UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

"EFECTO DEL MALTEADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), KAÑIWA (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) y KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) EN LA ELABORACION DE GALLETAS"

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ROGER ROQUE SALAS DELGADO

ABANCAY- PERÚ

2010

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURIMAC

CÓDIGO	MFN
T IAG S 2010	
	BIBLIOTECA CENTRAL

FECHA DE INGRESO: 28 MAR 2012

Nº DE INGRESO: 00223

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

"EFECTO DEL MALTEADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*), KAÑIWA (*Chenopodium pallidicaule aellen*) y KIWICHA (*Amaranthus caudatus*) EN LA ELABORACION DE GALLETAS"

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
ROGER ROQUE SALAS DELGADO

INTEGRANTES COMO JURADOS Y ASESOR

.....
M. Sc. Víctor Hugo Sarmiento Casavilca
PRESIDENTE

.....
Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres
PRIMER MIEMBRO

.....
Lic. Cándida López Loayza
SEGUNDO MIEMBRO

.....
Ing. M.C. Fulgencio Vilcanqui Pérez
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, el arquitecto de mi vida que bendice la existencia de mis padres y que me da la fuerza a diario para un trabajo constante y cumplir con mis metas.

A mis padres Roque Salas Valderrama y Elisa Delgado Bustinza por su trabajo diario desde las tierras inhóspitas de mí tierra Antabamba y mi querido Sabayno, a mis hermanos: Chano, Clorinda, Sulma, Roque y Romario por darme la alegría y la fuerza de un trabajo digno.

A mi novia Lourdes Zanabria Sánchez fuente de inspiración por su apoyo moral.

AGRADECIMIENTOS

- Al Ing. M.C. Fulgencio Vilcanqui Pérez por el asesoramiento y el apoyo profesional para la realización de esta tesis.

- Al Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres y la Lic. Cándida López Loayza por el asesoramiento y apoyo profesional.

- A la familia Salas-Delgado por su apoyo material, económico y moral durante el estudio de los 5 años dentro de la universidad y ejecución de la tesis.

- Al Ing. M.Sc. Víctor Hugo Sarmiento Casavilca por su invaluable asesoría durante la elaboración y redacción de esta tesis.

- Al Ing. M.Sc. Iván Alonso Marx Herrera Bernabé por su invaluable asesoría durante la elaboración y redacción de esta tesis desde la ciudad de Lima.

- A los amigos que estuvieron durante la ejecución de mi tesis: José Antonio Bustinza, Jinmer Bravo, Isaac Otero y Edgar Condori.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN Y ABSTRACT

SECCION **Pag.**

I. INTRODUCCIÓN 1

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 3

2.1. QUINUA 3

2.1.1. Origen e Historia 3

2.1.2. Clasificación taxonómica 3

2.1.3. Morfología 4

2.1.4. Variedades y cultivares actualmente utilizados 6

2.1.5. Composición y Valor Nutritivo 8

2.1.6. Producción local de la quinua 13

2.2. KAÑIWA 13

2.2.1. Origen e historia 13

2.2.2. Clasificación taxonómica 13

2.2.3. Valor nutritivo 15

2.2.4. Formas de utilización 16

2.2.5. Producción, rendimiento y destino de la kañiwa 16

2.2.6. Producción local de la kañiwa 17

2.3. KIWICHA 18

2.3.1. Origen e historia 18

2.3.2. Clasificación taxonómica 18

2.3.3. Morfología 19

2.3.4. Variedades y cultivares actualmente utilizados 19

2.3.5. Uso alimentario 20

2.3.6. Producción local de la kiwicha 21

2.4. TRIGO 21

2.4.1. Producción nacional e importación 21

2.4.2. Características del grano de trigo 22

2.4.3. Tipos de trigo 22

2.4.4. Obtención de harina de trigo 23

2.4.5. Características de la harina de trigo 23

2.4.6. Composición química del grano y de la harina 24

2.4.7. Evaluación de la calidad de la harina 26

2.4.8. Harinas sucedáneas del trigo 27

2.5. GALLETAS 27

2.5.1. Aspectos generales de las galletas..... 27
2.5.2. Especificaciones sensoriales..... 28
2.5.3. Estado de inocuidad..... 29
2.5.4. Ingredientes y materias primas..... 29
2.5.5. Elaboración de galletas dulces..... 33
2.5.5.1. Mezclado..... 33
2.5.5.2. Moldeado de la masa..... 33
2.5.5.3. Horneado..... 34
2.5.5.4. Factor de esparcimiento..... 34
2.5.6. Análisis sensorial..... 35
2.5.7. Determinación de aminoácidos esenciales..... 35
2.5.8. Computo químico..... 36
2.6. MALTEO..... 37
2.6.1. Etapas del malteo..... 37
2.6.1.1. Remojo..... 37
2.6.1.2. Germinación..... 39
2.6.1.3. Secado..... 40
2.6.2. Efectos del malteo sobre la composición química..... 41
2.6.2.1. Carbohidratos..... 41
2.6.2.2. Proteína..... 42
2.6.2.3. Grasas..... 42
2.6.2.4. Vitaminas..... 43
2.6.2.5. Minerales..... 43
2.6.3. Usos de la malta..... 44
2.7. FIBRA..... 45
2.7.1. Definición..... 45
2.7.2. Componentes de la fibra dietaria..... 46
2.7.3. Clasificación de la fibra dietaria..... 48
2.7.4. Propiedades funcionales de la fibra dietaria..... 50
2.8. METODOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE PROTEINAS... 51
2.8.1. Digestibilidad in vitro..... 51
2.8.2. Digestibilidad en vivo..... 52
2.8.3. Digestibilidad in situ..... 52
III. MATERIALES Y MÉTODOS..... 53
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN..... 53
3.2. MATERIA PRIMA..... 53
3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS..... 54
3.3.1. Materiales..... 54
3.3.2. Equipos..... 54
3.3.3. Reactivos..... 55
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS..... 56
3.4.1. Composición proximal (Métodos AOAC, 1995)..... 56
3.4.2. Fibra bruta (Método AOAC 991.43, 1995)..... 57

3.4.3. Digestibilidad in vitro (Método AOAC 971.09, 1995)..... 57
3.4.4. Determinación del rendimiento de la malta en base seca..... 58
3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL..... 58
3.5.1. Análisis fisicoquímico de los granos andinos..... 58
3.5.2. Obtención de la harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada..... 58
3.5.3. Análisis fisicoquímico de la harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada..... 61
3.5.4. Elaboración de galletas dulces (Cookies)..... 61
3.5.4.1. Proceso de elaboración de galletas..... 62
3.5.4.2. Ensayo de la formula patrón..... 63
3.5.4.3. Ensayos para la estandarización de la formula final..... 64
3.5.4.4. Ensayo definitivo..... 64
3.5.5. Caracterización sensorial y fisicoquímica de las galletas con inclusión de harina de quinua kañiwa y kiwicha malteada..... 67
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... 67
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 68
4.1. PROCESO DEL MALTEO Y OBTENCION DE LA HARINA..... 68
4.1.1. Remojo..... 68
4.1.2. Germinación..... 69
4.1.3. Secado..... 70
4.2. RENDIMIENTO DE LA MALTA..... 71
4.3. COMPOSICION FISICOQUIMICO DE LOS GRANOS GERMINADOS Y NO GERMINADOS..... 72
4.3.1. Proteína..... 74
4.3.2. Grasa..... 75
4.3.3. Ceniza..... 75
4.3.4. Fibra bruta..... 76
4.3.5. Carbohidratos..... 77
4.4. DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LOS GRANOS GERMINADOS Y NO GERMINADOS..... 77
4.5. COMPOSICION FISICOQUIMICO DE LAS GALLETAS..... 80
4.6. FORMULACION DE LAS GALLETAS..... 81
4.7. DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LAS GALLETAS..... 84
4.8. CARACTERISTICAS SENSORIALES DE LAS GALLETAS..... 84
V. CONCLUSIONES..... 86
VI. RECOMENDACIONES..... 88
VII. BIBLIOGRAFÍA..... 89
VIII. ANEXOS..... 101

ÍNDICE DE CUADROS

SECCION **Pag.**

Cuadro 1: Detalles Morfológicos de la planta de quinua..... 5
Cuadro 2: Distribución de las diferentes variedades de quinua..... 7
Cuadro 3: Composición general de la semilla de quinua (desaponizada)..... 9
Cuadro 4: Contenido de aminoácidos (g/100 g) de quinua y otros granos..... 9
Cuadro 5: Contenido de amilosa y amilopectina para dos variedades de quinua 11
Cuadro 6: Clasificación de la kañiwa según tres autores..... 14
Cuadro 7: Composición proximal de los granos andinos (g/100g base seca)..... 15
Cuadro 8: Análisis químico de los componentes del grano de kañiwa obtenidos en la molienda..... 15
Cuadro 9: Contenido comparativo de aminoácidos en diferentes fuentes y en kañiwa, en 100 g de proteína..... 16
Cuadro 10: Superficie cosechada de kañiwa a nivel nacional en hectáreas..... 17
Cuadro 11: Producción y destino de kañiwa en comunidades de puno (campaña agrícola 1987-1998)..... 17
Cuadro 12: Composición química de dos variedades de Kiwicha por 100 g de porción comestible..... 20
Cuadro 13: Distribución de la grasa en el grano del trigo..... 25
Cuadro 14: Composición química de la harina de trigo..... 26
Cuadro 15: Componentes de la fibra dietaria..... 47
Cuadro 16: Formula base galletera..... 63
Cuadro 17: Tiempo de remojo de los granos a una T° de 16.5°C en promedio... 69
Cuadro 18: Rendimiento de la malta de quinua, kañiwa y kiwicha en base seca 71
Cuadro 19: Composición proximal de la quinua no germinada y germinada en base seca g / 100 g..... 73
Cuadro 20: Composición proximal de la kiwicha no germinada y germinada en base seca g / 100 g..... 73
Cuadro 21: Composición proximal de la kañiwa no germinada y germinada en base seca g / 100 g..... 73
Cuadro 22: Digestibilidad in vitro de la quinua no germinada y germinada..... 79
Cuadro 23: Digestibilidad in vitro de la kiwicha no germinada y germinada.... 79
Cuadro 24: Digestibilidad in vitro de la kañiwa no germinada y germinada..... 79
Cuadro 25: Composición proximal de las galletas g/100g en base seca..... 80
Cuadro 26: Formula de las galletas dulces (Cookies)..... 81
Cuadro 27: Modificación de la formula galletera..... 82
Cuadro 28: Digestibilidad in vitro de las galletas..... 84

ÍNDICE DE FIGURAS

SECCION **Pag.**

Figura 1. Sección longitudinal media del grano de quinua (*Chenopodium quinoa willd.*)..... 6

Figura 2. Diagrama de secciones transversales (a) y longitudinal (b) de la semilla del amaranto..... 19

Figura 3. Esquema experimental para la obtención de la harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada..... 60

Figura 4: Diagrama de flujo de elaboración de galletas en sustitución parcial de harina trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada..... 65

Figura 5: Diseño experimental del efecto del malteado de quinua, kiwicha y kañiwa en la elaboración de galletas..... 66

Figura 6: Galleta obtenida con formula según AACC 1983..... 81

Figura 7: Galletas con harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada, los tres cereales en la misma proporción forman el 20%..... 83

Figura 8: Galletas con harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada, los tres cereales en la misma proporción forman el 30%..... 83

Figura 9: Galletas con harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada, los tres cereales en la misma proporción forman el 40%..... 83

ÍNDICE DE ANEXOS

SECCION Pag.

Anexo 1: Determinación de humedad (Método AOAC 925.10,1995)..... 101
Anexo 2: Determinación de cenizas (Método AOAC 923.03,1995)..... 101
Anexo 3: Determinación de proteína (Método AOAC 920.87,1995)..... 103
Anexo 4: Determinación de grasa (Método AOAC 920.85,1995)..... 107
Anexo 5: Determinación de fibra bruta (Método AOAC 991.43,1995)..... 108
Anexo 6: Determinación de la digestibilidad in vitro (Método AOAC 971.09, 1995)..... 109
Anexo 7: Determinación del rendimiento de la malta en base seca..... 110
Anexo 8: Hoja de calificaciones para una categorización cualitativa según apreciaciones hedónicas..... 111
Anexo 9: Formulación con incorporación de malta de quinua, kiwicha y kañiwa..... 112
Anexo 10: Evaluación sensorial en apariencia de las galletas..... 112
Anexo 11: Evaluación sensorial en textura de las galletas..... 114
Anexo 12: Evaluación sensorial en aroma de las galletas..... 117
Anexo 13: Evaluación sensorial en sabor de las galletas..... 119
Anexo 14: ANOVA de la digestibilidad de la quinua..... 121
Anexo 15: ANOVA de la digestibilidad de la kiwicha..... 123
Anexo 16: ANOVA de la digestibilidad de la kañiwa..... 124
Anexo 17: ANOVA de la digestibilidad de las galletas..... 126

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es el resultado del estudio de tres cereales: Quinua en grano entero y quinua germinada con 12 y 20 horas de la variedad salcedo INIA, kiwicha en grano entero y kiwicha germinada con 2 y 3 días de la variedad morocho y kañiwa en grano entero y kañiwa germinada con 2 y 3 días de la variedad cupi, seguido de la caracterización fisicoquímica y la digestibilidad in vitro del grano germinado y no germinado, finalizando con la elaboración de galletas sobre las cuales se evaluaron las características sensoriales, el análisis proximal y la digestibilidad in vitro

En la **Etapa I**, se realizó la obtención de la malta según el diagrama de flujo de investigaciones anteriores, que consiste en la limpieza, remojo, germinación, secado, eliminación de raicillas y molienda a partir de los granos andinos; sobre las cuales se evaluaron la composición fisicoquímica donde, la concentración de proteína y fibra cuyos resultados entraron en una ligera reducción de este componente con respecto al grano original siendo el valor promedio de la quinua no germinada de 14,59%±0,20; 3,92%±0,29 y para la germinada de 20 horas con 11,60%±0,02; 3,07%±0,03, de igual forma para la kiwicha no germinada de 14,98%±0,06; 3,63%±0,08 y para la germinada de 3 días con 14,51%±2,69; 3,18%±0,06, finalizando con la kañiwa no germinada de 19,27%±0,33; 10,51%±0,21 y kañiwa con 3 días de germinado de 17,82%±1,52; 9,63%±0,08.

En cuanto a la digestibilidad in vitro, la quinua con 20 horas de germinado 87,57%±1,76, tuvo mayor digestibilidad con respecto a la quinua no germinada 67,97%±1,82, seguido por la kiwicha con 3 días de germinado 85,60%±1,04, con respecto a la kiwicha no germinada 66,30%±2,09, y como ultimo la kañiwa con 3 días de germinado 80,77%±1,19, tuvo mayor digestibilidad con respecto a la kañiwa no germinada 58,73%±1,94.

En la **ETAPA II** se elaboro las galletas aplicando el método del cremado, siguiendo el flujo del mezclado, laminado, horneado, enfriado y empacado, se evaluaron la composición fisicoquímica de las galletas al 20%, 30% de sustitución, mostrando mayor diferencia en calidad nutricional las galletas al 40% de sustitución en cuanto a la concentración de proteína 7,78%±0,06 y fibra 1,78±0,09 cuyos valores son mayores con respecto a las galletas elaboradas a base de trigo 6,74±0,06 y 0,99±0,08
De igual forma la digestibilidad in vitro de las galletas al 40% de sustitución con valores de 78,47%±2,32 son los que tienen mayor digestibilidad con respecto a las galletas elaboradas a base de trigo 61,65±0,51.

Finalmente en la **ETAPA III**, la evaluación sensorial de las galletas dulces con 20%, 30% y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada, no reportaron diferencias significativas, en cuanto a los atributos de apariencia, textura y sabor, ocurriendo lo contrario con el atributo de aroma en la galleta al 20% de sustitución, donde las galletas recomendadas nutricionalmente por sus mejores atributos en proteína, fibra, grasa, ceniza y digestibilidad es la galleta elaborada al 40% con malta de los cereales andinos.

ABSTRACT

The present investigation is the result of study of three grains: whole grain quinoa and quinoa sprouts with 12 and 20 hours of the variety Salcedo INIA, whole grain amaranth and amaranth sprouts with 2 and 3 days of dark-haired variety and kañawa whole bean sprouts and kañawa 2 and 3 days of the variety cupi, followed by the physicochemical characterization and in vitro digestibility of germinated and ungerminated grain, ending with the preparation of biscuits which were evaluated for sensory characteristics, analysis proximal and in vitro digestibility

In Phase I, was performed to obtain the malt as the flow chart of previous research, which consists of cleaning, soaking, germination, drying, milling and removal of rootlets from the Andean grains, which were evaluated on physicochemical composition where the concentration of protein and fiber and the results came in a slight reduction of this component with respect to the original grain with average values of non-germinated quinoa 14.59% ± 0.20, ± 3.92% 0.29 and germinated for 20 hours with 11.60% ± 0.02, 3.07% ± 0.03, similarly for non-germinating amaranth 14.98% ± 0.06, 3.63 % ± 0.08 and germinated for 3 days with 14.51% ± 2.69; 3.18% ± 0.06, finishing with no kañawa germinated from 19.27% ± 0.33, 10.51 ± 0.21% and kañawa 3 days germinated 17.82% ±1.52;9.63%±0.08.

As in vitro digestibility, quinoa sprout 20 hours 87.57% ± 1.76, had higher digestibility compared to non-germinated quinoa 67.97% ± 1.82, followed by 3 days kiwicha germinated 85.60% ± 1.04, compared to 66.30% ungerminated kiwicha ± 2.09, and kañawa as the last 3 days germinated 80.77% ± 1.19, had higher digestibility about not kañawa germinated 58.73% ± 1.94.

In Stage II are prepared using the method biscuits cremated, following the flow of mixed, rolled, baked, cooled and packed, we evaluated the physicochemical composition of the biscuits to 20%, 30% substitution showed a greater difference in quality nutritional biscuits to 40% substitution in terms of protein concentration 7.78% ± 0.06 and 1.78 ± 0.09 fiber whose values are greater with respect to cookies made from wheat 6.74±0.06 and 0.99±0.08.

Likewise, in vitro digestibilities of biscuits to 40% substitution with values of 78.47% ± 2.32 are those with higher digestibility compared to cookies prepared from wheat 61.65 ±0.51.

Finally in Stage III, the sensory evaluation of cookies with 20%, 30% and 40% substitution of wheat flour of quinoa and kañawa malted amaranth, reported no significant differences in terms of appearance attributes, texture and flavor, the opposite occurs with the attribute of the cookie aroma at 20% substitution, where cookies nutritional recommendations for its best attributes in protein, fiber, fat, ash and digestibility is 40% cookie made with malt Andean grain.

I. INTRODUCCIÓN

La región andina del Perú, posee gran número de cereales y leguminosas con un alto contenido en nutrientes que están siendo remplazados de los sistemas de cultivo y los patrones de alimentación de la región, que son escasamente consumidas principalmente por la población rural, conformada en su mayoría por pequeños agricultores, siendo prácticamente desconocidas por la población de las grandes urbes (Herrera, 2009)

Los hábitos alimentarios actuales, influenciados por la cultura occidental, proporcionan una dieta constituida principalmente por alimentos refinados, pobres en nutrientes esenciales, como vitaminas, minerales, y funcionales como la fibra, cuya deficiencia en la dieta se asocia a diversas patologías. La divulgación de la importancia de la digestibilidad in vitro en la nutrición junto con la recomendación del incremento de su consumo; ha llevado a la industria alimentaría al desarrollo de nuevos alimentos y preparados dietéticos enriquecidos en base de maltas (Herrera, 2009)

La quinua, kañiwa y kiwicha son especies nativas cuyos granos destacan por su alto valor nutritivo (Gross *et al.*,1989; Collazos, 1993; Jacobsen y Sherwood, 2002), un alto contenido de fibra dietética (Repo, 1992) y una fracción rica en flavonoides (Rastrelli *et al.*, 1996), que son empleadas por los habitantes de las comunidades campesinas de los andes como alimento, así como por sus propiedades terapéuticas(Girault 1987; citado por Rastrelli *et al.*, 1996). La harina obtenida de la molienda de los granos puede emplearse en panificación y pastelería industrial (Ghersi 1978; Castro 1992; Valderrama 1996), aportando beneficios nutricionales y económicos.

La presente investigación tiene como objetivo general:

Evaluar el efecto del malteado de quinua, kañiwa, y kiwicha en la elaboración de galletas para obtener un producto con alto valor nutricional.

La presente investigación tiene como objetivos específicos:

- Seleccionar la malta de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad salcedo INIA, kañiwa (*Chenopodium pallidicaule aellen*) variedad cupi y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) variedad morocho según el contenido de proteína, fibra y digestibilidad in vitro sometidos a diferentes condiciones de germinado.

- Evaluar el efecto del malteado de quinua (*Chenopodium quinua*) variedad salcedo INIA, kañiwa (*Chenopodium pallidicaule aellen*) variedad cupi y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) variedad morocho en la elaboración de galletas para obtener un producto con alto valor nutricional en proteína, fibra, con buenas características sensoriales y mayor digestibilidad in vitro.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Quinua

2.1.1. Origen e historia

La quinua, es un planta andina que muestra la mayor distribución de formas, diversidad de genotipos y progenitores silvestres, en los alrededores del lago Titicaca de Perú y Bolivia, encontrándose la mayor diversidad entre, Potosí y Cusco ubicados entre Bolivia y Perú respectivamente (FAO, 2001). Posteriormente la especie fue adaptada a diferentes condiciones agroclimáticas, edáficas y culturales, haciendo que la planta presente una amplia adaptación desde el nivel del mar hasta los 4000 m.s.n.m. y usos diversos en las diferentes comunidades étnicas de acuerdo a sus necesidades alimentarias (Giusti, 1970).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Se menciona que la quinua es considerada como un pseudocereal por que pertenece a la familia *chenopodiaceas* (familia de las espinacas y remolacha) y no a la familia de las gramináceas como el trigo (Gonzales, 2003). El genero *chenopodium,* es el principal dentro de esta familia y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies (Giusti, 1970).

