% Proteína	% Grasa	% Fibra	% Carbohidratos
Harina Var. Choclitó R1	90,84	9,16	0,70	9,02	4,76	0,80	75,56
R2	90,98	9,02	0,72	9,02	4,83	0,85	75,56
R3	90,90	9,10	0,70	9,11	4,63	0,82	75,64
Integral Var. Choclitó R1	92,00	8,00	1,57	14,91	8,87	1,91	64,74
R2	91,95	8,05	1,60	15,13	8,79	1,88	64,55
R3	92,03	7,97	1,58	15,13	8,83	1,93	64,56
Sémola Var. Choclitó R1	92,03	7,96	2,25	19,14	10,48	4,01	56,16
R2	92,10	7,90	2,28	18,91	10,45	4,03	56,43
R3	92,00	8,00	2,26	19,14	10,43	3,98	56,19
Harina INIA Salcedo R1	91,23	8,77	0,79	9,79	3,93	1,44	75,28
R2	91,28	8,72	0,81	9,57	3,90	1,41	75,59
R3	91,25	8,75	0,77	9,57	3,92	1,43	75,56
Integral INIA Salcedo R1	91,75	8,25	1,49	14,02	9,02	2,21	65,01
R2	91,80	8,20	1,50	13,80	9,00	2,20	65,30
R3	91,71	8,29	1,47	14,02	8,97	2,18	65,07
Sémola INIA Salcedo R1	92,09	7,91	1,80	15,58	10,87	3,70	60,14
R2	92,12	7,88	1,84	15,37	10,95	3,72	60,24
R3	92,07	7,93	1,82	15,58	10,90	3,68	60,09

MÉTODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:

- AOAC. 1990

CONCLUSIÓN

: Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, C. U. 28 de Setiembre del 2017



Oswaldo Arpa Alca
 INGENIERO AGROINDUSTRIAL
 C.I.P. 160925

ANEXO 3. LSD PARA EL PORCENTAJE DE HUMEDAD.

Tabla A: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
SSI	3	7.90667	X
SCH	3	7.95333	X
HRSI	3	8.74667	X
HRCH	3	9.09333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI	*	0.346667	0.0879783
HRCH - SCH	*	1.14	0.0879783
HRCH - SSI	*	1.18667	0.0879783
HRSI - SCH	*	0.793333	0.0879783
HRSI - SSI	*	0.84	0.0879783
SCH - SSI		0.0466667	0.0879783

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 4. LSD PARA EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA.

Tabla B: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
HRCH	3	9.05	X
HRSI	3	9.64333	X
SSI	3	15.51	X
SCH	3	19.0633	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI	*	-0.593333	0.212951
HRCH - SCH	*	-10.0133	0.212951
HRCH - SSI	*	-6.46	0.212951
HRSI - SCH	*	-9.42	0.212951
HRSI - SSI	*	-5.86667	0.212951
SCH - SSI	*	3.55333	0.212951

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 5. LSD PARA EL PORCENTAJE DE FIBRA CRUDA.

Tabla C: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
HRCH	3	0.823333	X
HRSI	3	1.42667	X
SSI	3	3.7	X
SCH	3	4.00667	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI	*	-0.603333	0.0410357
HRCH - SCH	*	-3.18333	0.0410357
HRCH - SSI	*	-2.87667	0.0410357
HRSI - SCH	*	-2.58	0.0410357
HRSI - SSI	*	-2.27333	0.0410357
SCH - SSI	*	0.306667	0.0410357

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 6. LSD PARA EL PORCENTAJE DE CENIZAS TOTALES.

Tabla D: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
HRCH	3	0.706667	X
HRSI	3	0.79	X
SSI	3	1.82	X
SCH	3	2.26333	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI	*	-0.0833333	0.0321558
HRCH - SCH	*	-1.55667	0.0321558
HRCH - SSI	*	-1.11333	0.0321558
HRSI - SCH	*	-1.47333	0.0321558
HRSI - SSI	*	-1.03	0.0321558
SCH - SSI	*	0.443333	0.0321558

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 7. LSD PARA EL PORCENTAJE DE GRASA.

Tabla E: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
HRSI	3	3.91667	x
HRCH	3	4.74	x
SCH	3	10.4533	x
SSI	3	10.84	x

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI	*	0.823333	0.12442
HRCH - SCH	*	-5.71333	0.12442
HRCH - SSI	*	-6.1	0.12442
HRSI - SCH	*	-6.53667	0.12442
HRSI - SSI	*	-6.92333	0.12442
SCH - SSI	*	-0.386667	0.12442

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 8. LSD PARA EL PORCENTAJE DE CARBOHIDRATO.