Reino : Vegetal
División : Fanerógamas
Clase : Dicotiledoneas
Sub clase : Angiospermas
Orden : Centrospermales
Familia : *Chenopodiáceas*
Genero : *Chenopodium*
Sección : *Chenopodia*
Sub sección : *Cellulata*
Especie : *Chenopodium quinoa Willdenow*

La quinua recibe diferentes nombres vulgares en el área andina que varían entre localidades de un país a otro, así como también recibe nombres fuera del área andina que varían con los diferentes idiomas; en Perú: quinua, jiura, quiuna; en Colombia: quinua, suba, supha, uba, luba, ubalá, juba, uca; en Ecuador: quinua, juba, subacguque, ubaque, ubate; en Bolivia: quinua, jupha, jiura; en Chile: quinua, quingua, dahuie; en Argentina: quinua, quiuna; en Español: quinua, quinoa, quingua, triguillo, trigo inca, arrocillo, arroz del Perú, kinoa; en Ingles: quinoa, quinua, kinoa, swet quinoa, peruvian rice, inca rice, petty rice; en Francés: Anserine quinoa, riz de peruo, petit riz de peruo, quinoa; en Italiano: quinua, chinua; en Portugués: arroz miudo do Perú, espinafre do Perú, quinoa; en Alemán: reisspinat, peruanischer reisspinat, reismelde, reis-gerwacks, inkaweizen; en Quechua: kiuna, quinua, parca; Y en Aymara: Supha, jopa, jupha, jauira, aara, ccallapi, vocali, jiura (Mujica *et al.*, 2001).

2.1.3. Morfología

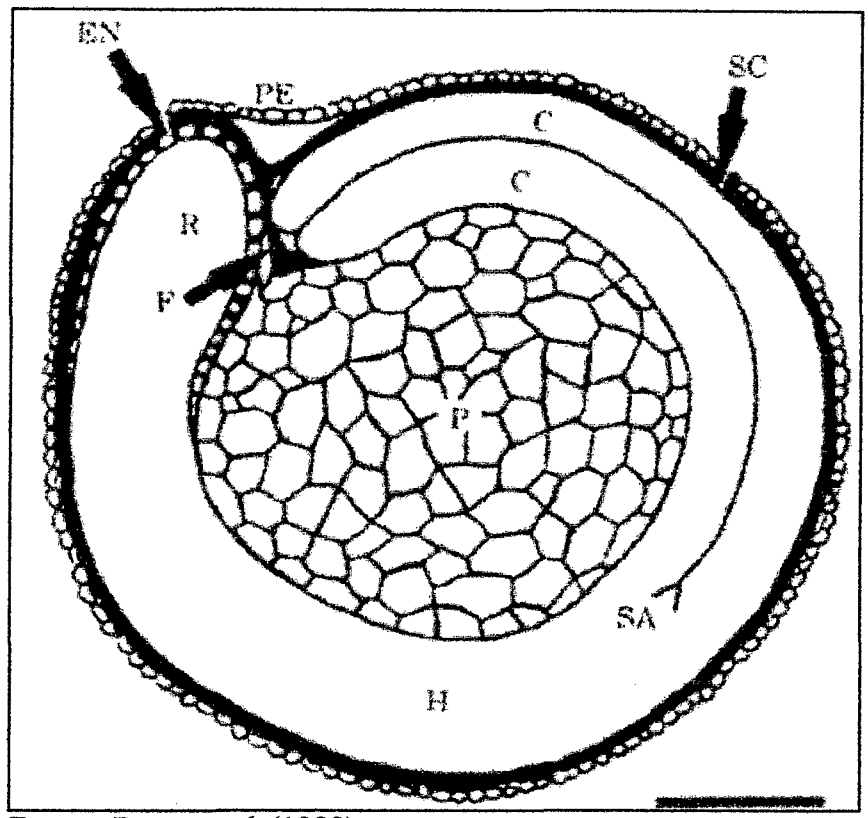
La quinua es una planta herbácea, que alcanza una altura que varía entre los 100 cm y los 230 cm. La planta puede tener diferentes colores desde amarillo a naranja, rojo vivo, rojo oscuro y verde. Las características se detallan en el Cuadro 1

Cuadro 1: Detalles Morfológicos de la planta de quinua

Partes de la planta	Descripción
Tallo	Es cilíndrico a la altura del cuello y angular a partir de las ramificaciones. El número de ramificaciones depende del tipo de entrada y puede variar mucho.
Hojas	Tipos lanceoladas, grandes en la parte inferior y pequeñas en la parte superior de la planta. Son dentadas el número de dientes es una característica importante ·para sus clasificaciones cubiertas de un polvo fino farinacio.
Flor	Pequeña y carece de pétalos; Puede ser hermafrodita o pistilada. La inflorescencia se da en dos tipos: Amarantiforme y glomerulada.
Fruto	Pequeño, aproximadamente de 2 mm de diámetro y 1 mm de espesor. El color de la semilla (fruto maduro) puede ser amarillo, café, crema, blanco o traslucido.
Raíz	Es pivotante con muchas ramificaciones y alcanza una profundidad hasta los 60 cm.

Fuente: Mujica *et al.* (2001)

Figura 1: Sección longitudinal media del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)



Fuente: Prego *et al.* (1988)

Donde: PE: Pericarpio, **SC**: Cubierta de la semilla, **EN**: Endosperma; **C**: Cotiledones, **H:** Hipocotilo; **SA**: Apice del meristemo; **R**: Radicula, **P**: Perisperma; **F**: Funículo.

2.1.4. Variedades y cultivares actualmente utilizados

La quinua tal como se puede observar en el cuadro 2, en la actualidad tiene distribución mundial: En América, Norteamérica y Canadá, hasta Chiloé en Chile; en Europa, Asia y el África. Existe gran cantidad de variedades y cultivares utilizados comercialmente en la producción de quinua con resultados aceptables así como en su adaptación. Entre estas tenemos principalmente de Perú, Bolivia, Ecuador, Argentina, Colombia, Chile, México, Holanda, Inglaterra y Dinamarca (FAO, 2001).

Dentro de las variedades más importantes se tiene, Kancolla que crecen a una altitud que va desde los 800 a 4000 m.s.n.m. Las mismas que tiene un color de grano blanco y presenta sabor dulce con un periodo vegetativo de 140-160 días. Por otro lado la variedad Blanca de Juli tiene un color blanco, sabor semidulce y un periodo vegetativo de 150 – 180 días (MINAG, 1997).

Cuadro 2: Distribución de las diferentes variedades de quinua

País	Variedades
Perú	Amarilla maranganí, kancolla, blanca de juli, cheweca, witulla, salcedo-INIA, quillahuaman-INIA, camacani I, camacani II, huariponcho, chullpi, Roja coporaque, ayacuchana-INIA, huancayo, hualhuas, mantaro, huacataz, huacariz, rosada de yanamango, namora.
Bolivia	Sajama, sayaña, chucapaca, kamiri, huaranga, ratuqui, samaranti, robura, real, toledo, pandela, utusaya, mañiqueña, señora, achachino, lipeña. En el Ecuador tenemos: INIAP- Tunkahuan, INIAP-Ingapirca, INIAP-Imbaya, INIAP-Cochasqui, ECU-420, Másal 389.
Argentina	Jujuy, cristalina, jujuy amilácea.
Colombia	Nariño.
Chile	Canchones, faro, lito, baer II, atacama.
México	Huatzontle blanco, huatzontle rojo, huatzontle amarillo.
Holanda	NL-6, carmen, atlas.
Inglaterra	RU-2, RU-5
Dinamarca	G-205-95, E-DK-4

Fuente: Mujica *et al.* (2001)

2.1.4.1. Variedades del Perú

a. Kcancolla:

Seleccionada a partir del ecotipo local de la zona de Cabanillas Puno, planta de color verde, tamaño mediano que alcanza 80 cm de altura. Grano blanco tamaño mediano con alto contenido de saponina. Panoja generalmente amarantiforme, resistente al frío y granizo. Segrega a otros colores desde el verde hasta el púrpura, muy difundida en el altiplano peruano. Se usa generalmente para sopas y elaboración de kispiño (panecillo frito en grasa animal que tiene una duración de varios meses) (FAO, 2001).

b. Blanca de Juli:

Originaria de Juli Puno, planta de color verde de tamaño mediano de 80 cm de altura. Panoja intermedia, a la madurez la panoja adquiere un color muy claro blanco, de ahí deriva su nombre. Grano bien blanco, pequeño, semi-dulce (FAO, 2001).

3.2.1.4.2. Variedades de Bolivia

Sajama:

Altura de planta de 96 cm, color de planta verde, con un período vegetativo de 160 días. Grano grande (2,2 – 2,5 mm), de color blanco y bajo contenido de saponinas (Dulce). Susceptible a las heladas (Gandarillas y Tapia, 1976).

2.1.5. Composición y valor nutritivo de la quinua

En el Cuadro 3 se observa los resultados del análisis proximal de la quinua recopilado por LATINRECO S.A. (1990), sobre la base del estudio de varios autores, obteniéndose un valor promedio por cada componente nutricional.

Cuadro 3: Composición general de la semilla de quinua (desaponizada)

Contenido	Rango (%)	Promedio (g/100g)
Humedad	6,20 – 14,09	9,61
Grasas	4,26 – 9,50	7,16
Proteína	10,83 – 21,86	15,72
Cenizas	1,98 – 6,13	3,29
Fibra	1,22 – 4,78	2,91
Carbohidratos	53,24 – 67,17	61,70

Fuente: Latinreco S.A. (1990)

2.1.5.1. Proteínas

El contenido de proteínas de la quinua varía entre 10,83 g/100 g – 21,86 g/100 g de porción comestible en la quinua desaponizada. En el Cuadro 4 se observa como la quinua supera a los cereales en el contenido de aminoácidos en comparaciones hechas en base de materia seca.

Cuadro 4: Contenido de aminoácidos (g/100g) de quinua, otros granos y leche de vaca

Aminoácidos	Quinua	Trigo	Cebada	Maíz	Arroz	Leche de vaca
Esenciales						
Isoleucina	0,88	0,53	0,50	0,46	0,35	0,21
Leucina	0,98	0,90	0,86	1,32	0,71	0,31
Lisina	0,91	0,37	0,41	0,31	0,31	0,26
Metionina	0,33	0,22	0,19	0,20	0,17	0,08
Fenilalanina	0,48	0,63	0,64	0,50	0,43	0,17
Treonina	0,63	0,42	0,46	0,42	0,34	0,15
Triptófano	0,15	0,15	0,16	0,08	0,09	0,05
Valina	0,55	0,64	0,63	9,55	0,51	0,23
Semiesenciales:						
Tirosina	0,39	0,40	0,42	0,41	0,33	0,17
Cistina	0,33	0,28	0,24	0,15	0,10	0,03

Fuente: Jacobsen y Sherwood (2002)

En relación al patrón establecido por la FAO, la quinua proporciona 67% de fenilalanina, 123% de isoleucina, 94% de leucina, 109% de lisina, 66% de metionina, 93% de treonina y 90% de triptófano y valina.

2.1.5.2. Lípidos

Mencionan que una muestra de aceite de quinua puede llegar a presentar 48,0% de ácido oleico, 50,7% de ácido linoleico, 0,8% de ácido linolénico y 0,4 % de ácidos grasos saturados. De la misma manera, mencionan que el alto contenido de grasas en la quinua, puede ser la causa de una digestión más lenta (Tapia *et al,* 1979).

Por último, afirma que el aceite de quinua tiene antioxidantes naturales como tocoferoles que protegen a los ácidos grasos contra la oxidación (Repo-Carrasco, 1998)

2.1.5.3. Carbohidratos

El almidón es el componente más abundante del grano (61%) puesto que se encuentra ampliamente distribuido en diferentes órganos de la planta de quinua como carbohidrato de reserva que constituye una fuente importante de este componente para la alimentación humana (Ayala *et al,* 2001), citados por la (FAO, 2001)

Zapata *et al;* (1983), mencionado por Mujica *et al,* (2001), reportan que el almidón de quinua posee 21,25 % de amilosa, mientras que Tapia *et al;* (1979), reportan valores que van desde el 20 a 27% de amilosa. Raygada (2001), evaluó la cantidad de amilosa y amilopectina en 2 variedades de quinua obteniendo valores semejantes a los anteriores (Cuadro 5).

Con respecto al contenido de amilosa de otros almidones como el almidón de maíz (27 %) y el almidón de papa (22 %) los valores del almidón de quinua se asemejan a esos valores (Fennema, 2000).

Cuadro 5: Contenido de amilosa y amilopectina para dos variedades de quinua

Variedad de quinua	Amilosa (%)	Amilopectina (%)	Relación
Kcancolla	25,94	74,06	1: 2. 9
Chullpi	27,30	72,70	1: 2. 7

Fuente: Raygada (2001)

Además del almidón, la quinua presenta azúcares como sacarosa (2 a 3% en base seca) y en menor proporciones azúcares como: α galactosa (0,23% b.s.), glucosa (0,19% b.s.), rafinosa (0,15% b.s.), estaquiosa (0,08% b.s.) lo cual favorece a la digestibilidad de los carbohidratos (Gross *et al*, 1989)

2.1.5.4. Fibra Cruda

En la mayor parte de la literatura se reporta al contenido fibra, como fibra cruda. Esta constituye la determinación del residuo libre de componentes solubles (como grasas, proteínas, azúcares y almidón), realizado por ebullición alternada de la muestra en ácido débil y después en un álcali.

2.1.5.5. Minerales

Tapia *et al.* (1979), destacan dentro de los minerales contenidos en la quinua, como los principales al fósforo y al potasio. Rubio y Espin (1998), mencionaron que el contenido de potasio en la quinua es de 0,42% frente al 0,40% del trigo, 0,33% de la cebada, y 0,24% contenido en el arroz. El potasio en la quinua es de 0,94%, en el trigo 1,03%, en la cebada 0,59%, en el maíz 0,20% y en el arroz 0,12%.

2.1.5.6. Anti nutriente: Saponinas

Un constituyente problemático de la quinua es la saponina. Las saponinas están compuestas por glucósidos de tipo esterol o triterpenoide, que se encuentra en unos 500 géneros de plantas que pertenecen a más de 90 familias (LATIRENCO S.A, 1990). La función biológica de las saponinas en la quinua parece ser la de repelente de plagas y enfermedades. Como las saponinas están en la superficie de la semilla y son solubles en agua, son relativamente fáciles de lavarlas con agua o sacarlas a través de escarificación (Jacobsen *et al,* 2000 citado por Jacobsen y Sherwood, 2002).

2.1.5.7. Desaponificación

Existen muchas metodologías a nivel agroindustrial desarrolladas para extraer las saponinas y reducir su contenido en la quinua hasta niveles aceptables. Dentro de ellos tenemos:

a. Método húmedo

Realizado en equipos lavadores de quinua mediante el empleo de agua en un régimen turbulento durante 30 o 40 minutos. Su ventaja es que no se presenta pérdida de nutrientes, sin embargo el secado posterior posee un costo elevado y la eliminación del agua de deshecho representa un inconveniente, ya que por ejemplo, se ha demostrado su toxicidad en peces (Cordeor, 1980 citado por Tapia, 1997).

b. Método seco a temperatura ambiente

Método conocido también como escarificación, donde se emplean máquinas pulidoras de cereales o escarificadores. Constituye un método más económico pero no logra eliminar toda la saponina, aparte de presentar perdida de proteínas, que se encuentra mayormente en la periferia del grano (Repo-Carrasco, 1998).

c. Método con calor seco

Realizado por tostado en una bola de hierro, sin embargo se puede producir quemado del grano debido a un tostado des uniforme perdidas de aminoácidos como lisina (Tapia, 1997).

d. Método combinado

Es el método más recomendable para eliminar saponinas. Primero se escarifica ligeramente para no dañar el grano y luego se lava brevemente en un lavador. Con esto se consigue evitar pérdidas de proteínas, reducir tiempo de secado y tener agua residual con menos contenido de saponinas (Repo-Carrasco, 1998).

3.2.1.6. Producción local de la quinua

La producción de quinua en la región de Apurímac en el año 2007 llego a un total de 337 hectáreas cosechadas, mientras en el año 2008 se tuvo un total de 292,5 hectáreas cosechadas y en el año 2009 un total de 302 hectáreas realizando una comparación de producción estos tres últimos años existe una notable disminución en cuanto a la producción motivo el cual falta incentivar el cultivo de la quinua en la región de Apurímac (MINAG, 2009).

2.2. Kañiwa

2.2.1. Origen e historia

Se le conoce de muchas maneras como: Cañihua, kañiwa, kañihua o cañahua. Es uno de los granos producidos en los andes que se cultiva a altitudes a 4000 m.s.n.m., resistente a las heladas, suelos salinos y alcalinos (Tapia *et al*, 1979).

La kañiwa es una de las especies agrícolas menos estudiadas y en muchas oportunidades se le ha confundido con la quinua. Los requerimientos del cultivo de la kañiwa son similares a los de la quinua, aunque es menos exigente en cuanto a calidad de suelo y soporta temperaturas bajas, hasta –3°C. Es también menos exigente en humedad que los otros cultivos andinos (Lescano, 1997).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Reporta la ubicación sistemática de la kañiwa de la siguiente manera (Carrera, 1953):

Reino : Vegetal
División : Fanerógamas
Clase : Angiospermas
Sub-clase : Dicotiledóneas
Orden : Centrospermales
Familia : *Chenopodiacea*
Especie : *Chenopodium pallidicaude*

Los granos miden de 1 a 1,2 mm de diámetro y poseen un alto valor nutritivo gracias a su contenido de proteínas, grasa, calcio, hierro, fósforo, tiamina y aminoácidos esenciales y no contiene saponinas (Aro, 2001).

La kañiwa es una planta terófita erguida o muy ramificada desde la base, de un porte entre 20 y 70 cm. Tanto los tallos en su parte superior, como las hojas y las inflorescencias, están cubiertos de vesículas blancas o rosadas (León, 1964).

Las hojas alternas presentan peciolos cortos y finos, láminas engrosadas de forma romboide, y miden de 1 a 3 cm de largo. En la parte superior se dividen en tres lóbulos, raras veces dentadas. Las hojas presentan tres nervaduras bien marcadas en la cara inferior que se unen después de la inserción del peciolo (Tapia *et al*, 1979).

La kañiwa crece en climas fríos, en altitudes que varían entre 3 500 a 4 000 m.s.n.m., así como también en regiones frías de muchos vientos y alta precipitación pluvial, como las pampas localizadas a orillas del lago Titicaca y las zonas denominadas "jalcas" y "punas" (Castro, 1992).

Cuadro 6: Clasificación de la kañiwa según tres autores

Color de grano	**Color de la planta**	**Autor**
Blanco	Forraje Blanco	
Rosado	Forraje Rosado	Mantari (1955)
Amarillo	Forraje Amarillo	
Pucoya	Tallos y Hojas Rosadas	
Pucos	Tallos y Hojas Moradas	Vargas (1956)
Quello	Tallos y Hojas Amarillas	
Typicum	Plantas Verdes	
Purpurium	Planta Morada	Hunziken (1943)
Melasnopermun	Planta con episperma negro	

Fuente: Castro (1992)

2.2.3. Valor nutritivo

Entre los granos andinos quien tiene el mayor contenido de fibra cruda es la kañiwa. En el Cuadro 7 se puede apreciar la composición proximal de los granos andinos más destacados (quinua y kiwicha) y comparados con la kañiwa.

Cuadro 7: Composición proximal de los granos andinos (g/100 g base seca)

Cereales andinos	Kañiwa	Quinua	Kiwicha
% Proteína	18,8	14,4	14,5
% Grasa	7,6	6,0	6,4
% Fibra	6,1	4,0	5,0
% Cenizas	4,1	2,9	2,6
% Carbohidratos	63,4	72,6	71,5

Fuente: Repo-Carrasco *et al.* (2003)

Cuadro 8: Análisis químico de los componentes del grano de kañiwa obtenidos en la molienda

Componente	Integral (%)	Harina (%)	Afrecho (%)
Humedad	10,90	9,60	10,10
Cenizas	3,40	5,28	3,30
Proteínas	15,23	13,10	11,40
Fibra	3,85	3,80	6,70
Grasa	8,04	8,63	5,60
Carbohidratos	58,58	59,59	62,90
Fósforo	0,37	0,59	0,24
Potasio (K_2O)	0,16	0,24	0,17
Calcio (CaO)	0,65	0,70	0,60

Fuente: Tapia *et al.* (1979)

Cuadro 9: Contenido comparativo de aminoácidos en diferentes fuentes y en kañiwa, en 100 g de proteína

Fuentes	Histidina	Arginina	Tirosina	Triptófano	Lisina
Kañiwa	1,63 g	7,23 g	1,78 g	3,66 g	5,19 g
Quinua	1,95 g	5,14 g	2,21 g	3,98 g	6,25 g
Lactoalbumina	1,50 g	3,00 g	1,90 g	2,70 g	8,40g
Huevo	2,30 g	5,20 g	6,50 g	2,20 g	7,60 g

Fuente: Tapia *et al.* (1979)

2.2.4. Formas de utilización

El empleo de la kañiwa en la alimentación es muy variado, va desde el cañihuaco (harina de kañiwa tostada y molida), las mazamorras y el piri (harina proveniente de granos que no se tostaron bien para el cañihuaco y que se consume mezclado con agua hervida o leche) (Aro, 2001).

También se hacen "*Kispiño*" (panecillos secos hechos a partir de cañihuaco), "*Api*" (mazamorra de cañihuaco), "*Tackta*" (galletas de harina de kañiwa), "*Phisara*" (kañiwa graneada con mantequilla), chicha de kañiwa, pan de kañiwa (con porcentajes de sustitución de la harina de trigo en la elaboración de pan) y galletería (Gutiérrez, 1990; mencionado por Lescano, 1997).

2.2.5. Producción, rendimiento y destino de la kañiwa

La producción de los principales departamentos productores de kañiwa, para el año 2001, son el departamento de Puno con 4320 TM (96,58 %) de la producción nacional seguido de Cusco con 145 TM (3,24 %) y Arequipa 8 TM (0,18 %). (Mújica *et al*, 2002).

Cuadro 10: Superficie cosechada de kañiwa a nivel nacional en hectáreas

Departamentos	2001	2002
Total nacional	5, 948	6, 864
Arequipa	8	8
Cusco	455	498
Puno	5, 485	6, 358

Periodo: Enero-Diciembre 2001-2002 por hectárea
Fuente: MINAG – OIA (2006)

Cuadro 11: Producción y destino de kañiwa en comunidades de Puno (Campaña agrícola 1987-1998)

Comunidad	% familias que cultivan	Destino del cultivo		
		Autoconsumo	Venta	Trueque
Jiscuani	4	10	0	0
Ancara	6	69	0	3
LLallahua	1	10	0	0

Fuente: Mujica *et al*, (2002)

2.3.6. Producción local de la kañiwa

La producción de kañiwa en la región de Apurímac en los años 2007, 2008 y 2009 los promedios cosechados no llegan ni a media hectárea sin embargo si existe iniciativas mediante la aplicación de parcelas demostrativas en la provincia de Andahuaylas exclusivamente en los distritos de Talavera, San Jerónimo y Pacucha en conjunto con la kiwicha que su principal mercado de exportación seria Japón y Alemania (MINAG, 2009)

2.3. Kiwicha

2.3.1. Origen e historia

En América existen tres especies del genero *Amaranthus* que producen inflorescencias de semillas blancas o marfil. El *A. hipochondriacus* y *A. cruentus* los cuales son autóctonos de México y el *A. Caudatus* original del Perú. Todos estos amarantos se conocen con los nombres comunes de "*Huantli*" (México); "*Achis*" "*Achita*", "*Coima*", "*Incanato*", "*Kiwicha*" (Perú); "*Trigo Inca*" y "*Quinua del valle*" en Argentina (Sánchez, 1980).

2.3.2. Clasificación taxonómica

Sánchez (1980), señala que de acuerdo al sistema Engler la ubicación sistemática de la kiwicha es la siguiente:

Reino : Vegetal.

División : Fanerógama.

Tipo : Embryophyta siphonogama.

Subtipo : Angiosperma.

Clase : Dicotiledoneae.

Subclase : Archyclamideae.

Orden : Centrospermales.

Familia : Amaranthaceae.

Género : *Amaranthus.*

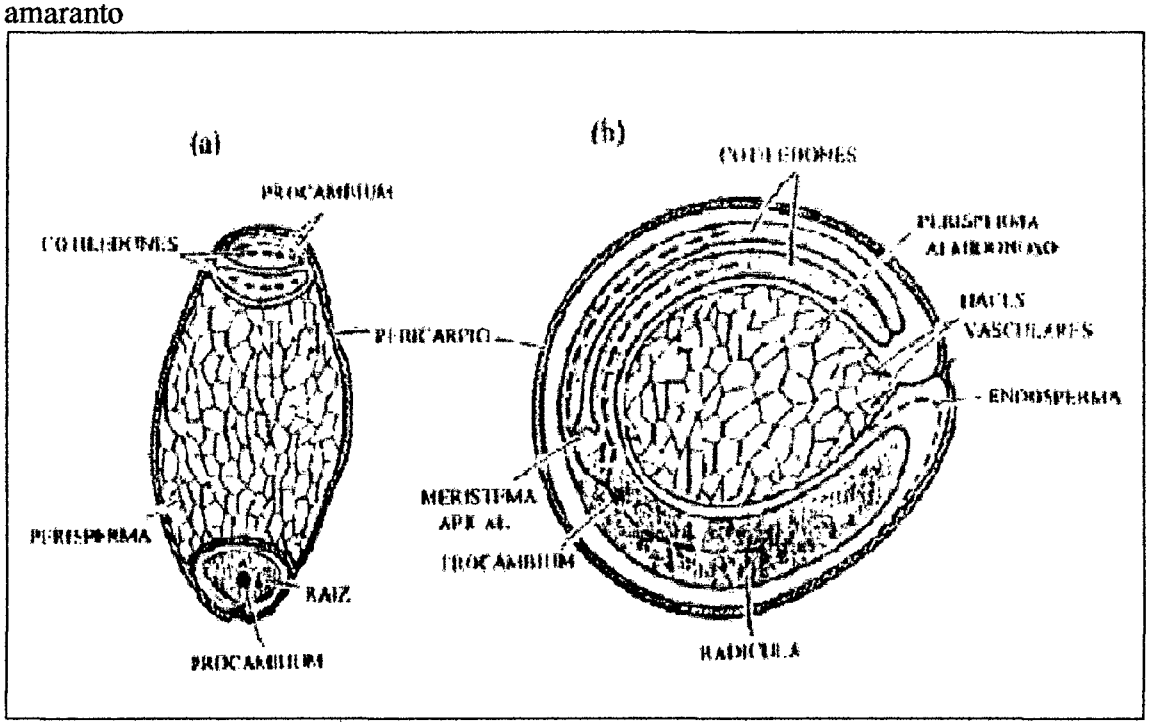
Sección : *Amaranthus.*

Especies : *Caudatus, cruentus e hypochondriacus.*

Nombres vulgares: Amaranto (Español); Amaranth (Ingles), Kiwicha (Cusco, Perú), Achita (Ayacucho, Perú), Coyo (Cajamarca, Perú), Achis (Huaraz, Perú), Coimi, millmi e inca pachaqui o grano inca (Bolivia), Sangorache, ataco, quinua de castilla (Ecuador), Alegría y huanthi (México), Rejgira, ramdana, eeerai (India).

2.3.3. Morfología

Figura 2. Diagrama de secciones transversal (a) y longitudinal (b) de semilla del amaranto



Fuente: Irving *et al.* (1981)

2.3.4. Variedades y cultivares actualmente utilizados

2.3.4.1 Composición y valor nutritivo

El valor nutritivo del grano es elevado y alcanza 12-16 por ciento de proteínas, el balance de aminoácidos es óptimo, con una buena proporción de los azufrados; lisina, metionina y cistina (ver Cuadro 12).

La proteína del amaranto se encuentra principalmente en el embrión (65%), a diferencia de otros cereales como maíz, arroz y soya que presenta el 80% de la proteína en el endospermo, (Bresani, 1989 citado por Mujica, 1997), su proteína es especialmente benéfica para grupos como infantes y mujeres encinta, es de fácil digestión(Gomez,1998).

Cuadro 12: Composición química de dos variedades de kiwicha por 100 g de porción comestible

Compuesto	Kiwicha cruda	Kiwicha tostada
Energía (Kcal)	377	428
Agua (g)	12,0	0,7
Proteína (g)	13,5	14,5
Grasa (g)	7,1	7,8
Carbohidratos (g)	64,5	74,3
Fibra (g)	2,5	3,0
Ceniza (g)	2,4	2,7
Calcio (mg)	236	283
Fósforo (mg)	453	502
Hierro (mg)	7,5	8,1
Tiamina (mg)	0,30	0,01
Riboflavina (mg)	0,01	0,01
Niacina (mg)	0,40	1,30
Acido ascórbico (mg)	1,3	0,5

Fuente: Ministerio de Salud (1996)

2.3.5. Uso alimentario

El amaranto tiene múltiple usos, tanto en la alimentación humana como en la industria y la medicina, para la alimentación humana se usa el grano entero o molido en formas de harinas, ya sea tostada, reventada o hervida, las hojas tiernas en remplazo de las hortalizas de hoja, con los granos enteros o molidos se preparan sopas, postres, papillas, tortas, etc. (Mujica, 1997).

Como medicina tradicional, la infusión de kiwicha sirve como purgante, reduce la producción de colesterol y el consumo de su fibra puede prevenir el cáncer al colon.
La kiwicha reventada, y consumida con te, café, leche o con miel de abeja, llamándose turrón (Sumar, 1995).

2.3.6. Producción local de la kiwicha

La producción de kiwicha en la región de Apurímac en el año 2007 llego a un total de 10 hectáreas cosechadas, mientras en el año 2008 se tuvo un total de 19 hectáreas cosechadas y en el año 2009 se tuvo un total de 6 hectáreas realizando una comparación de producción estos tres últimos años existe una notable disminución en cuanto a la producción motivo el cual falta incentivar el cultivo de la kiwicha en la región de Apurímac (MINAG, 2009)

2.4. Trigo

2.4.1. Producción nacional e importación

El trigo es un cereal perteneciente a la familia de las gramíneas, siendo el mas cultivado del mundo, es el mas importante de los cereales debido a su adaptación al terreno y a diferentes climas, actualmente en el mundo se viene cultivando cerca de 10 especies del genero triticum, pero solo dos de estas presentan interés desde el punto de vista comercial: El Triticum aestivum ssp aestivum y el Triticum turgidum ssp durum, el primero se muele con el fin de producir harina para pan, galletas, etc y el segundo se emplea mayormente en la fabricación de pastas.

Entre los años de 1989 a 1995 la producción peruana de trigo era de 127 000 TM, presentando una tendencia decreciente causado por la paulatina disminución de las áreas de cultivo, en el año 1996 hubo un ligero repunte (148 000 TM), gracias al aumento del área cosechada, y en 1997 la producción volvió a descender hasta los 123 724 TM a causa nuevamente del decremento del área de cultivo.

En los últimos años el departamento con mayor producción de trigo es la libertad, otros departamentos que destacan por su producción ocupando el 2°,3°,4° y 5° lugar en forma alternada hasta 1997 son: Junín, Ancash, Arequipa y Cajamarca.
Actualmente, el Perú importa la mayor parte del volumen de trigo que se comercializa, pues la producción nacional no abastece la demanda del mercado (MINAG- O.I.A, 1989 y MINAG- O.I.A, 1997).

2.4.2. Características del grano de trigo

Los granos de trigo son de forma ovoide, redondeados en ambos extremos. El germen se encuentra en uno de ellos, y en el otro penacho de finos pelos (la escobilla); a lo largo de la cara ventral del grano se encuentra un repliegue o surco (la arruga, un arrollamiento de aleurona y todas las capas envolventes), en el fondo de la arruga hay una zona vascular fuertemente pigmentada (Kent, 1971).

El embrión o germen esta en la base de la semilla, en la parte opuesta a la escobilla y constituye el aparato germinativo del grano, esta compuesto por dos partes principales: El eje embrionario y el revestimiento externo o escutelo, el germen representa el 25% del grano, pero este es eliminado en la molienda por su alto contenido de aceites que limitan la conservación de la harina (Quaglia, 1991).

2.4.3. Tipos de trigo

El trigo se clasifica como se describe a continuación:

Trigos vítreos y harinosos (Según la textura del endospermo).

Los granos harinosos tienen aspecto almidonoso, yesoso, el carácter harinoso se favorece con las lluvias fuertes y suelos arenosos, la densidad de estos granos esta cerca de 1.405 gr/cm^3 (Bailey, 1916 citado por Kent, 1971).

Trigos fuertes y flojos

Los trigos fuertes tienen la capacidad de producir harina para panificación, dan piezas de gran volumen y buena textura de miga, contienen altas cantidades de proteínas, harinas que son ideales para elaborar galletas y panes pequeños (Calaveras, 1996).

Trigos duros y blandos (Clasificación según la variedad botánica):

El trigo duro, suele ser un grano estrecho con extremos apuntados y de sección algo triangular, con alta cantidad de gluten por lo que se usa para fabricación de pastas, dan harinas de partículas grandes, fáciles de cernir en su mayoría células enteras de endospermo, su peso específico suele ser alto (Calaveras, 1996).

Trigo rojo y blanco. Se dividen en:

- Trigo rojo duro de invierno
- Trigo rojo duro de primavera
- Trigo rojo blando de invierno
- Trigo blanco

Todas las variedades de trigos rojos duros de invierno, los rojos duros de primavera, los rojos blancos de invierno y la mayor parte de variedades del trigo blanco pertenecen a la especie *Triticum aestivum*. Las variedades del trigo blanco pertenecen a la especie *Triticum campactum* (Calaveras, 1996).

2.4.4. Obtención de harina de trigo.

La molturación del trigo consiste en una serie de trituraciones sucesivas, todas ellas con la ayuda de molinos cilíndricos, el grano se rompe en las primeras etapas seleccionándose en ellas distintas partes que a su vez seguirán triturándose en etapas posteriores.

Por ultimo se procede con la purificación la cual consiste en una serie de operaciones de tamizado combinadas con la acción del viento, realizándose esto para separar el salvado de la fracción molida (Kent, 1971).

2.4.5. Características de la harina de trigo

Como resultado de la molienda del trigo se obtienen una serie de productos con diferentes características, harina, harinilla, residuos de harina, salvado, salvado fino, y desechos de molienda. En teoría se puede esperar obtener 85% de harina por 100 partes de trigo, pero en la practica tales valores son el rendimiento de molienda el cual casi siempre es inferior al 85% (Quaglia, 1991).

Una buena harina se reconoce por el color, el cual depende de la variedad del trigo, de la separación correcta de las partículas en la molturación y el grado de extracción, también por la tolerancia es decir que permita dar un mayor tiempo de amasado o de fermentación sin que el resultado final sea un pan o una galleta deteriorada (Calaveras, 1996).

2.4.6. Composición química del grano y de la harina

Agua

El contenido del agua del trigo es muy variable, depende del clima y del ambiente del cultivo. (Quanglia, 1991), cita rangos que van del 8% hasta 18%, en granos producidos en Europa central donde existe clima húmedo. (Kent, 1971), señala valores promedio de 15% en el trigo ingles. El contenido de agua influye en la conservación del grano y en sus características tecnológicas (Quaglia, 1991).

Almidón

El almidón constituye el 60% del grano y el 70-71% de su endospermo, un 23% del almidón es amilosa, (Kent, 1971) y de 74-81% es amilopectina. Los almidones de los cereales contienen pequeñas cantidades de grasa, siendo estos lípidos polares que se encuentran en un porcentaje entre 0.5-1%, también se encuentra minerales en bajos niveles como el fosforo y el nitrógeno (Hoseney, 1991). Estudios recientes muestran que la propiedad reologica del almidón depende de la madurez del grano (Quaglia, 1991).

Lípidos

Los lípidos en el trigo se encuentran en un 1.5 a 2% y se localizan principalmente en el germen (Quanglia, 1991). El germen contiene 6 a 11% de grasa, el salvado de 3 a 5% y el endospermo 0.8 a 1.5% (Kent, 1971).

La grasa de los cereales puede sufrir hidrólisis (por acción de las lipasas) y oxidación (por la lipoxidasa) en presencia de oxigeno, en la molienda los aceites entran en contacto con la harina, lo que disminuye el tiempo de conservación (Kent, 1971).

Cuadro 13: Distribución de la grasa en el grano del trigo

Fracción del grano del trigo	Proporción de la fracción del grano (%)	Grasa bruta (%)
Grano completo	100.0	1.8
Salvado	15.0	5.4
Pericarpio	7.0	1.0
Aleurona	6.0	8.0
Endospermo	82.0	1.5
Germen	2.5	28.5

Fuente: Adaptado de W.R. Morrison (1978), citado por Hoseney (1991).

Proteína

El contenido proteico del grano fluctúa entre 7-18% (Nx5.7), con valores medios de 10 a 13% (Quaglia, 1991). Por otra parte la proteína del trigo esta conformado por albumina (6 a 12%), globulina (5 a 11%) y gluten (78 a 75%), mas el complejo del gluten se forma por la acción de la gliadina (Una prolamina) y la glutenina formando una masa cohesiva junto con el agua. La gliadina es la porción responsable de la coherencia de la masa y la glutenina es responsable de la resistencia a la extensión (Hoseney, 1991).

Cuando se agrega agua a la harina la glutenina, gliadina y mesonina (insolubles en el agua) se unen, la glutenina se dilata y absorbe a la mesonina y una porción de las proteínas solubles, creando el gluten compuesto principalmente por acido glutamico (40%) y con deficiencia de lisina, a causa de esto se le considera al gluten como una proteína de baja calidad (Gómez, 1995).

Minerales

Los minerales se encuentran en el salvado y la capa de aleurona en 1.5 a 2% (Quaglia, 1991). El contenido de minerales se compone de un 49% de acido fosfórico, 35% de potasio, 10% de magnesio, 4% de calcio, 2.5% de sodio y hierro con aluminio el 0.5%, donde una harina tendrá un mayor contenido de cenizas cuando mayor sean las partículas de salvado presentes en la misma y esto depende de los factores como la variedad, molienda, tipo de terreno, clima, etc (Gómez, 1995).

Vitaminas

El trigo contiene cantidades apreciables de tiamina (B1), riboflavina (B2),niacina, acido pantotenico, acido fólico, biotina, colina, inositol, tocoferoles y xantofila, vitamina D y C, estas vitaminas se encuentran en el salvado y son removidas en la molienda, es por eso que se agregan a la harina (Gómez, 1995).

En las harinas la composición proximal varia de acuerdo al grado de extracción, mayormente de la molturación se obtiene el 75-78% de harina, harina fina 2.5-3%, salvado 20-22% y desechos 0.2-2% (Quaglia, 1991).

Cuadro 14: Composición química de la harina de trigo

Componentes	**100% de extracción**	**75% de extracción**
Proteína (gluten)	12.0-13.5	11.0-8.0
Grasas	2.2	1.0-2.0
Almidón	67.0	71.0
Cenizas	1.5	0.55-0.65
Vitamina B y E	0.12	0.03
Humedad	13.0-15.0	13.0-15.0
Fibra	11.0	3.0
Azucares	2.0-3.0	1.5-2.5

Fuente: Calaveras (1996)

2.4.7. Evaluación de la calidad de la harina

Un criterio para evaluar la calidad de la harina es el que afecta a su composición: Proteínas, gluten, humedad, grasa, cenizas, azucares, etc. Las propiedades reologicas son importantes para apreciar el valor panadero de las harinas.

Otro aspecto de la calidad de las harinas es el determinado por sus características fermentativas, producción y retención de gas, parámetros que están influenciados por la actividad enzimática de la harina.

Todos estos parámetros son influenciados por factores ambientales, condiciones de conservación del grano, tipo de molienda, etc, por lo cual son muy variables, a causa de esto el panadero debe exigir características idóneas en la harina con la cual va ha trabajar, para que se lleve a cabo con éxito es necesario saber la tenacidad, elasticidad, extensibilidad, fuerza de la masa, índice de hinchamiento, absorción de agua, tiempo de desarrollo, etc.

Dentro de ello tenemos aparatos que podrían controlar estas características.

- Farinografo de brabender
- Extensografo de brabender
- Alveografo de chopin

2.4.8. Harinas sucedáneas del trigo

Actualmente vigente son las harinas sucedáneas, aquellas obtenidas como resultado de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otras que reúnan características adecuadas para ser utilizadas en el consumo humano. La misma norma técnica cita los requisitos que deben reunir estas harinas. (Norma Técnica Nacional 205.040 de febrero, 1976).

2.5. Galletas

2.5.1. Aspectos generales de las galletas

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidos por el cocimiento de masas preparadas con harina, con/sin leudantes, leche, féculas, sal, huevo, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles y otros ingredientes permitidos y debidamente autorizados (NTP, 1981).

La galleta nutricionalmente mejorada es de consistencia crocante, buena textura, suave en su masticación, de sabor dulce, aroma definido y de aprobada aceptabilidad por los niños. Es fortificada con sulfato ferroso anhidro de grado alimenticio, elaborada a partir de harinas de trigo y otros cereales y/o leguminosas, grasas vegetales, concentrado proteico, agua y otros aditivos no nutrientes de grado alimenticio, como los saborizantes, los esponjantes y emulsionantes. (MINSA, 2001).

2.5.2. Especificaciones sensoriales

Se considera características perceptibles por los sentidos, siendo los representativos en las galletas:

a) Color

Estamos en una sociedad donde la vista es el sentido mas sensible a la aceptabilidad del alimento, es decir cada día "se come más con los ojos" constituyendo un factor importante el color, para valorar la calidad de un alimento (Cheftel *et al,* 1989).
Se permite el uso de colorantes naturales y artificiales conforme a la Norma Técnica Nacional (NTP, 1981).

b) Sabor y aroma

Según Manley (1989), el sabor y aroma o "*flavor*" de los alimentos, dados por un gran número de constituyentes de los alimentos, lo captan los receptores situados en la boca y en la cavidad nasal respectivamente. Para mantener la estabilidad del aroma y sabor en el alimento, se tiene en cuenta:

- La elección de procedimientos tecnológicos adecuados que conduzcan a la mínima evaporación, destrucción; o modificaciones desfavorables de los constituyentes aromáticos.
- Elección y selección de materias primas de primera.
- Adición a los alimentos de sustancias aromatizantes naturales o sintéticas.

c) Textura

Esta percepción se hace primero por intermedio de la mano, luego prosigue en la boca, el consumidor condiciona la aceptación o rechazo de un alimento a la textura (Cheftel *et al,* 1989).

d) Forma

Las formas pueden ser variadas: De figuras geométricas; Cuadrada, circular o forma de animalitos, de superficie lisa o con relieve de figuras o trazos lineales, para la atracción del producto (Cheftel *et al,* 1989).

2.5.3. Estado de inocuidad

Las galletas deben fabricarse a partir de materias primas sanas y limpias, exentas de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación (NTP, 1981).