Tabla F: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
SCH	3	56.26	x
SSI	3	60.1567	x
HRSI	3	75.4767	x
HRCH	3	75.5867	x

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI		0.11	0.228865
HRCH - SCH	*	19.3267	0.228865
HRCH - SSI	*	15.43	0.228865
HRSI - SCH	*	19.2167	0.228865
HRSI - SSI	*	15.32	0.228865
SCH - SSI	*	-3.89667	0.228865

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 9. PROPIEDADES DE EMPASTADO (RVA) DE LA HRSI y SSI.

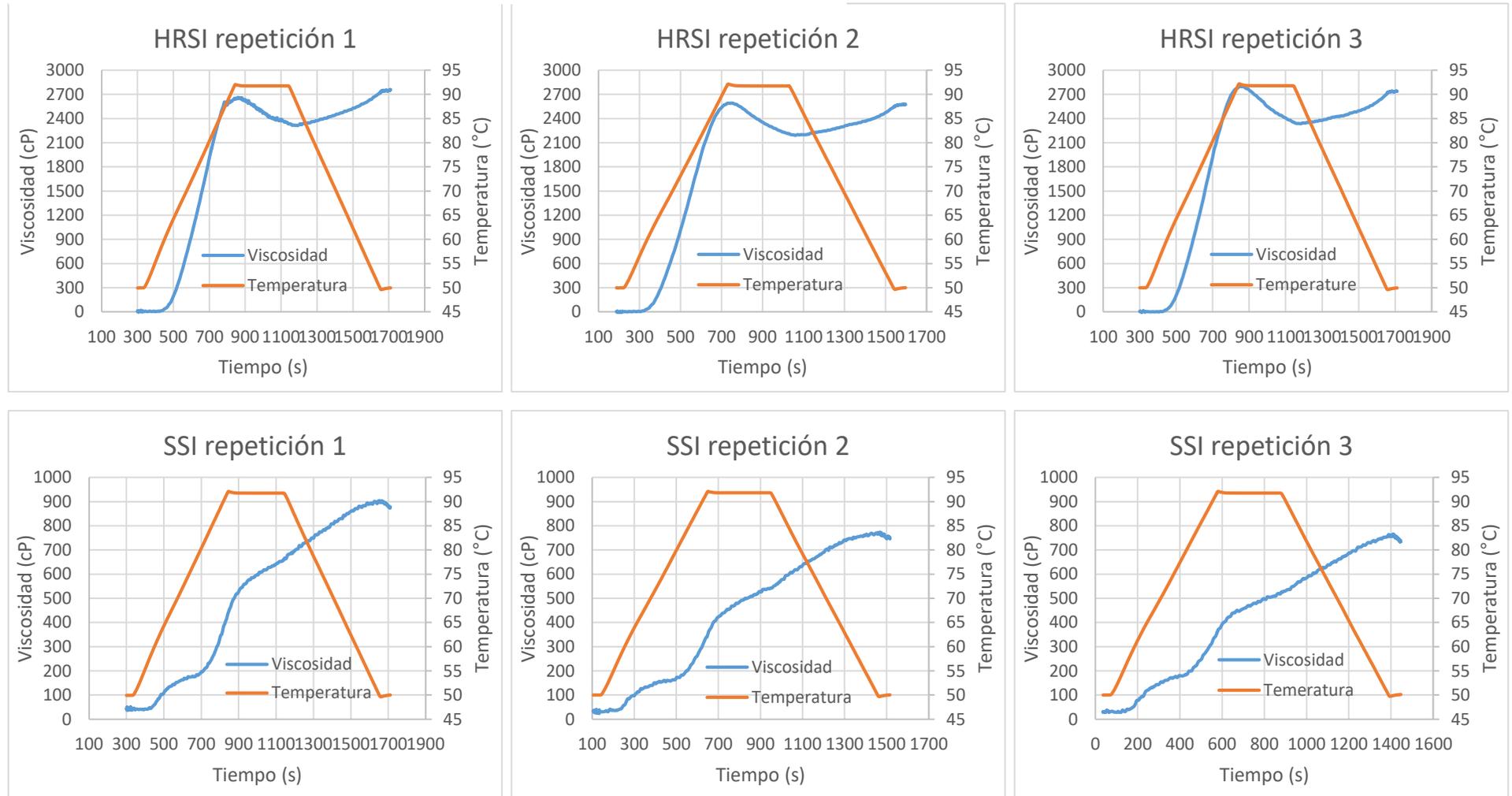


Figura 17. Figuras obtenidas de la HRSI y SSI en el laboratorio de procesos industriales de la Pontificia Universidad Católica Del Perú.

ANEXO 10. PROPIEDADES DE EMPASTADO (RVA) DE LA HRCH y SCH.