El peligro sanitario más crítico son las micotoxinas, formadas en los granos de cereales mohos que pasan a las harinas y resisten los procesos de calentamiento o cualquier otro procedimiento utilizado para destruirlos (ICMSF, 1983).

2.5.4. Ingredientes y materias primas

a) Harinas

La harina de trigo es el principal componente de todas las galleterías se pueden añadir pequeñas cantidades de otras harinas sucedáneas, para conseguir sabores o propiedades estructurales especiales. El trigo constituye la mayor cosecha del mundo, crece en todas partes. El 33% de todos los cereales es de trigo, 26% de maíz, arroz y cebada el 13% cada uno (Manley, 1989)

Para la fabricación de galletas mejoradas, se debe utilizar mezcla de dos o más harinas sucedáneas como cereales (trigo, arroz, cebada, avena, centeno, maíz, mijo, sorgo, kiwicha, quinua, kañiwa, etc.), leguminosas (lentejas, garbanzo, frijoles, arvejas, etc.), oleaginosas (ajonjolí, maní, soja, castañas etc.), raíces o tubérculos (papa, yuca, camote, etc.), frutos (plátanos, manzanas, pasas, coco, etc.) (MINSA, 2001)

a.1) Harina de Maíz

Existen muchas variedades de maíz y sus granos pueden ser de color blanco, amarillo o morado, por ejemplo: Maíz dulce, maíz céreo, etc. Se han desarrollado híbridos de maíz que producen un rendimiento 50% mayor que el maíz común (Repo-Carrasco, 1998).

a.3) Harina de granos andinos

Los granos andinos son de plantas alimenticias oriundas de los andes del Perú y otros países andinos, ahora el interés hacia estas plantas tradicionales ha aumentado por que se ha reconocido su elevado potencial nutricional, especialmente en la alimentación de los niños desnutridos (Repo-Carrasco, 1998), los granos más importantes son: Quinua, kañiwa y kiwicha.

b) Concentrado Proteico

Pueden utilizarse cualquier proteína de origen animal o vegetal, para consumo humano, producido en condiciones apropiadas, por ejemplo: Productos lácteos, concentrados proteicos de la soya, huevos frescos, deshidratado, etc (MINSA, 2001).

➢ ***Productos lácteos***

Su estimación en galletería es debida principalmente al sabor y a sus excelentes propiedades de nutrición y el espectro de aminoácidos de las proteínas (caseína y albúminas) es muy valioso para la nutrición humana. Lo común es utilizar productos lácteos deshidratados, bien leche en polvo entera o leche en polvo desnatada. Hoy rara vez se utiliza la leche fresca a causa de su corto periodo de conservación y muy vulnerable a las contaminaciones bacterianas.

➢ ***Concentrado Proteico de Soya***

Es una fuente importante de alto contenido proteico para las galletas dietéticas, para las campañas de galletas para las escuelas; las cantidades de grasa y lecitina (emulsionante) contribuyen a mejorar su calidad gastronómica y mejor conservación. Típicamente, la riqueza proteica varía entre 45 y 62% y la de grasa desde 1 al 20%.

c) Azúcar

Los azúcares son utilizados para incrementar la densidad energética en los alimentos, su adición no debe ser mayor del 20% (MINSA, 2001).

d) Grasas

Es el ingrediente más importante utilizado en la industria galletera, ocupa el tercer puesto de los componentes en importancia, después de la harina y azúcar, pero es considerablemente más caro. En las masas tienen la misión de antiaglutamiento y funciones de textura, de forma que las galletas resulten menos duras (Manley, 1989). Las grasas y aceites deben ser preferentemente de origen vegetal para añadirse en el preparado de galletas mejoradas (MINSA, 2001).

e) Aditivo

Es una sustancia, apto para consumo humano, natural o sintético, o mezcla de sustancias diferentes al alimento, que se adiciona intencionalmente para lograr ciertos beneficios, por ejemplo: Evitar su deterioro por microorganismos e insectos, conservar su frescura, mejorar el valor nutritivo, desarrollar alguna propiedad sensorial o como ayuda para el proceso (Badui, 1995).

Esponjantes

Son sales inorgánicas que añadidas a la masa, sola o combinadas, reaccionan produciendo gases, dan la textura dentro de la galleta. Tales como bicarbonato de sodio y carbonato de amoniaco (Manley, 1989).

Bicarbonato de sodio. Es una sustancia química empleada universalmente y la más antigua, es relativamente barata y es fácil de usar en la fabricación de galletas, reaccionan favorablemente con el azúcar durante la cocción, en cantidades excesivas deja un sabor amargo como de la lejía y un color oscuro y las más gruesas no pueden disolverse con suficiente rapidez durante la cocción de la masa y producen notas pardo oscuras en la superficie de la pieza, en presencia de humedad reacciona con cualquier sustancia ácida, produciendo anhídrido carbónico, formándose la correspondiente sal sódica y agua (Manley, 1989).

Carbonato de amoniaco. Se encuentra en el mercado en formas de sólido cristalino blanco, es extraordinariamente útil en galletería: Se descompone completamente por el calor desprendiendo anhídrido carbónico, amoniaco gaseoso y agua, se disuelve muy rápidamente, pero es muy alcalina, produciendo masas muy blandas, por eso requieren menos agua para una consistencia determinada (Manley, 1989).

Emulsionantes (surfactantes). Son sustancias cuya función es la de estabilizar las mezclas de dos líquidos inmiscibles: Agua en aceite (grasa), lubrican las masas pobres en grasa, modifican la cristalización de la grasa. Actúan en dosis muy bajas (menos de 2% en peso del producto) y hay pocos emulsionantes naturales, la lecitina, obtenida principalmente de la soja (Manley, 1989).

La lecitina es una sustancia natural, que se encuentra en la mantequilla, leche, yema de huevo y en diversos granos, frutos secos y semillas, especialmente de la soja, en forma comercial es un fluido o pasta plástica, tiene un color castaño y un olor característico propio que si se utiliza en exceso, comunica sabor desagradable (Manley, 1989).

Saborizantes. Son sustancias o mezclas de sustancias con propiedades rápidas capaces de conferir o reforzar el sabor de los alimentos. Se excluyen los productos que confieran exclusivamente sabor dulce, salado o ácido. Pueden ser naturales o sintéticos. Las condiciones soportadas durante la cocción son muy severas para estas sustancias saborizantes (Manley, 1989).

Sal común (Cloruro de sodio). Se extrae de los depósitos naturales y del mar, se purifica y se deseca a vacío para que cristalice al tamaño deseado. Se utiliza en proporciones de 1 a 1,5 % del peso de la harina, a niveles superiores del 2,5% se hace desagradable. En las galletas dulces se emplea un máximo de 1%, para las galletas saladas un 2%. Se añade sin disolver y por este motivo debe ser muy fina (Manley, 1989).

Colorantes. Sin colorantes, la mayoría de las galletas aparecerían del mismo color tostado claro. Con el advenimiento de la química de la anilina o del alquitrán, la industria dispone de una gama de colores estables e intensos que se comportan muy bien en los alimentos. Se usa cantidades pequeñas y los precios son muy bajos. Los mas usuales son amarillo y anaranjado, se añade a la masa para sugerir una riqueza de autenticidad y ser agradables al paladar (Manley, 1989).

Agua. Es una sustancia no nutritiva, es un catalizador que permite que ocurran cambios en otros ingredientes, como: En la formación de la masa y producción de una textura rígida después de cocida. Toda el agua añadida a la masa es eliminada durante la cocción en el horno (Manley, 1989).

2.5.5. Elaboración de galletas dulces

Básicamente todos los métodos, de elaboración de galletas tienen el mismo procedimiento a excepción del mezclado de ingredientes, estos son tres y se diferencian en el orden en el cual se agregan los ingredientes.

2.5.5.1. Mezclado

A. Cremado

Algunos ingredientes son mezclados en la grasa a fin de obtener una crema, continuando con la adición de la harina, se puede realizar en 2 o 3 etapas. El cremado en dos etapas consiste en mezclar todos los ingredientes incluyendo el agua, con excepción de la harina y el agente químico (bicarbonato de sodio), durante 4 a 10 min. De acuerdo al tipo y velocidad de mezclado, luego se agrega la harina y el bicarbonato de sodio continuando con el mezclado hasta lograr la consistencia deseada (Smith, 1972 citado por Castro, 1992).

B. Mezclado

Los ingredientes son mezclados en una sola etapa incluyendo el agua, parte del agua se usa para disolver los agentes químicos, saborizantes y colorantes, prosiguiendo con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria.

C. Amasado

Consta de dos etapas, primero la grasa, el azúcar, jarabes, harinas y ácidos son mezclados hasta obtener una masa corta, luego se agrega el agua y la leche junto con los agentes alcalinos, sal, etc, mezclándose hasta formar una masa homogénea.

En la segunda etapa la harina es cubierta por la crema evitando así la formación de gluten (Smith, 1972 citado por Castro, 1992).

2.5.5.2. Moldeado de la masa

Existen dos formas para el moldeado de la masa, una es mediante el corte de una masa laminada en trozos de tamaño y de forma adecuada y la otra es utilizando moldes en los que se introducen la masa a presión a través de un tubo cuyo orificio de salida tiene formas diferentes (Matz, 1972).

2.5.5.3. Horneado

Es el proceso de cocción de la galleta durante el cual se elimina casi toda el agua llegando a tener 2.5% a 3%, el proceso de cocción para galletas es muy corto, puede durar de 10 a 15 min de horneado de 190 a 200ºC, todos en este rango solo varían un poco dependiendo del tipo de galleta (Manley, 1989).

Durante la cocción se producen tres variaciones importantes:

- La gran disminución de la densidad del producto, unida al desarrollo de una textura abierta y porosa.
- Disminución del nivel de humedad hasta 1% a 4%.
- Cambio de color en la superficie.

Otros cambios que ocurren son: El derretimiento de la grasa y la formación del gas que ocasiona la expansión de las galletas, aumentando su tamaño, la gelatinización del almidón, la coagulación de proteínas, etc. (Manley, 1989).

2.5.5.4. Factor de esparcimiento

Los productos ricos en grasa y azúcar tiene menos agua en la masa, por lo tanto la proteína esta imperfectamente hidratada para poder formar mas gluten, entonces la estructura de la masa se basa mas en la matriz azucarada la cual no se coagula apreciablemente al subir la temperatura.

Los factores que favorecen la expansión son:

- Partículas gruesas de harina
- Partículas finas de azúcar
- Masas blandas por subir la temperatura
- Escaso amasado previo al reposo
- Temperatura baja en la entrada del horno

El factor de esparcimiento esta relacionado directamente con la disponibilidad y movimiento del agua durante el horneado, una formación rápida de la corteza trae consigo una disminución en el índice de extensibilidad (Smith, 1972 citado por Macedo, 1990).

2.5.5. Análisis sensorial

Las pruebas sensoriales pueden describirse o clasificarse de diferentes formas, donde los especialistas, en pruebas sensoriales clasifican a las pruebas como afectivas (orientadas al consumidor) y analítica (orientadas al producto), en base al objetivo de la prueba. Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre productos o para medir características sensoriales se conocen como "pruebas orientadas al producto" (*Watts et al*, 1992).

La información obtenida con los análisis sensoriales puede usarse para los siguientes propósitos:

- Mantener y mejorar la calidad
- Para investigación y desarrollo de diferentes productos.
- Para la investigación de mercado
- Evaluar efectos de procesamiento
- Corroborar y/o relacionar resultados entre los análisis sensoriales con los análisis físicos químicos y microbiológicos.
- Evaluar la calidad de sustitución de ingredientes (Macedo, 1990).

2.5.6. Determinación de aminoácidos esenciales

La determinación de aminoácidos esenciales (aminograma) se realiza utilizando un análisis químico llamado cromatografía, específicamente se le llama HPLC (Cromatografia liquida de alta performance)

a). Cromatografía de exclusión por tamaños (SEC)

Según Aparcana (1999), esta modalidad emplea material de porosidad controlada, que funcionan como un filtro o tamiz y clasifica las moléculas de la muestra según un orden decreciente de tamaño molecular (las moléculas más grandes son las primeras en eluir, y las mas pequeñas son las ultimas). Si se dispone de estándares apropiados, de peso molecular adecuado (proteínas para el análisis de proteínas, dextranos para el ensayo de dextranos, etc), puede evaluarse el peso molecular de un compuesto desconocido, o bien la distribución del peso molecular de un polímero sintético.

B). Cromatografía de filtración por geles

Según Aparcana (1999), es una modalidad de la SEC que se ocupa de la separación de polímeros biológicos solubles en agua o en solventes polares.

La GFC ha sido empleada para el análisis y la determinación de pesos moleculares de diversas sustancias de interés biológico como polímeros derivados de la glucosa (dextranos, malto dextrina, etc.), y celulosa carboximetilcelulosa, hidroxietilcelulosa, etc), péptidos, proteínas y ácidos nucleícos. También ha sido utilizado para la determinación de colesterol unido a lipoproteínas (HDL y LDL).

Las proteínas y péptidos suelen presentar mayores interacciones, siendo estas ultimas altamente dependientes del PH y de la fuerza iónica, por esta razón suelen usarse buffers como fácil móvil (Quattrochi, 1996)

2.5.7. Computo químico

Mediante el cálculo del cómputo químico de un alimento se puede evaluar la calidad nutricional de sus proteínas, ya que se puede asumir que mientras más similar sea el aminograma de esta proteína al aminograma patrón (según el grupo poblacional), será más asimilable por el cuerpo humano.

Para poder calcular el cómputo químico es necesario:

- Conocer el contenido de nitrógeno de cada insumo.
- Conocer el contenido de aminoácidos de los insumos que se van a emplear, las unidades en que se expresan estos valores generalmente son en mg de aa/g de N o en mg aa/1 g de proteína.
- Calcular la cantidad de nitrógeno y el contenido de cada aminoácido que aporta cada insumo a la mezcla, según sea la proporción que participa.
- Calcular la cantidad de aminoácidos que aporta cada alimento.
- Sumar el contenido de nitrógeno de todos los insumos y de cada aminoácido.
- Expresar el resultado en porcentaje o como fracción. La cifra menor es el cómputo químico de la mezcla, es al mismo tiempo el primer aminoácido limitante (Sánchez- Grinan, 1991).

2.6. Malteo

El malteo es el proceso que consiste en germinar el grano en condiciones controladas, permitiendo la formación de una mayor cantidad de enzimas y el material de reserva (principalmente almidón y proteínas), sufre cierta degradación por ellas sirviendo de alimento al embrión en sus diferentes etapas metabólicas (Hough, 1990).

En el proceso de malteo debe haber una adecuada modificación del grano y un mínimo desarrollo del germen que impedirá un desgaste de reservas del grano en el desarrollo de tejidos vegetales y la respiración (Quinde, 1995).

2.6.1. Etapas del malteo

2.6.1.1. Remojo

El remojo o maceración tiene como principal objetivo introducir agua dentro del grano, es importante que la humedad penetre hasta el centro del grano, como el mecanismo de penetración del agua es la difusión, el remojo es un proceso lento (Hoseney, 1991). Indican que durante esta etapa el grano absorbe suficiente cantidad de agua como para permeabilizar el almidón y activar las enzimas que intervienen en su posterior degradación. Es así que se logra la migración de estas enzimas a través del complejo multicelular del endospermo (Pomeranz, 1976).

El contenido de agua de los granos aumenta rápidamente a partir de la inmersión, pero la velocidad del incremento del contenido de agua desciende luego de un modo progresivo, el embrión toma rápidamente agua, el endospermo en cambio se rehidrata mas lentamente (Hough, 1990).

La respiración aumenta cuando el embrión se activa, creando una gran demanda de oxigeno en el agua de remojo (Hough, 1990), en un corto tiempo se abra consumido todo el oxigeno del agua por lo que debe renovarse a través del rebose de agua fresca y/o periodos de aeración, de lo contrario se producirá dióxido de carbono, etanol, etc por procesos fermentativos, los que dañan al grano (Nieto, 1985).

Uno de los factores que afectan al tiempo de maceración es la temperatura del agua de remojo. Las temperaturas superiores proporcionan tiempos inferiores de maceración, pues la difusión del agua es mas rápida (Hoseney, 1991).

La temperatura alta favorece la absorción de agua pero favorece a la vez el desarrollo de microorganismos que al proliferar intensamente absorben el oxigeno disuelto lo que puede ocasionar la asfixia del grano, si el remojo se hace a temperatura baja el agua penetra lentamente por lo que se debe buscar un equilibrio que se encuentra entre 12°C y 14°C (Molina, 1989).

Por su parte (Kent, 1971), recomienda temperaturas de 10 a 12°C, mientras que (Nieto, 1984), indica como temperatura promedio 15°C y recomienda no pasar de 22°C.

La humedad adecuada para finalizar el remojo es de 42% a 44%, punto en que la presión hidrostática en la célula iguala a la presión osmótica generada por el líquido celular (Hoseney, 1991). Cuando el grano remojado llega a una humedad cercana a su nivel de saturación, la que es equivalente a la humedad cuando el grano germina en el suelo, se considera que el grano ha concluido su remojo. (42 a 45% de humedad) (Cook, 1966).

Es suficiente el 30% de agua para que sea posible la germinación, pero no es suficiente para que se realice las transformaciones en el grano (Nieto, 1984).

Por otra parte que el remojo inicial cerca de 35% de humedad, es importante para el desarrollo del embrión, donde fija que la humedad final debe ser 45%, permitiendo esta humedad que el almidón este hidratado lo suficiente como para que ocurra una efectiva modificación durante el malteo (Pomeranz, 1976).

En cuanto al tiempo necesario, este varía entre 36 y 48 horas dependiendo de la temperatura del agua, de la finura de la cascarilla, de la estructura del endospermo del tipo de remojo y de la malta que se desea obtener (Molina, 1989)

2.6.1.2. Germinación

Una vez que el grano ha absorbido la cantidad necesaria de agua, dispone de oxigeno y esta a la temperatura conveniente, se inicia el proceso de germinación apareciendo la radícula y 2 pares de raicillas, creciendo la plúmula y continuando con la modificación del endospermo (Cook, 1966).

El objetivo de este proceso es conseguir la mínima cantidad de crecimiento que produzca un máximo rendimiento de malta con alta calidad enzimática (Hoseney, 1991).

Durante esta etapa el embrión, pasa a un estado de actividad y secreta enzimas que se difunden por todo el endospermo, primero disuelven las paredes celulares, luego desdoblan el almidón, las proteínas, los fosfatos orgánicos, las grasas, etc. En base del grano aparecen raicillas y se va desarrollando la plúmula, como consecuencia de estas reacciones el endospermo se vuelve friable, este fenómeno se llama "desagregación de la malta". Al terminar la germinación la malta debe estar completamente desagregada para asegurar el desdoblamiento de la materia hidrogenada (Molina, 1989).

Durante esta etapa se libera primero la citasa la cual disuelve la pared celular del endospermo y ayuda a liberar el almidón, otras enzimas que actúan son: La fosfatasa, la fitasa (formadas de ácidos), hemicelulosas, proteasas, peroxidasas, catalasas, etc. Las amilasas actúan al final de la germinación, las sustancias de elevado peso molecular se movilizan y se traslocan al embrión para formar nuevos tejidos, también hay un aumento considerable de la actividad respiratoria del grano, es aquí donde el almidón se convierte en CO_2 y agua. La perdida de materia seca por la germinación esta entre 4% y 8%, dependiendo del tiempo de germinación (Kent, 1971).

La energía necesaria, para la activación de las enzimas y la formación de los nuevos tejidos es obtenida de la actividad respiratoria por acción enzimática sobre los carbohidratos, es por eso que cuanto mas dure la germinación mayor es la perdida de almidón (materia seca) (Kent, 1971).

La síntesis de enzimas esta influenciada por la humedad, oxigeno y temperatura, el mismo autor indica que los cambios morfológicos que se producen en esta etapa indican el momento adecuado para detener el proceso, donde la germinación dura aproximadamente de 5 a 8 días para la cebada. Según (Montenegro, 1975), citado por (Nieto, 1984).

Se considera como punto final del proceso cuando se llega por lo menos a 5%, de humedad final. Lo que se busca con el secado es fijar en el grano aquellas propiedades deseables de la malta e introducir propiedades características de sabor, color y aroma (Cook, 1966).

2.6.1.3. Secado

Terminada la germinación, una vez que la malta esta bien desagregada hay que detener la germinación controlando la acción de las enzimas, para lo cual la humedad se debe llevar por debajo de 5%, lo que por otra parte favorece también la conservación de la malta (Molina, 1989).

Esta desecación se consigue mediante la elevación de la temperatura de tal manera que se elimine el agua sin dañar el poder enzimático. Donde el gusto de la malta proviene de las reacciones que ocurren a altas temperaturas, especialmente entre azucares y aminoácidos, como producto de estas reacciones se forman compuestos melanoidinos, productos coloreados y aromáticos, estos se siguen produciendo en la primera fase del secado cuando la humedad es todavía alta y la acción enzimática es todavía importante. Un secado lento producirá una malta más aromática que un secado mas rápido, donde el proceso comienza cuando la malta pasa del germinador al secador, con una humedad inicial de 40% como mínimo (Pomeranz, 1976).

Paulatinamente la temperatura del desecador aumenta hasta 50°C y 60°C (al principio del calentamiento los granos húmedos no deben estar a temperaturas mayores de 38°C), durante esta primera etapa se extrae el agua rápidamente hasta llegar a un 25% de humedad, aquí ya se dificulta la eliminación del agua con la actual temperatura del equipo y se hace necesario subir la temperatura del aire de entrada, al llegar a 12% de humedad se sube la temperatura de 65°C-75°C, aquí la extracción del agua es lenta, finalmente, llegando a 5%-8% de humedad la temperatura se eleva hasta 80°C a 100°C, etapa en la cual solo ocurren reacciones físico químicas (Hough, 1991).

2.6.2. Efectos del malteo sobre la composición química

Durante el proceso del malteo el grano sufre una serie de modificaciones o variaciones en su composición química, especialmente de las proteínas, carbohidratos y grasas debido a la acción de diversas enzimas sintetizadas.

2.6.2.1. Carbohidratos

Como se dijo antes, el contenido del almidón decrece a medida que avanza la germinación ya que es convertido, a azucares los que son utilizados para producir la energía necesaria para la germinación. Y a mayor duración de la germinación mayores serán las perdidas de carbohidratos (Nieto, 1984).

También la pérdida de carbohidratos se da por la formación de material estructural de las raicillas así como de otras partes del embrión (Kent, 1971).

La producción de amilasas aumenta, la beta-amilasa se encuentra presente en la cebada mientras que en la malta se encuentra de 3 a 5 veces mas, el alfa- amilasa, se forma recién durante la germinación. Durante el malteado el almidón se degrada mayormente a una mezcla de poliglusa, liberándose una cantidad limitada de azucares debido a las enzimas formadas durante el malteo (Fosforilasa, alfa-glucosidasa, alfa-amilasa y enzimas desramificadoras) (Nieto, 1984).

Las paredes del endospermo son atacados por las citasas, dejando a los gránulos de almidón desprotegidos, este almidón es atacado superficialmente en una acción corrosiva causado por la alfa-amilasa (Pollock, 1965 citado por Cook, 1966).

Los productos de la alfa-amilasa son principalmente dextrinas, ramificadas y lineales, la beta-amilasa libera mayormente maltosa. Durante el malteado se solubiliza un 15% a 18% del almidona del endospermo, del que se difunde al embrión para los procesos respiratorios y biosinteticos un 11% a 12%, solo un 4% a 6%, se convierte en azucares simples (Hough, 1990).

En el secado ocurre cambios importantes en los azucares, así se observo una notable disminución de la maltosa y la glucosa, así como un aumento de la sacarosa, también durante el secado ocurre la formación de compuestos melanoidinos como consecuencia de la reacción entre azucares y aminoácidos (De Clerck, 1962 citado por Nieto, 1984).

2.6.2.2. Proteína

Se sabe que no ocurre una perdida, neta del nitrógeno durante el malteo, al consumirse los carbohidratos en los procesos respiratorios y al expresar los otros componentes en porcentajes, el grano entero parece incrementar su contenido de proteína y sustancias nitrogenadas, sin embargo parte de estos, los mas simples, se utilizan en la síntesis de proteínas, que se destinaran a las raicillas, luego del secado se eliminan estas lo que produce un descenso aparente de la proteína del endospermo (Hough, 1990).

Demostraron también que luego de 5 días de germinación de la cebada, se dio un pequeño incremento del nitrógeno total, un ligero decremento en el nitrógeno proteico y un marcado aumento del nitrógeno no proteico y del nitrógeno de los aminoácidos libres (Berna, 1995).

2.6.2.3. Grasas

Estas conforman aproximadamente el 3.5% del peso del grano de cebada y en la germinación alrededor de 10% se consume en los procesos respiratorios del embrión (Hough, 1990).

Mientras otra investigación cita la disminución se da hasta el 25% (Quinde, 1995).
Las 2/3 partes de las enzimas se encuentran en el embrión y una tercera parte en la capa de aleurona, coincidiendo esto con la mayor localización de las grasas dentro del grano, por otra parte también habla que los lípidos están formados por grasas neutras (triglicéridos) y los demás son fosfolipidos y glicolipidos, estos tres grupos son degradados por las estearasas, fosfatasas y glicosidasas, respectivamente, en tanto que los ácidos grasos son oxidados por peroxidasas y oxigenasas (Hough, 1990).

2.6.2.4. Vitaminas

En la cebada las vitaminas se localizan principalmente en el embrión y durante la germinación, algunas se trasladan a las raíces como es el caso de la vitamina C, E y el complejo B (De Clerk, 1962 citado por Nieto, 1984).

El contenido de tiamina, vitamina B es constante, habiendo un aumento notable de riboflavina, el acido nicotínico y el acido pantotenico se incrementan, mínimamente (Hough, 1990).

Durante la germinación el acido ascórbico se incrementa, pero este es disminuido mucho por el secado, piridoxal y la biotina aumentan, no así la vitamina E (Cook, 1966).

Incrementos del acido ascórbico de 4 a 20 veces en los frijoles y garbanzos, riboflavina en 2.5 a 4.5 veces mientras que la tiamina se mantiene constante en la germinación del frejol (Berna, 1995).

2.6.2.5. Minerales

Los minerales de la cebada conforman solo 2% a 5% del peso seco del grano y casi no se modifican durante el malteo (De clerk, 1962 citado por Nieto, 1984).

Otros autores indican que los germinados de alfalfa, lenteja y soya tienen menos contenido de hierro que sus similares crudos, el contenido de zinc fue mayor, excepto en la soya (Berna, 1995).

En el caso del germinado del sorgo los contenidos de calcio y hierro fueron constantes, mientras que el fosforo disminuye, esta perdida probablemente se deba a la separación de las raíces y los tallos durante el proceso de elaboración de la malta (Almeida y Rooney, 1994).

La reducción de algunos minerales es el traslado de estos a la raicilla y la perdida por lixiviación durante el remojo (Hough, 1990)

2.6.3. Usos de la malta

Aparte de la industria cervecera, la malta o extracto de malta se emplean en la elaboración de jarabes de cereales, repostería, bebidas lacteadas, producción de enzimas industriales y panadería, también se emplean como transportadores de aroma en una amplia variedad de alimentos como cereales para el desayuno (Hough, 1990).

También se usan en la textileria, adhesivos y farmacología (Huarcaya, 1990), otro uso muy importante que se le da a la malta es su empleo en preparados de cremas para infantes ya que disminuye la viscosidad de las mezclas hidratadas, aportando una alta cantidad y calidad de nutrimentos lo que la hace ideal en alimentos para infantes (Almeida y Rooney, 1994).

2.6.4. Malta de kiwicha, quinua y kañiwa.

Demostraron, que el proceso de malteo afecta las propiedades reologicas del *Amaranthus, hipochondriacus,* mejorando la dispersibilidad de la harina en el agua, propiedad que resulta muy útil para la preparación de alimentos (Quinde, 1995).

Las pruebas de malteo de kiwicha, quinua y kañiwa, siguiendo el modelo del malteo del Central food Technological Research Institute (India), para procesar alimentos de ablactancia, obteniendo resultados poco satisfactorios debido a la dificultad que presento lo tres cereales en la germinación (Repo Carrasco, 1992).

Por otra parte otra investigación determino los parámetros y condiciones optimas del malteo de kiwicha, reportando incrementos porcentuales de la proteína y carbohidratos, disminución de grasa, cenizas y un aumento sustancial de fibra y azucares reductores, también reportan cambios en el aminograma del grano indicando perdidas pequeñas de metionina, cistina, serina, glicina y arginina aumentando todos los demás aminoácidos destacando en esto la leucina, el acido aspartico, valina, alanina, treonina y la lisina. El mismo autor reporta un aumento sustancial del score químico de la kiwicha hasta el 84%, teniendo solo a la leucina como aminoácido limitante (Quinde, 1995)

2.7. Fibra

2.7.1. Definición

Según Periago *et al.* (1993), la fibra alimentaria o fibra dietaría se define como el conjunto de polisacáridos y lignina que son resistentes a la hidrólisis de las enzimas digestivas del hombre. La fibra dietaría es un componente importante de los alimentos vegetales que procede de las paredes y tejidos de frutas, hortalizas, cereales y legumbres, y recibe una particular atención por sus propiedades y por el papel que desarrolla en el organismo humano.

López *et al.* (1997), mencionan que químicamente la fibra dietaría está constituida por hidratos de carbono complejos que no son degradados ni absorbidos en el intestino delgado.

Antequera (2001), señala que el citoesqueleto de los vegetales es lo que se puede denominar como fibra dietética, que es una sustancia aparentemente inerte y que puede ser fermentada por algunas bacterias, pero no desdoblada por las enzimas digestivas, y por tanto, resulta imposible de absorber. Las propiedades serán muy diversas, dependiendo de la especie y de la variedad vegetal de procedencia.

Para la AACC (2001), la fibra dietaria es la parte comestible de las plantas con carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietaria incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y asociados a las sustancias de las plantas. Las fibras dietarias promueven efectos fisiológicos benéficos incluyendo laxación y/o atenuación de la glucosa sanguínea.

La fibra dietética es sólo una parte del total de sustratos que llegan al colon y mantienen la flora bacteriana y el proceso fermentativo. Los compuestos que forman parte de la fracción no digerida son de origen dietético y endógeno, en incluye carbohidratos (almidón resistente, fibra dietética, azúcares-alcohol y oligosacáridos) y componentes nitrogenados (proteína resistente, enzimas, urea) y otros (polifenoles, mucus, bacterias y células epiteliales de desecho) (Cummings y Mcfarlane, 1991).

Tradicionalmente, se ha considerado que la fibra tiene valor energético nulo. No obstante, su fermentación en el colon produce energía. Una parte de esta energía se pierde en producción de gases y masa bacteriana fecal. Pero una cantidad importante procedente de la absorción de los ácidos de cadena corta producidos en el proceso es energía asimilable metabólicamente. El valor neto de energía de la fibra depende de su grado de fermentabilidad y suele estar entre 1 y 2,5 Kcal/g (Saura-Calixto y Larrauri, 1996).

Saura Calixto *et al.* (1996), mencionan que los efectos beneficiosos de la alta dieta en fibra dietética va hacia la prevención de enfermedades cardiovasculares y varios tipos de cáncer, también la inclusión de los suplementos de la fibra dietaria en dietas para adelgazar, han conducido al desarrollo de un mercado grande y de rendimiento para los productos ricos en fibra dietaria. Es importante que la fibra no sea equivalente a la fibra cruda. En la mayoría de las tablas de composición química de alimentos, los valores de fibra que aparecen corresponden a la fibra cruda. El término fibra cruda, expresa el contenido de fibra de los alimentos, representando el residuo que queda bajo la resistencia a la acción de ácidos y álcalis diluidos e hirvientes en condiciones estandarizadas. La mayor parte del residuo esta constituido por celulosa, hemicelulosa y lignina perdiéndose otros componentes dietéticos tales como la pectina, gomas y mucílagos.

2.7.2. Componentes de la fibra dietaria

La fibra está constituida por varios componentes que no son digeridos durante su paso por el intestino delgado y que al llegar al colon ejercen importantes funciones mecánicas, metabólicas y de influencia sobre la flora intestinal (Pak, 2000).

Los componentes de las paredes celulares vegetales se pueden dividir en polisacáridos estructurales constituidos por celulosa, sustancias pécticas y hemicelulosas, y compuestos estructurales no polisacáridos, fundamentalmente lignina y proteína. Estas macromoléculas tan diferentes están unidas en una red mediante fuerzas de Van der Waals, puentes hidrógeno y enlaces covalentes y iónicos (Hernández *et al*, 1995).

Cuadro 15: Componentes de la fibra dietaria

Polisacáridos no almidones y oligosacáridos resistentes -Celulosa -Hemicelulosa *Arabinoxilanos *Arabinogalactanos -Polifructosas *Inulina *Oligofructosas - Galactooligosacaridos - Gomas - *Mucílagos* - Pectinas
Carbohidratos análogos - Dextrinas Indigeribles, *Maltodextrinas resistentes (de maíz y otras fuentes) *Dextrinas de papa resistente - Compuestos de Carbohidrato Sintetizado *Polidextrosa *Metilcelulosa *Hidroxipropilmetil celulosa - Almidones indigeribles ("resistente")
Lignina
Sustancias asociadas con polisacáridos no almidón y complejo lignina en plantas Ceras, Fitato, Cutina, Saponinas, Suberina, Taninos.

Fuente: AACC (2001).

2.7.3. Clasificación de la fibra dietaria

Según Antequera (2001), la clasificación de la fibra dietaria puede darse considerando tres puntos importantes: Su composición, el punto de vista biológico y el punto de vista de la fermentación bacteriana. Así se tiene los siguientes.

2.7.3.1. Según su composición:

a. **Fibra verdadera o vegetal.** Está integrada por los componentes de la pared de las plantas, como son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina.

b. **Fibra dietética total.** Incluye a la totalidad de todos los compuestos, fibrosos o no, que no son digeribles por las enzimas del intestino humano.

c. **Fibra bruta o cruda.** Es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes. Constituye el 20-50% de la fibra dietética total. Es un concepto más químico que biológico.

2.7.3.2. Desde el punto de vista biológico:

Una de las propiedades más importantes de la fibra dietaria es su solubilidad. La fibra dietaria se clasifica en fibra dietaria soluble (FDS) y fibra dietaria insoluble (FDI) en agua y se caracterizan ambas fracciones por poseer efectos fisiológicos totalmente distintos y tener un gran impacto en su uso en los alimentos (Perigo *et al*, 1993).

Esta clasificación se basa en el grado de solubilidad de la fibra en el agua y es la que da origen a la mayoría de las tablas que se usan habitualmente en dietética. Se tiene así 2 grupos

a. Fibra insoluble

La FDI (fibra dietaria insoluble) incluye celulosa, otras hemicelulosa, lignina, taninos, proteínas, cutina, cera, productos por la reacción de Maillard y almidón resistente. Estas predominan en las hortalizas, verduras, leguminosas frescas y en los granos de cereales.

La FDI es escasamente fermentada por la micro flora, atraparía agua en la luz intestinal y actuaría como "esponja" lo que produciría un aumento de la masa fecal que sería menos consistente y un incremento de la frecuencia defecatoria por estimulación mecánica de la motilidad intestinal (Ballabriga y Carrascosa, 2001; citados por Marchisone, 2005).

b. Fibra soluble

Periago *et al.* (1993) y Hernández *et al.* (1995), señalan que la FDS incluye sustancias pépticas, algunas hemicelulosas, polifenoles solubles, gomas, mucílagos y proteínas. La FDS es variable, existiendo altas proporciones en algunas fuentes de fibra como las frutas, en las hortalizas y las legumbres. Además Marchisone (2005), menciona que la fracción soluble o viscosa esta constituida por polisacáridos estructurales (pectina y algunas hemicelulosa) y no estructurales (goma y mucílagos) que se disuelven en agua.

Marchison (2005), reportó una clasificación internacionalmente más reconocida de la fibra es la que incluye tres grandes grupos de sustancias según su solubilidad y por su correlación con los efectos fisiológicos:

Polisacáridos estructurales (celulosa, hemicelulosa y algunas pectinas).

Polisacáridos no estructurales (gomas y mucílagos).

Compuestos estructurales no carbohidratos (lignina).

2.7.3.3. Desde el punto de vista de la fermentación bacteriana

a. Fibra poco fermentable. Es aquella cuyo contenido es rico en celulosa y lignina. Es muy resistente a la degradación bacteriana en el colon y es excretada intacta por las heces. Es lo que ocurre con el salvado de trigo.

b. Fibra muy fermentable. Posee gran cantidad de hemicelulosa soluble e insoluble, pectinas o almidón resistente. Su degradación es rápida y completa en el colon.

2.7.4. Propiedades funcionales de la fibra dietaria

Antequera (2001), mencionan dentro de las propiedades físico- químicas o funcionales de la fibra dietaria, las siguientes:

a. Resistencia a la digestión. Como ya se ha comentado, el sistema enzimático humano es incapaz de atacar y digerir los distintos componentes de la fibra.

b. Capacidad de absorción y retención de agua. Propiedad condicionada por el grado de solubilidad de la propia fibra, por el tamaño de las partículas y por el pH.

c. Capacidad de cambio catiónico. López *et al.* (1997), indican que esta propiedad se le atribuye a la reducción de la biodisponibilidad de algunos minerales y electrolitos debido a su absorción y eliminación por las heces, constituyendo esto un efecto adverso atribuido a la fibra dietaria.

d. Incremento de viscosidad del medio. Algunos grupos de fibras dietarias pueden formar soluciones de gran viscosidad tales como: las pectinas, las gomas, los β-glucanos y los polisacáridos de las algas (agar y carragén).

e. Secuestro y posterior eliminación de las sales biliares. Su importancia radica en los siguientes efectos:

- **Aumento de la excreción de ácidos biliares:** Determinadas cepas bacterianas, como el *Clostridium putrificans*, con capacidad cancerígena, utilizan como sustrato a los ácidos biliares y al colesterol, que son desconjugados por las mismas.

- **Disminución de la absorción de las grasas:** Este efecto se debe a que las grasas no se pueden emulsionar ni transportar hasta la mucosa intestinal. Interrupción de la circulación enterohepática de las sales biliares, la interrupción provoca que el hígado tenga que formar nuevas sales biliares y, por tanto, recurrir a las reservas orgánicas de colesterol.

f. Captación de minerales: La fibra rica en ácido urónico tiene facultad para fijar calcio, fósforo, zinc, hierro y magnesio, por lo que puede alterar la absorción de los mismos. Si el aporte de fibra se corresponde con las recomendaciones habituales no existirá ningún problema carencial causado por el balance negativo de los minerales mencionados.

g. Retraso de la absorción intestinal de los hidratos de carbono, de la proteínas y de las grasas.

Esta propiedad origina un aumento de ligero de la excreción en heces de estos principios inmediatos, por lo que la fibra puede ser útil en la diabetes y en las dislipemias. Cada componente posee estas propiedades en distinto grado. La actuación de cada una de ellas en el organismo implicará unos efectos que a la postre serán beneficiosos o nocivos, según los casos.

2.8. Métodos para determinar la calidad de proteínas

2.8.1. Digestibilidad in vitro

Se realiza según el método oficial AOAC (Association of Analytical Communities), donde se ha logrado actualmente la extracción y purificación de algunas de estas enzimas, con lo cual ha sido posible la determinación de la digestibilidad fuera del organismo, aplicados en materias primas o productos ya elaborados con la ayuda de enzimas como la pepsina para ayudar la digestión del producto a experimentar con resultados proximales de 15% al resultado final de la digestibilidad en vivo. Donde la muestra desgrasada es digerida 16 horas con solución caliente de pepsina bajo constante agitación, el residuo indigerible es lavado y analizado por proteína, el resultado se resta del contenido de proteína total de la muestra para obtener la proteína digerible (Villanueva, 2004).

En cambio en el campo de la medicina veterinaria a sido utilizado históricamente para evaluar forrajes y reservas forrajeras (Ulloa, 2007).

2.8.2. Digestibilidad en vivo

Conocido como la digestibilidad real es aplicado con animales de laboratorio como las ratas, gallos, cerdos conocidos como animales mono gástricos, es el porcentaje de un alimento completo o ingredientes de este, que es desdoblado y absorbido en el intestino para ser posteriormente aprovechado o metabolizado con el fin de obtener sus recursos. Prácticamente es la diferencia entre lo que entra y lo que sale del aparato digestivo (Villanueva, 2004).

Los alimentos para ser biológicamente utilizados deben sufrir un proceso de hidrólisis o fragmentación para ser absorbidos y posteriormente transportados y/o almacenados en el interior del organismo. Esta hidrólisis es el proceso de digestión, en el cual intervienen proteínas especializadas denominadas enzimas, que poseen todos los organismos dentro de su sistema digestivo. Por lo tanto se conocen alrededor de 20 enzimas que ayudan a la digestión de los alimentos, se dividen entre grupos según el sustrato donde actúan: Lipasas; segregadas por el páncreas, desdoblan las grasas, las proteasas o peptidasas, producidas por el estomago y el páncreas, desdoblan las proteínas y las amilasas o tialinazas, originadas en la glándula salival, las páncreas e intestino, desbaratan los carbohidratos. (Ulloa, 2007).

2.8.3. Digestibilidad in situ

Es ampliamente usado históricamente en la medicina veterinaria cuyas pruebas se realizan dentro del organismo del animal, la mayoría de ellos dentro del rumen del becerro, borrego, cabra vivo, al que se le coloca previamente una fistula con una puerta, para meter y sacar muestras continuamente (Ulloa, 2007).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se realizo en los laboratorios de biotecnología y química de la facultad de Ingeniería agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, en los laboratorios de fisicoquímica de la facultad de Química de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco y en la empresa Industrias Alimentarias Panificadora San Valentín E.I.R.L, productora de papapan fortificado, entre diciembre del 2009 y julio del 2010.

3.2 Materia prima

Las materias primas utilizadas fueron tres variedades de cereales andinos: Quinua (*Chenopodium quinua*) variedad salcedo INIA, Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) variedad morocho procedente de la provincia de Andahuaylas Región Apurímac y Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule aellen*) variedad cupi procedente del distrito de Sicuani Región Cusco

Para la elaboración de las galletas se utilizo harina de trigo clásica extra fortificado con hierro, marca nicolini de la fabrica Alicorp.

Como otros ingredientes en la elaboración de galletas se utilizaron:

- Azúcar blanca marca Andahuasi S.A.
- Manteca vegetal marca famosa fabricado por Alicorp
- Leche en polvo descremada marca Bon Lac (0.7% de grasa)
- Sal yodada marca colosal
- Bicarbonato de sodio
- Esencia de vainilla marca impexquisa
- Agua potable hervida al procesar entra tibio, para la fácil dilución del azúcar en el cremado

3.3 Materiales equipos y reactivos

3.3.1 Materiales

Los materiales de vidrio utilizados fueron: Fiolas, morteros, placas petri, vasos precipitados de 100, 250, 500 y 1000 ml, campana de vidrio (desecador), capsula de porcelana (crisol), pinza de metal, balones de digestión, erlenmeyer, bureta o titulador, papel filtro, balones de fondo plano, crisol de filtración, matraces de 50, 100, 200, 250 y 500 ml, Papel whatman N° 2, tapón de corcho, aparato Goldfisch, papel tipo facial o higiénico, cartuchos de extracción, malla de 2 mm, filtros de vidrio fritado del numero 2, crisoles gooch, pipetas, baguetas, embudos, kitasato, probetas, tubos de ensayo y otros materiales de laboratorio recomendados para los análisis de los métodos respectivos.