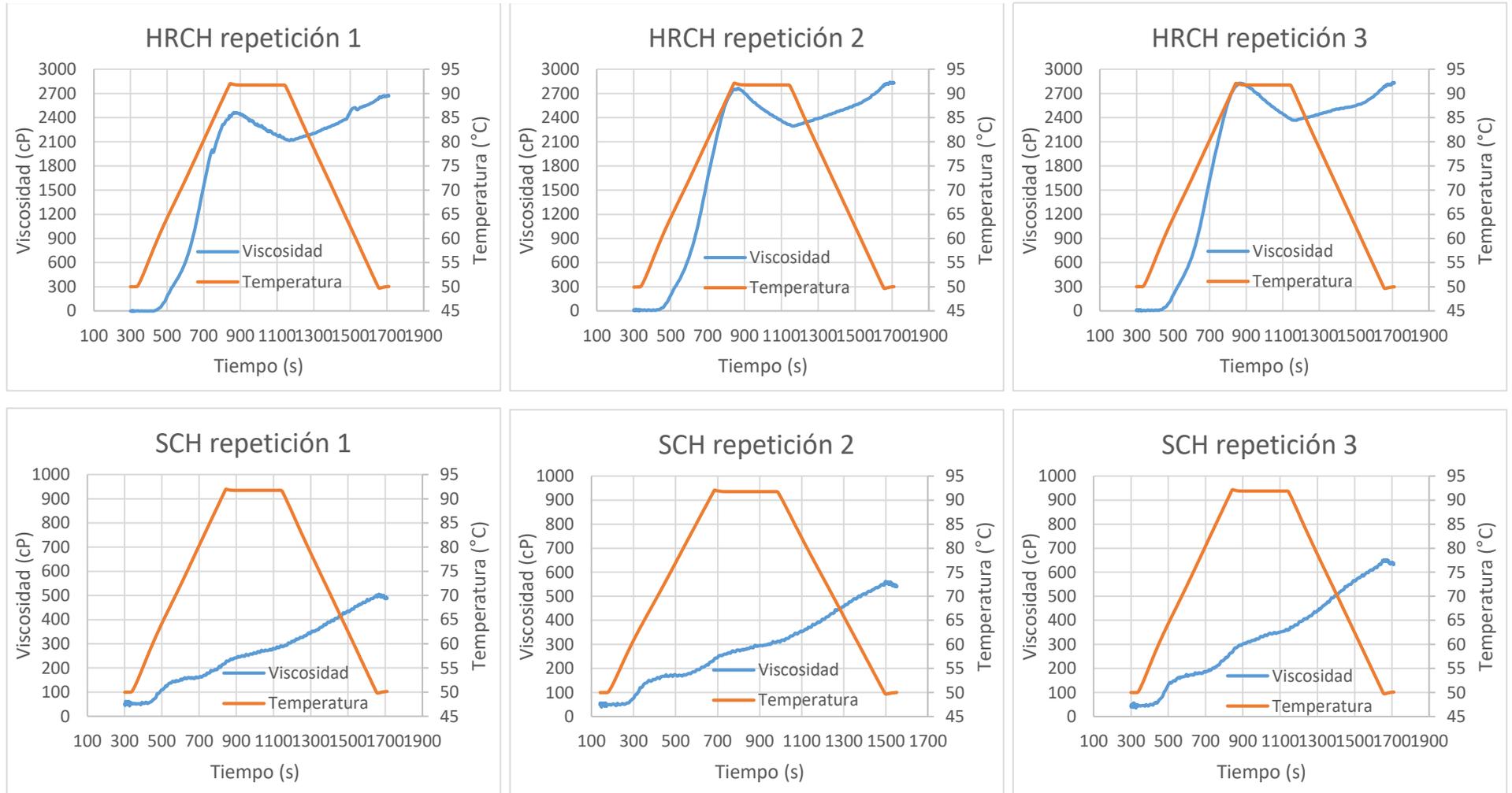


Figura 18. Figuras obtenidas de HRSI y SSI en el laboratorio de procesos industriales de la Pontificia Universidad Católica Del Perú.

ANEXO 11. LSD PARA LA TEMPERATURA DE EMPASTE.

Tabla G: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
SCH	3	52.5533	X
SSI	3	52.98	X
HRCH	3	81.14	X
HRSI	3	82.1133	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI		-0.973333	2.70313
HRCH - SCH	*	28.5867	2.70313
HRCH - SSI	*	28.16	2.70313
HRSI - SCH	*	29.56	2.70313
HRSI - SSI	*	29.1333	2.70313
SCH - SSI		-0.426667	2.70313

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 12. LSD PARA LA VISCOSIDAD DE PICO.

Tabla H: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
SSI	3	166.42	X
SCH	3	168.96	X
HRCH	3	2673.56	X
HRSI	3	2680.37	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI		-6.81	207.273
HRCH - SCH	*	2504.6	207.273
HRCH - SSI	*	2507.14	207.273
HRSI - SCH	*	2511.41	207.273
HRSI - SSI	*	2513.95	207.273
SCH - SSI		2.54	207.273

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 13. LSD PARA LA VISCOSIDAD DE CAÍDA.