3.3.2 Equipos

- Agitador magnético lowa made in USA.
- Balanza analítica modelo AR2140, capacidad 210 gr y con aproximación de 0.001gr
- Determinador de humedad marca Memmert *Made in Germany*
- Equipo kjeldahl. VECP SCIENTIFICA, UDK 126 D
- Mufla eléctrica marca Barnstead themolyne
- Equipo Soxhlet
- Cocinillas eléctricas con termostato
- Bomba al vacio. VACUUBRAND. *Made in Germany*
- Esterilizador autoclave. March. Instrument Company. *Made in USA*
- Micropipeta de 5-50 ul
- Centrifuga. ML W MEDIZINTECHNIK

A. Para el malteo de la quinua, kañiwa y kiwicha

Tanques de remojo

Acondicionada con un flujo continuo del agua, quiere decir agua en movimiento o agua oxigenada para que no ocurra ahogamiento de los granos y lleguemos finalmente a una germinación homogénea del 100% de los granos.

Germinador

Controlado con un thermohygrometro para mantener constante la T° interior entre 20 a 24 °C, T° ambiente entre 18 a 20 °C y humedad relativa entre 50 a 53%.

Secador

Es controlado con un thermohygrometro que marca la T° interior de 40 a 40.5 °C, T° ambiente de 20 a 21 °C y humedad relativa por debajo de 53%.

B. Otros equipos y materiales

- Balanza capacidad 30 Kg
- Amasadora marca NOVA capacidad 40 Kg
- Horno NOVA max 1000
- Batidora NOVA
- Sobadora NOVA capacidad 20 Kg
- Laminadora max 500
- Espátulas
- Rodillos
- Moldes

3.3.3 Reactivos

- Agua destilada
- Pepsina al 0.2%
- Acido sulfúrico concentrado (H_2SO_4)
- Hexano (C_6H_{14})
- Hidróxido de sodio
- Acido clorhídrico

- Bencina
- Acido tricloroacético
- Acido nítrico concentrado
- Éter de petróleo
- Éter etílico anhídrido
- Sulfato de cobre
- Sulfato de potasio
- Indicador rojo de metilo
- Acido fosfórico
- Soda caustica
- Bifluoruro de amonio

3.4 Métodos de análisis

3.4.1 Composición proximal (AOAC, 1995)

- **Humedad.** Se evaluó la humedad de la muestra por la perdida de peso que sufre durante el calentamiento, hasta obtener peso constante (AOAC, 1995).
- **Ceniza.** La muestra se incinero a 550 °C para quemar todo el material orgánico (AOAC, 1995).
- **Proteína.** Se determino mediante el método semimicro Kjeldahl, considerando 6.25 como factor de conversión de nitrógeno a proteína (Para mayor detalle de los procedimientos verificar el anexo 3).

El factor mas usado es de 6.25, este se obtiene del hecho de que la mayoría de las proteínas tienen un 16% de nitrógeno: 100/16 = 6.25, o sea que de de 100 gr de muestra 16% corresponden al nitrógeno, sin embargo se usan otros factores de conversión para proteínas de fuentes especificas (AOAC, 1995)

- **Extracto etéreo.** Se determino empleando el método Soxhlet (AOAC, 1995).

3.4.2 Fibra cruda o bruta

La muestra primeramente es desgrasada por el método soxhlet donde se aplica la digestión acida, luego digestión alcalina y como ultimo el secado en la estufa y mufla (Para mayor detalle de los procedimientos verificar el anexo 5).

Un comité de enlace combinado de la AOSCS y la AOAC definió a la fibra bruta o cruda como la fracción que se pierde al incinerar el residuo seco obtenido tras la digestión de las muestras con H_2SO_4 al 1.25% y NaOH al 1.25% bajo condiciones especificas.

Este método asemeja en parte la digestión en mono gástricos, ya que la muestra primeramente sufre una digestión acida (como en el estomago) seguida de una alcalina (como en el intestino).

3.4.3 Digestibilidad in vitro

La muestra se determina su proteína y por otro lado se desgrasa con éter etílico y a esta muestra se le agrega la enzima pepsina colocando a 45°C por 16 horas en un agitador a baño maría, secar y determinar el nitrógeno por el método Kjeldhal (Para mayor detalle verificar el anexo 6).

$$\%\, digestibilidad = \frac{\text{Proteina total} - \text{Proteina no digerible x 100}}{\text{Proteina total}} \qquad (\textit{Ecuación 1})$$

Los alimentos para ser biológicamente utilizados deben sufrir un proceso de hidrólisis o fragmentación para ser absorbidos y posteriormente transportados y/o almacenados en el interior del organismo. Esta hidrólisis es el proceso de digestión, en el cual intervienen proteínas especializadas denominadas enzimas, que poseen todos los organismos dentro de su sistema digestivo (digestibilidad en vivo).

Donde se ha logrado actualmente la extracción y purificación de algunas de estas enzimas; con lo cual ha sido posible la determinación de la digestibilidad fuera del organismo (Digestibilidad in vitro). Los compuestos nutritivos que se encuentran tanto en las materias primas como en los alimentos ya elaborados presentan diferente susceptibilidad para ser digeridos, por lo que es útil conocer el porcentaje real de digestibilidad de los alimentos tradicionales o potenciales (AOAC 971.09, 1995).

3.4.4 Determinación del rendimiento de la malta

Se calcula dividiendo el peso de la malta de quinua, kiwicha y kañiwa entre el peso del grano sin maltear, ambos pesos deben estar en base seca, el resultado final se multiplica por 100.

$$\%\ \text{de rendimiento} = \frac{\text{W malta (b.s)x100}}{\text{W kiwicha,quinua,kañiwa (base seca)}} \qquad \textit{(Ecuación 2)}$$

3.5 Metodología experimental

3.5.1 Análisis fisicoquímicos de los granos andinos

Se realizo los análisis fisicoquímicos en los granos enteros de los tres cultivos como la quinua variedad INIA, kiwicha variedad morocho y kañiwa variedad cupi.

Para tal fin, se caracterizo los constituyentes más importantes de estos cereales andinos realizando la composición proximal (humedad, proteínas, grasa, cenizas y fibra bruta), así como la digestibilidad in vitro de los granos antes mencionados.

3.5.2 Obtención de la harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada

Se obtuvieron la harina malteada de quinua, kañiwa y kiwicha, después de las siguientes operaciones que se muestran en la figura 3.

a. Selección y limpieza.

Con el objetivo de trabajar con la variedad requerida se realiza una selección de los cereales, a partir de ello se elimina las piedrecillas, pajas, tierra y materiales extraños. Esta operación se realizo en forma manual con la ayuda de un cernidor.

b. Desaponificación de la quinua.

Con el objeto de eliminar las saponinas del grano de quinua, se utilizo una maquina lavadora, en la cual durante 3 minutos intermitentes se efectuó el lavado por agitación y turbulencia a temperatura ambiente, realizando cada minuto cambios de agua.
Para los lavados se tendrá en cuenta la siguiente proporción de 1:3 (100 gr quinua: 300 ml de agua), cada lavado con una duración de un minuto (Zavaleta y Vera, 1982).

Finalmente se determino el porcentaje de saponinas en un tubo de ensayo en función a las espumas, que se clasifican desde amargo, semidulces, dulces y libres de saponinas. (Marca, 2000)

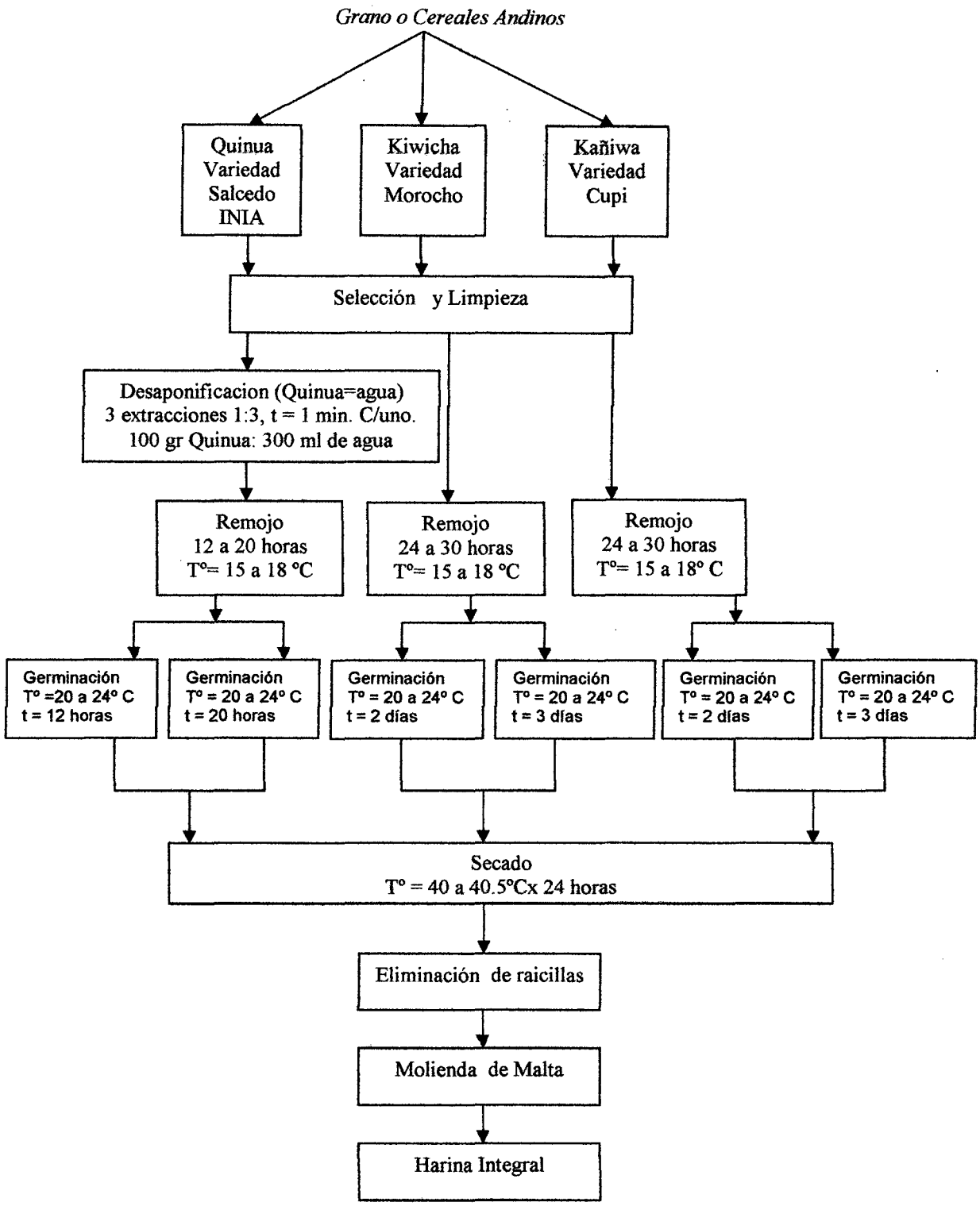
c. Remojo de la quinua, kañiwa y kiwicha

En esta etapa se realizo el remojo en tres baldes con agua en movimiento quiere decir el agua entra a los tres baldes por unas mangueras muy delgadas ubicados a una altura de 38 cm, y por el otro frontis del balde sale el agua ubicados a una altura de 28 cm, quedando el grano en la base del balde a una altura de 20 cm, con la finalidad de producir agua oxigenada para que no ocurra el ahogamiento de los granos y llegar a obtener una germinación homogénea del 100% de los granos. (Quinde, 1995), estableciendo como humedad final optima del grano 46%, la cual permitirá tener una buena germinación. Al terminar el remojo las muestras se colocaron sobre papeles absorbentes para eliminar el exceso de humedad.

d. Germinación de la quinua, kañiwa y kiwicha

Las semillas remojadas se colocaron en cuatro zarandas de malla de acero inoxidable protegidos con manteles de tela blanca, durante este germinado se debe tomar en cuenta la T° interior de la caja germinadora, la humedad relativa, la medida del tamaño del embrión o radícula con un escalímetro con temperaturas óptimas de germinación de 20 a 24 °C para lo cual (Almeida, 1994), nos recomienda temperatura de 24 °C durante 20 horas óptimos para la germinación en kañiwa.

Figura N° 3. Esquema experimental para la obtención de la harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada.



e. Secado

Las latas con quinua, kiwicha y kañiwa germinada han sido colocadas en el secador, donde los tiempos y temperaturas se dan al inicio a 30 °C por un tiempo de 6 horas que luego mas tarde la temperatura sube continuamente hasta llegar a 40 °C en un tiempo de 24 horas hasta llegar a una humedad final del 5% con la finalidad de inactivar las enzimas, parámetros recomendados por (Aparcama, 1999), finalmente al concluir esta etapa se procedió a sacar la malta seca de las latas y eliminar las raicillas.

Se debe colocar los granos en las latas en capas muy delgadas para la fácil penetración del calor hacia el grano, porque a temperaturas altas de secado existe perdida de proteínas y cambia el sabor de la malta.

f. Eliminación de raicillas

En esta etapa se eliminan o ventean las raicillas porque estos tienden a tener un sabor dulce y al momento de molerlos junto producen la mayor producción de humedad de la harina cambiándolo a un sabor muy diferente.

g. Molienda de la malta

La molienda de la quinua, kiwicha y kañiwa malteada se realizo con un molino de martillos eléctrico Mikro- Sampimill de 12 caballos fuerza con porcentaje de malla de 500 um N° 25. No se hizo ningún tamizado posterior ya que se deseaba obtener una harina integral y así evitar cualquier pérdida de nutrientes de la harina.

3.5.3 Análisis fisicoquímicos de la harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada

Se realizaron los análisis fisicoquímicos sobre los seis tipos de harinas obtenidas durante la germinación a partir de los tres cereales andinos que presentaron mayores contenidos de fibra, proteína y mayor digestibilidad in vitro con respecto al grano original.

3.5.4 Elaboración de galletas dulces (Cookies)

Tomando como base los resultados de Sánchez (1983) y Macedo (1990) se estimo conveniente ensayar con tres niveles de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada.

Macedo (1990) sostiene que los análisis reo lógicos hechos a las mezclas de harina de trigo que solo hasta un 10% de sustitución, a partir de 15% y 20% las características reo lógicas de las masas son desfavorables, aumentando mucho mas estas desventajas a medida que aumenta el porcentaje de sustitución (30% y 40%), de igual forma, Aparcana (1999) en su investigación al aplicar harina malteada de kiwicha de diferentes variedades obtuvo como la mejor sustitución a la harina de trigo en una proporción del 30% con mayor aceptabilidad en el producto final.

3.5.4.1 Proceso de elaboración de las galletas

Las galletas se elaboraron en un principio según la formula estándar dada por la AACC (1997), siguiendo el método del cremado (Smith, 1972 citado por Castro, 1992) el cual se detalla a continuación:

Primera etapa

Consiste en batir el azúcar, con una porción de agua caliente, seguidamente se añade la sal, continuando con el batido por ultimo se añade la manteca aumentando la velocidad del batido hasta que la mayor parte del azúcar se disuelva hasta que se forme una crema.

Segunda etapa

Bajando al mínimo la velocidad del batido, a la crema anterior se le agrega la esencia de vainilla y la leche en polvo formándose una crema mas espesa pero homogénea, a continuación se intensifica el batido a velocidad dos.

Tercera etapa

Se añaden la harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada en la misma proporción, la harina de trigo y el bicarbonato de sodio ver anexo 09, ya mezclados anteriormente, bajando la velocidad al mínimo, luego se adiciona al resto del agua calculada hasta alcanzar la consistencia.

Laminado

La masa fue laminada con la ayuda de un rodillo de madera y fue cortada con un molde de metal en forma de animalitos.

Horneado.

La masa moldeada fue colocada en bandejas metálicas sin engrasar y horneadas en un horno rotativo "NOVA máx 1000", por un tiempo de 9 minutos a 200 °C.

Enfriado

Las galletas fueron enfriadas a temperatura ambiente

Empacado

Estas fueron empacadas y selladas en bolsas de polipropileno un total de 100 paquetes.

3.5.4.2 Ensayo de la formula patrón

Se realizaron pruebas preliminares de elaboración de galletas con harina de trigo al 100%, luego mas tarde se preparo otras formulaciones con la harina de kiwicha, quinua y kañiwa malteada, se utilizo la formulación propuesta por la American Asociación of Cereal Chemist (AACC, 1997) (Cuadro 16), con el fin de evaluar la calidad de la galleta resultante (tecnológica y sensorialmente) y de acuerdo a los resultados se modifica la formula inicial para obtener galletas con mayor aceptabilidad por parte de los panelistas. Para las pruebas se sustituyo el 20%, 30% y 40% de la harina de trigo por la harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada los tres granos en la misma proporción (Ver anexo 09), obteniéndose galletas aceptables pero con numerosos defectos tecnológicos y sensoriales.

Cuadro 16: Formula base galletera.

Ingredientes	Porcentaje (%)	Peso(gr)
Harina	46,9	225
Manteca	13,3	64
Azúcar blanca	27,1	130
Sal común	0,4	2,08
Leche en polvo	1,3	6,27
$NaHCO_3$	2,5	10,5
Agua	10,5	50,25

Fuente: AACC (1997).

3.5.4.3 Ensayos para la estandarización de la formula final

Con el fin de estandarizar la formula modelo AACC, se probo con ciertas variaciones en los porcentajes de manteca y azúcar, el porcentaje de manteca bajo de 28.4% a 25.8%, y el azúcar bajo de 57.7% a 42.6% (Ver cuadro 27).

Estas variaciones se hicieron tomando en cuenta los resultados de las pruebas anteriores y el efecto de cada uno de estos ingredientes en la elaboración de galletas dulces.
Las cantidades de agua absorbidas fueron reguladas tomando como base la absorción de agua en la prueba preliminar.

3.5.4.4 Ensayo definitivo

Una vez determinada la formulación final se procedió a elaborar las galletas con 20%, 30% y 40% de sustitución parcial de harina de trigo por la harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada (Ver anexo 09, para conocer la cantidad de harina malteada que entra en formulación); a parte de las variaciones hechas a las dosificaciones de azúcar y manteca se modifico la formulación agregándole esencia de vainilla y esencia de menta, utilizando la misma formulación modificada se hicieron galletas con el 100% de harina de trigo, con el fin de comparar las composiciones proximales entre las galletas de quinua, kiwicha y kañiwa malteada elegida y una galleta testigo.

Figura 4: Diagrama de flujo de elaboración de galleta con sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada

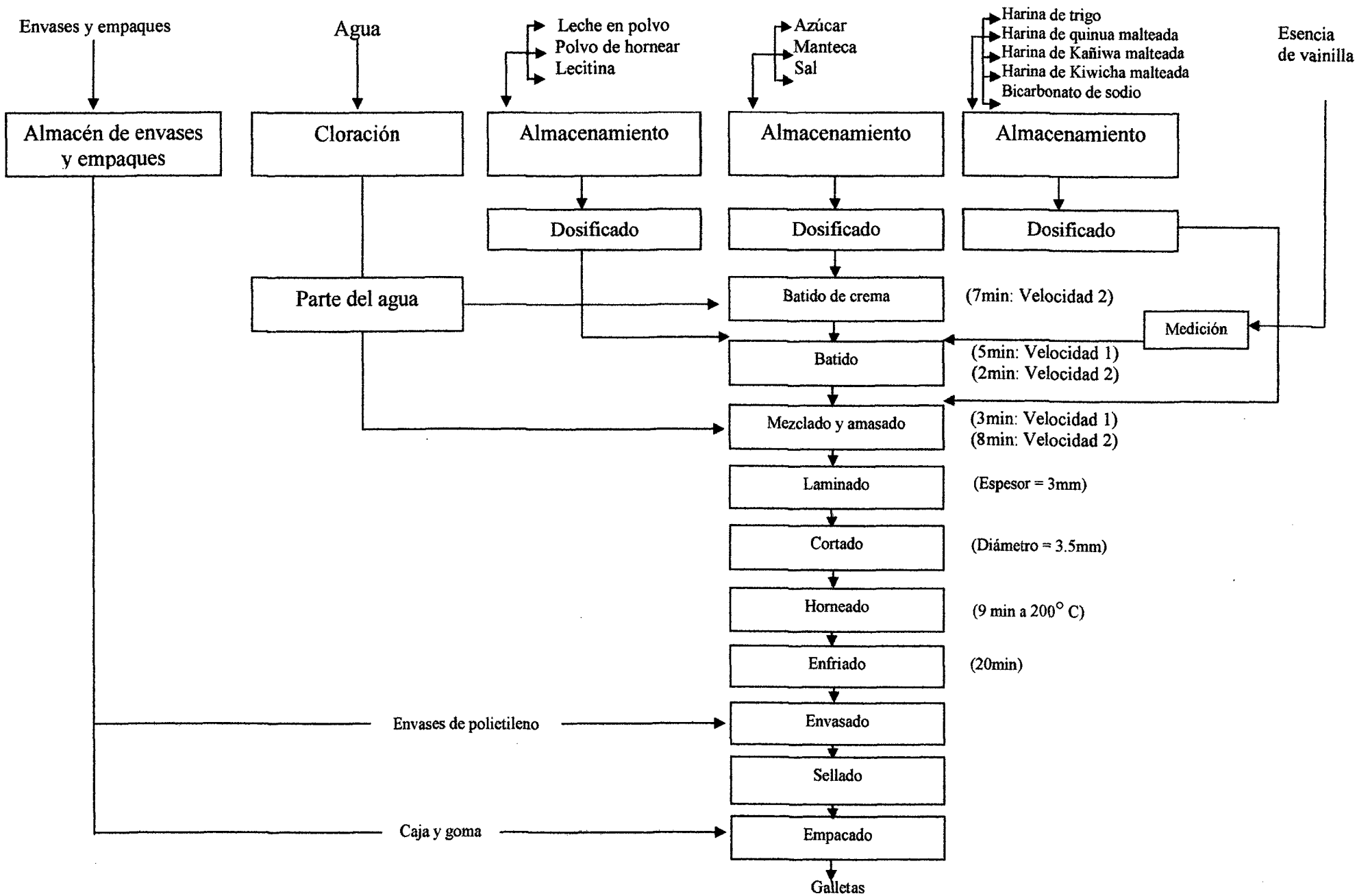


Figura 5: Diseño experimental del efecto del malteado de quinua, kañiwa, y kiwicha en la elaboración de galletas

Operaciones Unitarias	Materia Prima	Acondicionamiento del desapanificado de la quinua	Acondicionamiento en el remojado	Acondicionamiento en el germinado	Secado de los granos germinados	Harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada.	Niveles de sustitución	Producto final
TRATAMIENTOS	Quinua variedad salcedo INIA Kiwicha variedad morocho Kañiwa variedad cupi			12h 20h 2dias 3dias 2dias 3dias	40°Cx24h 40°Cx24h 40°Cx 24h		20% 30% 40%	
ANALISIS	1). Análisis físico químico. 2) .fibra total 3). Digestibilidad in vitro	Se tomo en cuenta el desarrollo de espuma del grano de quinua después del desaponificado	Se tomo en cuenta la humedad inicial de la quinua, kañiwa y kiwicha como la humedad final ligeramente mayor o menor a 46%	Se tomo en cuenta a mantener la T° de 20 a 24 °C	Se tomo en cuenta a mantener la T° de 40°C x 24h	1) Análisis físico químico 2) Análisis de fibra total 3) Digestibilidad in vitro 4) Rendimiento	Inclusión en función a la harina de trigo en la formula galletera dulce	1. Análisis físico químico. 2. Fibra total 3.Digestibilidad in vitro 4. Análisis sensorial en: aroma, sabor, apariencia y textura.

3.3.4 Caracterización sensorial y fisicoquímica de las galletas con inclusión de harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada

Los tres tipos de galletas elaboradas (fortificadas con 20%, 30% y 40% con harina malteada), fueron analizados sensorialmente con el objeto de evaluar el grado de preferencia que el panel de sensorial fueron (40 personas) asignadas a cada muestra según el análisis de los siguientes atributos: Apariencia, sabor, aroma y textura, prueba que se realizo para las galletas con inclusión de diferentes porcentajes de malta antes mencionadas, la hoja de calificaciones se presenta en el Anexo 08.

3.6 Análisis estadístico

Se empleo el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial (AxB), para evaluar el efecto del cereal andino que representa la variable independiente (factor A), así como del tipo de obtención de la harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada variable dependiente (factor B), sobre las propiedades fisicoquímicas así como en proteína y fibra .

Para la digestibilidad in vitro de los granos germinados y no germinados incluidos las galletas, como su evaluación sensorial se utilizo el paquete estadístico SPSS versión 15. Empleando el análisis de varianza (ANOVA) se aplico la prueba de comparación de medias de Tukey, considerando un nivel de significancia de cinco por ciento ($P<0.05$) y uno por ciento ($P<0.01$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Proceso de malteo y obtención de la harina

4.1.1 Remojo

La humedad de la quinua en un tiempo de 12 horas llego entre 46% y 47%; la kiwicha entre 45% y 46% en 26 horas y la kañiwa entre 45% y 46% en 24 horas, los tres granos a una temperatura entre 15 °C y 18 °C (16.5°C en promedio), es con esta temperatura y a una humedad final de 46% en promedio recomendado por (Aparcana, 1999), se encamino los granos a una germinación homogénea.

El tiempo del remojo esta en función a la temperatura del agua, la cantidad de agua que se va aplicar, la cantidad del grano que se va ha remojar, la humedad inicial del grano, el tipo de aireación del agua que se va aplicar para la respiración del grano, depende del tamaño del grano y estructura del grano recomendados por (Molina, 1989; Hoseney, 1991; Hough, 1990 y Quinde, 1995).

Por lo tanto la absorción de agua del grano en quinua, kiwicha y kañiwa se dan en temperaturas promedios de 16.5 °C, por que por debajo de los 15 °C, la absorción de agua del grano es lento. En cambio cuando la temperatura de remojo esta por encima de los 22 °C, la absorción del grano es mas rápida con menos oxigenación de los granos, produciendo la proliferación de microorganismos, asfixia del grano y malos olores en el grano, por lo tanto la germinación de los granos entra en contaminación llegando a hongearse los granos (Molina, 1989).

Cuadro 17: Tiempos de remojo de los granos a una T° de 16.5°C

Quinua		Kiwicha		Kañiwa	
Tiempo en horas	% Humedad	Tiempo en horas	% Humedad	Tiempo en horas	% Humedad
6	41	18	38	18	40
8	43	20	40	20	42
10	45	22	42	22	44
12	**47**	24	44	**24**	**46**
14	49	**26**	**46**	26	48
16	51	28	48	28	50

4.1.2 Germinación

El componente del contenido de proteína en función al proceso de germinación de los 3 granos varía con respecto al tiempo de germinación tal como se puede apreciar en los cuadros 19, 20 y 21.

Germinación de la quinua

Se germino a una humedad inicial de 46% en promedio, por un tiempo de 12 y 20 horas a una temperatura de 22 °C en promedio, se obtuvo una germinación homogénea al analizar su componente nutricional en proteínas, si existe una diferencia significativa con respecto al grano original (Ver cuadro 19, 20 y 21).

Germinación de la kiwicha

Se germino a una humedad inicial de 46% en promedio, por un tiempo de 2 y 3 días a una temperatura de 22 °C en promedio, se obtuvo una germinación homogénea, al analizar su componente nutricional en proteínas, si existe una diferencia significativa con respecto al grano original (Ver cuadro 19, 20 y 21).

Germinación de la kañiwa

Se germino a una humedad inicial de 46% en promedio, por un tiempo de 2 y 3 días a una temperatura de 22 °C en promedio, se obtuvo una germinación homogénea, al analizar su componente nutricional en proteínas, si existe una diferencia significativa con respecto al grano original (Ver cuadro 19, 20 y 21).

Al término de la germinación se pudo comprobar que los tres granos andinos llegaron a tener una humedad de 55 a 57%, esto se debe al proceso de crecimiento del embrión y de las raicillas, lo mismo ocurre en otros granos andinos. Almeida (1994) reporto que el sorgo aumento su contenido de humedad en un 12%.

Quinde (1995) reporta que la germinación de la kiwicha dura 4 días a temperaturas relativamente bajas, obteniendo la desagregación completa de la kiwicha y altos rendimientos de malteo, otros autores reportan temperaturas similares para la germinación de la cebada, Hough (1990) indica 15 °C con una duración de 4 a 6 días para el sorgo, Almeida (1994) reporta temperaturas de 26°C durante 20 horas (mayor temperatura acelera el proceso).

Según Hough (1990) es necesario controlar la humedad del grano para poder regular el proceso de germinación, contenidos de humedad mas altos causan modificaciones mayores y mas rápidas que en los granos con bajos contenidos de humedad, acelerándose también el crecimiento del embrión y la formación de las raicillas ocasionando mayores perdidas durante el malteo.

4.1.3 Secado

El tiempo de duración del secado de los granos germinados como la quinua, kañiwa y kiwicha fue de 24 horas a una temperatura de 40.25°C en promedio; Así no afecta la actividad enzimática de la malta donde esta es mermada solo si se somete al grano a altas temperaturas, la humedad con la cual el grano comenzó el secado fue aproximadamente con 57% de humedad (al comenzar la germinación fue de 45 a 46%), siendo esta humedad excesiva para el programa del secado seguido.

Como resultado del secado en la quinua, kiwicha y kañiwa se obtuvo una malta con 4.28% en promedio de humedad final habiendo desarrollado también un color oscuro y el aroma característico de los granos malteados. Hough (1990) cita 4.5% como humedad final a la cual debe terminar el secado, otros autores como de De Clerk (1962) citado por Nieto (1984) indican que la humedad final ideal para terminar el secado es 5%, permitiendo esto asentar las propiedades de la malta, para detener la acción enzimática y la perfecta conservación del grano.

Aparcana (1999) seco kiwicha malteada en 23 horas a una temperatura de 45°C a 80°C, llegando a obtener una malta con una humedad final de 4.9%.

4.2 Rendimiento de la malta

Se concluye que cuanto más días ocurre la germinación el porcentaje de rendimiento de la malta disminuye debido a la eliminación de las raicillas durante el secado.

Autores como, Aparcana (1999) reporta rendimientos de malta de kiwicha de 73.4% y Quinde (1995) reporta rendimientos de 86.1% para la kiwicha "La molinera", el bajo rendimiento obtenido se debe a la aceleración de la germinación, estos rendimientos de los tres cereales andinos se ve en el cuadro 18, es decir hubo mayor crecimiento del embrión y de las raicillas, las cuales luego del secado se eliminaron causando mayores perdidas de materia seca, otra razón puede ser que al acelerarse las reacciones metabólicas estas demandaron mayores cantidades de energía, al conseguirse esta energía de los carbohidratos ocasiono el aumento del consumo de estos disminuyendo la materia seca final.

Cuadro 18: Rendimiento de la malta de quinua, kañiwa y kiwicha en base seca

Cultivos andinos germinados	% de rendimiento
Quinua 12 horas de germinado	82,17
Quinua 20 horas de germinado	79,35
Kiwicha 2 días de germinado	77,75
Kiwicha 3 días de germinado	74,20
Kañiwa 2 días de germinado	78,30
Kañiwa 3 días de germinado	72,30

4.3 Composición fisicoquímico de los granos germinados y no germinados

Se realizo los análisis físico químicos en la quinua no germinada como en la quinua entre 12 y 20 horas de germinado variedad INIA, en la kiwicha no germinada como en la kiwicha entre 2 y 3 días de germinado variedad morocho y en la kañiwa no germinada como en la kañiwa entre 2 y 3 días de germinado variedad cupi, con la finalidad de caracterizar los constituyentes mas importantes y comparar el componente nutricional en cuanto a la proteína y fibra de los granos no germinados y germinados de estos cereales andinos.

Por lo tanto las concentraciones de proteína, grasa, ceniza y fibra han disminuido en los granos germinados con respecto a los granos no germinados, debido a la hidrólisis de muchas enzimas como las proteolíticas, lipasas, celulasa que se activaron en función a su sustrato, donde el nitrógeno y fosforo fueron eliminados en las raicillas en mínimas cantidades durante el secado. En cambio la concentración de carbohidratos incrementa debido al ataque enzimático de la β amilasa sobre el almidón convirtiéndolo en azucares simples como la glucosa, cuyos resultados se observaron en el cuadro 19, 20 y 21.

Cuadro 19: Composición proximal de la quinua no germinada y germinada en base seca g/100g

Componente	**Quinua no germinado (X±S)**	**Quinua 12 horas de germinado (X±S)**	**Quinua 20 horas de germinado (X±S)**
Proteína	14,59±0,20	13,77±0,06	11,60±0,02
Grasa	6,53±0,66	4,81±0,03	4,53±0,08
Ceniza	2,56±0,13	2,05±0,14	2,19±0,06
Fibra	3,92±0,29	3,08±0,03	3,07±0,03
Carbohidratos	72,40±1,19	76,57±0,22	78,33±0,07

X: Promedio de 3 repeticiones **S:** Desviación estándar

Cuadro 20: Composición proximal de la kiwicha no germinada y germinada en base seca g/100g

Componente	**kiwicha no germinado (X±S)**	**kiwicha 2 días de germinado (X±S)**	**kiwicha 3 días de germinado (X±S)**
Proteína	14,98±0,06	13,11±0,61	14,51±2,69
Grasa	8,19±0,11	6,79±0,08	6,24±0,39
Ceniza	2,80±0,10	2,50±0,06	2,49±0,01
Fibra bruta	3,63±0,08	3,27±0,05	3,18±0,06
Carbohidratos	70,39±0,19	74,33±0,56	73,59±2,66

X: Promedio de 3 repeticiones **S:** Desviación estándar

Cuadro 21: Composición proximal de la kañiwa no germinada y germinada en base seca g/100g

componente	**kañiwa no germinada (X±S)**	**kañiwa 2 días de germinado (X±S)**	**kañiwa 3 días de germinado (X±S)**
Proteína	19,27±0,33	18,07±0,35	17,82±1,52
Grasa	8,01±0,84	6,13±0,05	6,21±0,15
Ceniza	3,99±0,12	3,06±0,14	3,18±0,14
Fibra bruta	10,51±0,21	9,68±0,07	9,63±0,08
Carbohidratos	58,23±0,89	63,05±0,24	63,16±1,50

X: Promedio de 3 repeticiones **S:** Desviación estándar

4.3.1 Proteína

Cuanto mas horas o días se prolonga la germinación de los tres cereales andinos la concentración de proteínas son mucho más bajos debido a la hidrólisis de las enzimas proteolíticas, para lo cual podemos ver en los cuadros (19, 20 y 21).

Es así en los resultados de la quinua, kiwicha y kañiwa, según se acorta las horas de germinación la concentración de proteína son muy cercanas al valor de la quinua, kiwicha y kañiwa no germinada y cuando se prolongan las horas de germinación la concentración de proteínas son mucho mas bajos con respecto al grano no germinado debido al crecimiento del embrión, quiere decir cuando las radículas del grano son mayores de 22 cm y estas raicillas son eliminadas en el secado es donde allí se pierde el nitrógeno.

El contenido de proteínas y grasas de estos granos es más alto que el de los cereales como el trigo (Tapia, 2000). Existe una gran variación en la composición química de estos granos, la cual depende de su variedad genética, la edad de maduración de la planta, la localización del cultivo y la fertilidad del suelo. Además de la saponina, la presencia de otros factores antinutricionales puede afectar la biodisponibilidad de ciertos nutrientes esenciales, como proteínas y minerales.

Por otro lado existe otra explicación Berna (1995) menciona que durante la germinación existe una translocación del nitrógeno de la semilla a la raíz, lo que causa una disminución del porcentaje de nitrógeno al ser eliminadas estos en el secado, es por ello la concentración de proteínas baja cuanto mas uno germina por mucho tiempo.

Otras investigaciones como Repo- Carrasco *et al.* (2003) reporta valores en proteína de, 14,4; 14,5 y 18,8 g/100 g de muestra, para la quinua, kiwicha y kañiwa no germinada.

Así mismo Ayala (1995), menciona también que los granos andinos se caracterizan por contener proteínas de alto valor biológico (aminoácidos esenciales disponibles al organismo animal para satisfacer su requerimiento durante una situación biológica).

La quinua, la kañiwa y el amaranto son tres granos de pequeño tamaño, con un embrión bastante desarrollado (25% del total del grano en la quinua), en el cual se concentra una importante cantidad de proteínas.

Aparcana (1999), al maltear kiwicha obtuvo un ligero incremento en proteína como: 16,64% en kiwicha cruda y 16, 91% en kiwicha malteada.
En cambio Hough (1990) indica que por efectos del consumo de carbohidratos y el cálculo porcentual, la proteína parece incrementar su porcentaje pero en realidad predomina su perdida en la eliminación de raicillas durante el secado.

4.3.2 Grasa

Los resultados obtenidos en los cuadros 19, 20 y 21 de la quinua, kiwicha y kañiwa, donde el porcentaje de grasa de los granos no germinados es mucho mayor con respecto a los granos germinados, todo debido a la hidrólisis de las enzimas lipoliticas o lipasas durante el malteo. Al respecto Ayala (1995) reporta valores en grasa de, 6,3; 7,2 y 4,3 g/100 g de muestra, para la quinua, kiwicha y kañiwa no germinada.

Aparcana (1999), al realizar el análisis en grasa obtuvo: 7,75% en kiwicha cruda y 6,40% en kiwicha malteada, donde luego de la germinación el porcentaje de grasa disminuye lo cual coincide con lo reportado por Colmenares (1990) citado por Quinde (1995) y De Clerk (1962) citado por Nieto (1984), quienes reportan la disminución de las grasas luego del malteo. La disminución del porcentaje de lípidos es causada principalmente por la hidrólisis y desdoblamiento de las grasas durante el malteo y a su posterior consumo en el crecimiento del embrión (Hough, 1990).

4.3.3 Cenizas

En los resultados de los cuadros 19, 20 y 21 tanto de la quinua, kiwicha y kañiwa no germinada sus porcentajes de ceniza son mucho más mayores que los granos germinados, la disminución se debe debido a la perdida de fosforo por las raicillas que fueron eliminados luego del secado.

Hough (1990) indica que hay una disminución de las cenizas en la cebada debido al material trasladado a la raicilla y a la pérdida por lixiviación durante el remojo, entonces se puede decir que la disminución del porcentaje de cenizas fue causada por estos dos motivos, ya que las raicillas se eliminaron luego del secado.
Se puede corroborar esta afirmación en los estudios efectuados por el Ministerio de Salud (1996), donde se reportan valores de composición proximal en ceniza de, 2,5; 2,4 y 5,3 g/100 g de muestra, para la quinua, kiwicha y kañiwa no germinada.

Aparcana (1999), al realizar el análisis en ceniza obtuvo: 8,45% en kiwicha cruda y 8,04% en kiwicha malteada, se puede ver que hay una disminución de las cenizas en la malta, resultado que coincide con lo reportado por Quinde (1995) quien dice que esta caída no es significativa; Berna (1995) cita también una caída en el porcentaje de cenizas en los germinados de lenteja, alfalfa y soya.
Almeyda y Rooney (1994) indican que en el malteo del sorgo hubo una disminución en la cantidad de cenizas debido a la perdida de fosforo causada probablemente por la separación de las raíces luego del secado de la malta.

4.3.4 Fibra bruta

Los resultados de fibra del cuadro 19, 20 y 21 de la quinua, kiwicha y kañiwa germinada sus porcentajes de fibra son muy bajos con respecto a los granos no germinados, todo esto debido a la hidrólisis de la enzima celulasa sobre la celulosa y la formación de raicillas en un tamaño mayores de 5 cm y estas finalmente en el secado han sido eliminados, disminuyendo así su porcentaje de fibra del grano malteado.

Se puede decir que el aumento del porcentaje de fibra se debe al desarrollo de las raicillas durante el malteo, las cuales al no ser eliminadas en su totalidad, incrementa el contenido de celulosa o de fibra bruta, pero al aplicar este tipo de muestra ya no es considerada como malta.

Se puede corroborar esta afirmación en los estudios efectuados por el Ministerio de Salud (1996), donde se reportan valores de composición proximal en fibra bruta de, 1,9; 2,5 y 10,2 g/100 g de muestra, para la quinua, kiwicha y kañiwa no germinada.

Aparcana (1999), al realizar el análisis en fibra bruta obtuvo: 2,92% en kiwicha cruda y 4,21% en kiwicha malteada, se puede ver que hay un aumento de fibra en la malta.

4.3.5 Carbohidratos

Los resultados del cuadro 19, 20 y 21 se puede observar el incremento de carbohidratos de los granos germinados con respecto a los granos no germinados se observa claramente cuanto mas días se prolonga la germinación de los granos andinos su concentración de carbohidratos incrementa en los granos germinados entonces se puede decir, que durante el malteo el contenido de almidón es susceptible al ataque enzimático, mediante el enzima β amilasa convirtiendo en azucares simples como glucosa, este almidón es fácil de digerir y esta representado con el almidón dañado. En la germinación estos azucares reductores son utilizados en el crecimiento del embrión, en los últimos días de la germinación, se degradan mas almidones convirtiéndose en azucares reductores los que son detectados como almidón susceptible al ataque enzimático (Almeyda y Rooney, 1994).

Otras investigaciones como Repo- Carrasco *et al.* (2003) reporta valores en carbohidratos de, 72,6; 71,5 y 63,4 g/100g de muestra, para la quinua, kiwicha y kañiwa no germinada.

Aparcana (1999), al realizar el análisis en carbohidratos obtuvo: 64,24% en kiwicha cruda y 64,44% en kiwicha malteada, se puede ver que hay un aumento de carbohidratos en la malta.

4.4 Digestibilidad in vitro de los granos germinados y no germinados

Con el análisis de la digestibilidad in vitro podemos comprobar con resultados proximales, cuanto podría asimilar las proteínas digeribles nuestro cuerpo, para ello tenemos en los cuadros: 22, 23 y 24 el promedio de la digestibilidad de los granos germinados muestran diferencias significativas con respecto a la digestibilidad de los granos no germinados con un nivel de 99% de confianza, por lo tanto se puede decir si existe diferencias significativas de la digestibilidad de la quinua, kiwicha y kañiwa germinada con respecto a los granos no germinados, para lo cual son comprobados estadísticamente ver anexo 14, 15 y 16.

La digestibilidad incrementa en los granos germinados por la activación de muchas enzimas como las proteolíticas o proteasas, lipoliticas o lipasas, celulasas, las β amilasas, las α amilasas en función a su sustrato convirtiéndolo en sustratos mas digeribles, que a mayores días de germinación la concentración de fibra, grasa, ceniza y proteína son muy bajas y la concentración de gluten es mayor, debido a ello su digestibilidad de los granos aumenta constantemente.

Se puede explicar que los granos germinados tienen mayor digestibilidad con respecto al grano no germinado debido a la disminución del nitrógeno, por el desdoblamiento de la grasa y la eliminación de las raicillas durante el secado de los granos.

Villanueva (2004), explica que los resultados de la digestibilidad in vitro tienen una aproximación con tan solo una diferencia de 12 a 15% con respecto a los resultados de la digestibilidad en vivo.