Tabla I: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
SSI	3	181.1	X
SCH	3	181.733	X
HRCH	3	2261.82	X
HRSI	3	2284.11	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI		-22.29	132.059
HRCH - SCH	*	2080.09	132.059
HRCH - SSI	*	2080.72	132.059
HRSI - SCH	*	2102.38	132.059
HRSI - SSI	*	2103.01	132.059
SCH - SSI		0.633333	132.059

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 14. LSD PARA ROMPIMIENTO.

Tabla J: Pruebas de Múltiple Rangos de rompimiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
SSI	3	-14.68	X
SCH	3	-12.7733	X
HRSI	3	396.26	X
HRCH	3	411.743	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI		15.4833	91.6121
HRCH - SCH	*	424.517	91.6121
HRCH - SSI	*	426.423	91.6121
HRSI - SCH	*	409.033	91.6121
HRSI - SSI	*	410.94	91.6121
SCH - SSI		1.90667	91.6121

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 15. LSD PARA LA VISCOSIDAD FINAL.

Tabla K: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
SCH	3	554.597	X
SSI	3	787.157	X
HRSI	3	2687.15	X
HRCH	3	2787.85	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI		100.707	170.508
HRCH - SCH	*	2233.26	170.508
HRCH - SSI	*	2000.7	170.508
HRSI - SCH	*	2132.55	170.508
HRSI - SSI	*	1899.99	170.508
SCH - SSI	*	-232.56	170.508

* indica una diferencia significativa.

ANEXO 16. LSD PARA LA RETROGRADACIÓN.

Tabla L: Pruebas de Múltiple Rangos de retrogradación

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
SCH	3	372.863	X
SSI	3	414.4	XX
HRCH	3	526.033	XX
HRSI	3	613.277	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
HRCH - HRSI		-87.2433	118.552
HRCH - SCH	*	153.17	118.552
HRCH - SSI		111.633	118.552
HRSI - SCH	*	240.413	118.552
HRSI - SSI	*	198.877	118.552
SCH - SSI		-41.5367	118.552

* indica una diferencia significativa

ANEXO 17. MATRIZ DE CONSISTENCIA

	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DEFINICIÓN DE OPERACIONES						RECOLECCIÓN DE DATOS	
				VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR ESCALAR	DISEÑO DE MÉTODO	TÉCNICA	INSTRUMENTO
G	¿Qué características nutricionales y propiedades de empastado presentan la harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) INIA salcedo y chochlo?	Determinar y comparar las diferencias que existen en las características nutricionales y propiedades de empastado en harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) INIA salcedo y chochlo.	Las características nutricionales y las propiedades de empastado en harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) salcedo INIA y chochlo son diferentes.	Variedad salcedo INIA y chochlo	Son grupos en que se dividen algunas especies de plantas y que se distinguen entre sí por ciertos caracteres	Masa	Grado de extracción de la harina refinada 80 %	g	experimental	Molienda y tamizado	Balanza
							Grado de extracción de la sémola 79 %	g	Experimental	Molienda y tamizado	Balanza
E1	¿Qué características nutricionales presenta la harina refinada y sémola de las dos variedades quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) salcedo INIA y chochlo?	Determinar las características nutricionales en harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) salcedo INIA y chochlo	Las características nutricionales en harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) salcedo INIA y chochlo son diferentes.	Características nutricionales	Propiedades que realzan las características de un alimento, tomando en cuenta su composición química	Química	Humedad	%	descriptivos	M. Estufa	Estufa
							Proteína	%	descriptivos	M. kjendahl	kjendahl
							Fibra cruda	%	descriptivos	M. Gravimétrico	Gravimétrico
							Ceniza	%	descriptivos	M. Mufia	Mufia
							Grasa	%	descriptivos	M. Soxhlet	Soxhlet
							Carbohidrato	%	descriptivos	M. Diferencia	Diferencia
E2	¿Qué propiedades de empastado presentan la harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) INIA salcedo y chochlo?	Determinar las propiedades de empastado en harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) INIA salcedo y chochlo	Las propiedades de empastado en harina refinada y sémola de las dos variedades de quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) salcedo INIA y chochlo son diferentes según la variedad.	Propiedades de empastado	comportamiento de una pasta formada por harina y agua en un ciclo de calentamiento y enfriamiento	Física	Temperatura de empastado	°C	descriptivos	Instrumental	RVA
							Viscosidad pico	cP	descriptivos	Instrumental	RVA
							Viscosidad de caída	cP	descriptivos	Instrumental	RVA
							Viscosidad final	cP	descriptivos	Instrumental	RVA