Tagle (1966), explica que la mayoría de las proteínas de origen animal tienen mayor digestibilidad con respecto a la proteína vegetal que implica una eficaz absorción de los aminoácidos, por ello recomienda en productos vegetales que para una buena digestibilidad tiene que sufrir una hidrólisis quiere decir que los granos tienen que pasar por la etapa que es el remojado, por otra parte al someter los granos a altas temperaturas se puede perder la mayor digestibilidad.

Cuadro 22: Digestibilidad in vitro de la quinua no germinada y germinada

Cultivo	**1ra digestibilidad (%)**	**2da digestibilidad (%)**	**3ra digestibilidad (%)**	**Digestibilidad (%) X±S**
Quinua no germinado	70,00	67,40	66,50	67,97±1,82
Quinua con 12 horas de germinado	88,60	86,20	85,10	86,63±1,79
Quinua con 20 horas de germinado	89,40	87,40	85,90	87,57±1,76

X: Promedio de 3 repeticiones **S:** Desviación estándar

Cuadro 23: Digestibilidad in vitro de la kiwicha no germinada y germinada

Cultivo	**1ra digestibilidad (%)**	**2da digestibilidad (%)**	**3ra digestibilidad (%)**	**Digestibilidad (%) X±S**
kiwicha no germinado	65,30	68,70	64,90	66,30±2,09
Kiwicha con 2 días de germinado	82,50	81,00	80,20	81,23±1,17
Kiwicha con 3 días de germinado	86,10	84,40	86,30	85,60±1,04

X: Promedio de 3 repeticiones **S:** Desviación estándar

Cuadro 24: Digestibilidad in vitro de la kañiwa no germinada y germinada

Cultivo	**1ra digestibilidad (%)**	**2da digestibilidad (%)**	**3ra digestibilidad (%)**	**Digestibilidad (%) X±S**
kañiwa no germinado	56,60	59,20	60,40	58,73±1,94
Kañiwa con 2 días de germinado	79,90	77,50	76,60	78,00+-1,71
Kañiwa con 3 días de germinado	82,60	80,90	78,80	80,77+-1,90

X: Promedio de 3 repeticiones **S:** Desviación estándar

4.5 Composición fisicoquímico de las galletas

Al realizar la sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada, las diferencias son significativas por que al aplicar harina malteada como sustitución incrementa la proteína, fibra, ceniza y disminuye los carbohidratos.

Es por ello que en el cuadro 25, tenemos los resultados de las galletas con sustitución de 20%, 30% y 40% los cuales los tres cereales malteados juntos en la misma proporción, reemplazan a la harina de trigo haciendo tres tipos de formulaciones, en nuestros resultados cuanto mas avanza la sustitución en proporciones iguales los tres granos con harinas malteadas los porcentajes de proteína, grasa, ceniza, fibra incrementa debido al balance de aminoácidos entre los tres granos, pero en cambio los carbohidratos disminuyen debido al desplazamiento de la harina de trigo por que este contiene mayor cantidad de carbohidratos.

Cuadro 25: Composición proximal de las galletas g/100g en base seca

Componente	**Galletas de trigo (X±S)**	**Galletas con 20% (X±S)**	**Galletas con 30% (X±S)**	**Galletas con 40% (X±S)**
Proteína	6,74±0,06	7,28±0,09	7,52±0,06	7,78±0,06
Grasa	17,22±0,09	17,53±0,08	17,73±0,19	18,08±0,16
Ceniza	0,90±0,05	2,22±0,06	2,64±0,06	3,01±0,10
Fibra bruta	0,99±0,08	1,24±0,03	1,42±0,03	1,78±0,09
Carbohidratos	74,15±0,19	71,73±0,15	70,69±0,19	69,35±0,13

X: Promedio de 3 repeticiones **S:** Desviación estándar

Macedo (1990), experimento con 4 variedades de kiwicha en la elaboración de galletas lo cual la sustitución de 20% tuvo mayor aceptación llegando a dar los resultados como sigue: 7,15; 17,03; 1,23; 1,54 y 65,77 g/100g de muestra en: Proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos. Aparcana (1999), experimento de igual forma con tres variedades de kiwicha lo cual para elaborar las galletas obtuvo malta, lo cual la galleta de 30% de sustitución tuvo mayor aceptación llegando a dar los resultados como sigue: 8,80; 17,10; 3,40; 2,33; y 68,37 g/100g de muestra en: Proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos.

4.6 Formulación de las galletas

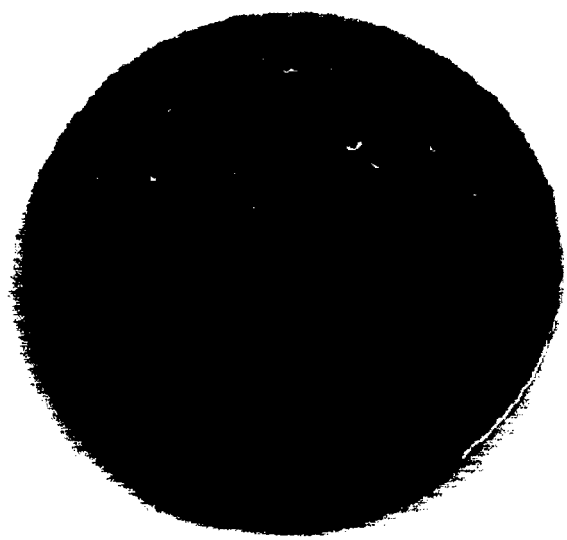
Se llevo a cabo la primera prueba piloto en base a la formulación de galletas según AACC (1983), lo que se puede observar en el cuadro 26, para tal fin se utilizo la técnica del cremado.

Cuadro 26: Formula de las galletas dulces (*cookies*)

Ingredientes	Porcentaje (%)	Peso (g)
Harina	46,86	225
Manteca	13,3	64
Azúcar	27	130
Sal	0,43	2,08
Leche en polvo	1,30	6,27
$NaHCO_3$	0,52	2,5
Agua	10,4	50,25
Total	100,0	480,10

Fuente: Método AACC (1983)

Figura 6: Galleta obtenida según AACC 1983.



Cuadro 27: Modificaciones de la formula galletera

Ingredientes	Control 1	Control 2	Control 3
Manteca	28,4%	26,4%	25,8%
Azúcar	57,7%	50,7%	42,6%
Sal	0,8%	0,8%	0,8%
Leche	2,79%	2,79%	2,79%
$NaHCO_3$	0,3%	0,3%	0,3%
Agua	10,1%	19,0%	27,71%

Control: Tipos de formulación

Se siguió el procedimiento mostrado en la figura 4 y se presentaron los siguientes resultados:

- Control 1: Masa muy húmeda, pero manejable
- Control 2: Masa manejable en términos de que se pudo trabajar para laminar y cortar.
- Control 3: Debido a la poca cantidad de agua la masa era muy seca.

En todos los controles se obtuvieron 200 galletas de 13,7 gr, los que fueron sometidos a una evaluación sensorial para poder definir un control a partir del cual poder trabajar las incorporaciones de las harinas malteadas.

A los datos discretos obtenidos en esta evaluación se les aplico la prueba estadística del ANOVA para la comprobación de hipótesis, como dicha prueba resulta significativa se realizo la prueba de múltiples comparaciones para comparar tratamientos.
Después de la evaluación sensorial, se llego a la conclusión que los dos últimos controles podrían ser trabajados para la incorporación de la harina malteada, pero como queremos obtener un producto sano y que aporte pocas calorías, optamos por seleccionar el control 3 por tener menor porcentaje de azúcar y manteca.

La formulación de las galletas con incorporación de la harina malteado de quinua, kiwicha y kañiwa en los diferentes porcentajes se puede observar en el anexo 09, y se puede apreciar unas fotos de las diferentes incorporaciones en la figura 7, 8 y 9 respectivamente.

Figura 7: Galletas con harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada, los tres cereales juntos en la misma proporción forman el 20%.

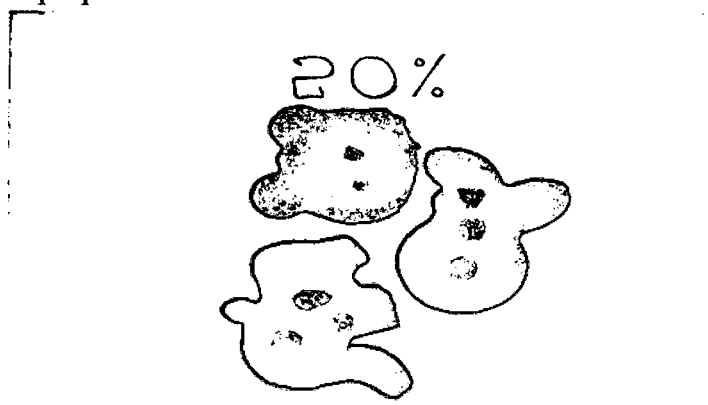


Figura 8: Galletas con harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada, los tres cereales juntos en la misma proporción forman el 30%

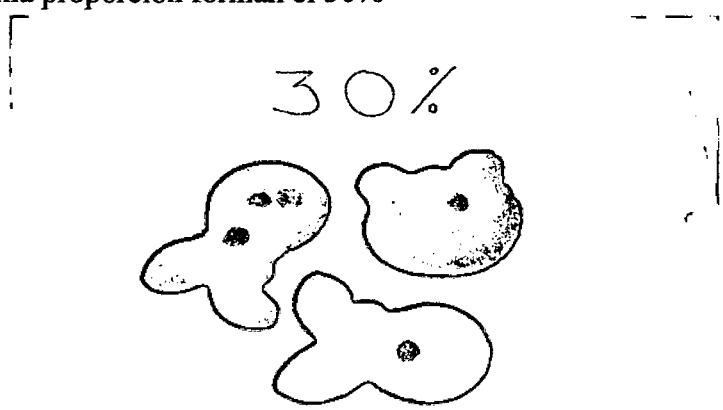
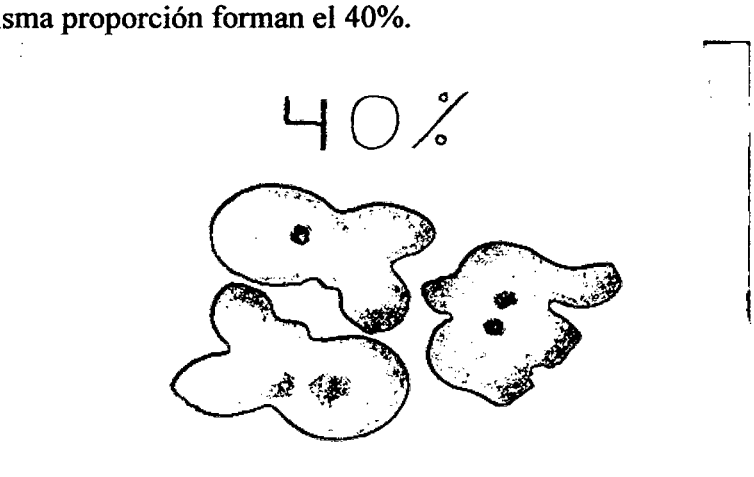


Figura 9: Galletas con harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada, los tres cereales juntos en la misma proporción forman el 40%.



4.7 Digestibilidad in vitro de las galletas

En el cuadro 28 la composición de la digestibilidad in vitro de las galletas incrementa en función a la sustitución de 20%, 30% y 40% y así sucesivamente, cuanto mas harina malteada entra en la formulación la digestibilidad de la galleta también incrementa con respecto a la galleta testigo, donde el grano sufrió la hidrólisis de muchas enzimas, produciendo la disminución del nitrógeno, desdoblamiento de la grasa y formación de raicillas durante el germinado y estas son eliminadas en el secado. En cambio la galleta testigo solo esta hecho a base de trigo que no sufrió ninguna alteración como es la hidrólisis entonces se puede decir que para un alimento con mayor digestibilidad tiene que sufrir una hidrólisis.

Cuadro 28: Digestibilidad in vitro de las galletas en base seca

Producto	1ra digestibilidad (%)	2da digestibilidad (%)	3ra digestibilidad (%)	Digestibilidad (%) X±S
Galletas con 20% de malta	74,00	76,60	76,00	75,53±1,36
Galletas con 30% de malta	75,60	77,30	78,80	77,23±1,60
Galletas con 40% de malta	76,00	78,80	80,60	78,47±2,32
Galletas de trigo	62,00	61,20	61,54	61,65±0,51

X: Promedio de 3 repeticiones **S:** Desviación estándar

4.8 Características sensoriales de las galletas

Las galletas con un 20% de sustitución a base de quinua, kiwicha y kañiwa en una misma proporción son los que tuvieron la mayor preferencia en cuanto al aroma mostrando diferencias estadísticamente significativas con respecto a los demás galletas con un nivel del 95% de confianza, en cambio la galleta del 40%, 30% y 20% de sustitución a base de quinua, kiwicha y kañiwa en una misma proporción son los que tuvieron la mayor preferencia en cuanto a la apariencia, textura y sabor. Por lo tanto no muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel de 95% de confianza entre los tres tipos de galletas.

Por lo tanto se realizo una prueba de ordenamiento (Ranking), para los análisis efectivos, en este análisis las muestras son presentadas a la vez para que sean ordenadas por el juez de acuerdo, al grado de preferencia que asigne a cada muestra según el análisis de los siguientes atributos: Apariencia, aroma, sabor y textura, prueba que se realizo para las galletas con inclusión de malta de quinua, kiwicha y kañiwa, donde la visualización de los cuadros completos se puede apreciar en los Anexos 10, 11, 12 y 13.

Aparcana (1999), trabajo de igual forma con tres variedades de kiwicha lo cual para elaborar las galletas aplico malta llegando a realizar una aceptabilidad con niños de edad escolar con escalas de tres caritas (me gusta mucho, me gusta, no me gusta), llegando a tener mayor aceptabilidad las galletas del 30% de sustitución de kiwicha malteada.

Finalmente las galletas recomendadas para una mejor nutrición en general son las galletas con 40% de sustitución, porque tienen las mejores concentraciones de proteína, fibra, grasa, ceniza, menor carbohidrato y mayor digestibilidad fueron evaluados bajo las escalas hedónicas desde muy agradable hasta muy desagradable con 160 panelistas no entrenados en los atributos de apariencia, aroma, sabor y textura con alumnos de la carrera profesional de ingeniería agroindustrial de la UNAMBA, dicha escala se encuentra en el anexo 08.

V. CONCLUSIONES

- Según la composición fisicoquímica de los tres cereales andinos en cuanto a la cantidad de proteína cuyos resultados entraron en una ligera reducción de este componente con respecto al grano original siendo el valor promedio de la quinua no germinada de 14,59%±0,20 y para la germinada de 20 horas con 11,60%±0,02, de igual forma para la kiwicha no germinada de 14,98%±0,06 y para la germinada de 3 días con 14,51%±2,69, finalizando con la kañiwa no germinada de 19,27%±0,33 y kañiwa con 3 días de germinado de 17,82%±1,52.

- De igual forma en cuanto a la fibra bruta cuyos resultados entraron en una ligera reducción de este componente con respecto al grano original siendo el valor promedio de la quinua no germinada de 3,92%±0,29 y para la germinada de 20 horas con 3,07%±0,03, de igual forma para la kiwicha no germinada de 3,63%±0,08 y para la germinada de 3 días con 3,18%±0,06, finalizando con la kañiwa no germinada de 10,51%±0,21 y kañiwa con 3 días de germinado de 9,63%±0,08.

- Con respecto a la digestibilidad in vitro, la quinua con 20 horas de germinado con valores de 87,57%±1,76, tuvo mayor digestibilidad con respecto a la quinua no germinada 67,97%±1,82, seguido por la kiwicha con 3 días de germinado 85,60%±1,04, respecto a la kiwicha no germinada 66,30%±2,09, y como ultimo la kañiwa con 3 días de germinado 80,77%±1,19, y la no germinada 58,73%±1,94.

- La composición fisicoquímica de las galletas al 20%, 30% y 40% de sustitución en cuanto a la concentración de proteína y fibra tuvieron un contenido de: 7,28%±0,09; 1,24%±0,03; 7,52%±0,06; 1,42%±0,03; 7,78%±0,06 y 1,78%±0,09 cuyos valores son mayores con respecto a las galletas elaboradas a base de trigo 6,74%±0,06 y 0,99%±0,08.

- La digestibilidad in vitro de las galletas con 20%, 30% y 40% de sustitución con valores de: 75,53%±1,36; 77,23%±1,60 y 78,47%±2,32 son los que tienen mayor digestibilidad con respecto a las galletas elaboradas a base de trigo 61,65%±0,51.

- La evaluación sensorial de las galletas dulces con sustitución del 40%, 30% y 20% son los que tienen mayor aceptabilidad en cuanto a los atributos en apariencia, textura y sabor, donde no existe diferencias significativas entre los tres tipos de galletas con un nivel del 95% de confianza. En cambio la galleta con 20% de sustitución es el que tiene mayor aceptación en cuanto al aroma con diferencias significativas con respecto a las galletas elaboradas con sustitución del 30% y 40%. Por lo tanto las galletas al 40% de sustitución son las mejores en formulación recomendados nutricionalmente debido a la mayor concentración de proteína, fibra, grasa, ceniza, menor carbohidrato y mayor digestibilidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio de vida en anaquel de las galletas elaboradas con inclusión de malta de quinua variedad INIA, kiwicha variedad morocho y kañiwa variedad cupi.

- Realizar el análisis biológico (digestibilidad en vivo) de las galletas elaboradas con inclusión de harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada para ver que tan seguro es la asimilación de los nutrientes.

- Evaluar el uso de antioxidantes naturales en galletas elaboradas con harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada.

- Estudiar las posibles aplicaciones de la harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada formulando otros productos como: Papillas, panes, queques, polvos instantáneos, tallarín de casa, bebidas, jarabes, etc.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. AACC. 2001. The definition of Dietary fiber. Cereal Foods World. Vol. 46 pag.112-126.
2. American Association of Cereal Chemist (AACC), formulacion en galletas, 1983
3. American Association of Cereal Chemist (AACC), formulacion en galletas, 1997
4. AOAC. 1995. Association of Analytical Communities. En analisis proximal
5. ALMEIDA, D H. y Rooney, W, L.1994.Propiedades de la malta diastasica del sorgo blanco o archivos latinoamericanos de nutrición. Vol. 44 N°1:23-28
6. ALMEIDA, D. H. y Rooney, W, L. 1994. Propiedades de la malta diastásica del sorgo blanco. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol.44 N°1:23-28.
7. APARCANA, S. 1999. Elaboración y evaluación de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha malteada. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de de Industrias Alimentarias. Lima, Perú. Tesis.
8. ADEX."Quinua. Estudio de la demanda". Convenio ADEX/USAID/MSP/COSUDE. Lima-Perú, 1996
9. AGUIRRE, J. 2003. Utilización de la tecnología de cocción-extrusión de bajo costo en el procesamiento de quinua. (*Chenopodium quinoa Willd*). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú.
10. ANTEQUERA, F. 2001.La Fibra Dietética. JaénEspaña.En:www.zonadesalud.org
11. ANTÚNEZ DE MAYOLO, S. 1981. La nutrición en el antiguo Perú. Banco Central de Reserva. Lima.

12. ARO, J. 2001. Elaboración de una mezcla alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* willd), cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Sellen), cebada (*Hordeum vulgar* L.), maíz (*Zea mays* L.), Haba (*Vicia faba* L.) y soya (*Glycine max* L. Merr) por proceso de cocción extrusión. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae en Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.

13. BERNA, P, A. 1995. Sustitución Parcial de Harina de Trigo integral fe (Triticum aestivum) para la Elaboración de Fideos. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.

14. BERNA, P.E.1995. Obtención y Caracterización de Harinas a partir de Germinados de Cañihua (Chenopodium pallidicanle) y Lenteja (Lens culinaris).Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.

15. BADUI, S. 1995. Química de los Alimentos. Segunda reimpresión. Editorial Alambra Mexicana. S.A. de C.V. México.

16. BADUI, S. 2006. Química de los Alimentos. Editorial Alhambra mexicana. S.A. de C. V. México.

17. BALDEÓN, E.2004. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de la caigua (*Cyclanthera pedata L.)* deshidratada como fuente de fibra dietética. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. UNALMN. Lima. Perú.

18. BELITZ, A. y GROSCH, W. 1997. Química de los Alimentos. 2da edición. Editorial Acriba S.A. Zaragoza España.

19. CALAVERAS, J. 1996.Tratado de Panificación y Bollería. AMV Ediciones. Madrid, España.

20. CASTRO, M, C. 1992. Sustitución del Trigo por Harina de Cañihua en la Elaboración de Panes, Galletas y Queques. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.

21. CODEX ALIMENTARIUS.1994.Cereales, Legumbres, Leguminosas y Productos Derivados A/o! J.FAO/OMS. Roma.

22. COOK, J. 1966. Barley and Malt Biology-biochemistry Technology. Academia Press New York. London.

23. CABRERA. C.1998. Elaboración de un Plan HACCP para la Línea de Producción de Galletas de Vainilla en la Empresa Biscuit SA. La Molina- UNA. Lima. Perú.

24. CARRERA, N. 1953. El cultivo de la quinua y la cañihua en el departamento de Puno. Tesis para optar el título de ingeniero agrícola. Universidad Nacional agraria la Molina. Lima- Perú

25. CASTRO, C. 1992. Sustitución del trigo por harina de cañihua en la elaboración de panes, galletas y queques. Tesis para optar el título de ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad nacional Agraria la Molina. Lima- Perú.

26. COLLAZOS, C.1993. La composición de los alimentos de mayor consumo en el Perú. 6ta edición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de nutrición. Banco Central de Reserva. Lima, Perú.

27. CUMMINGS, J. H. & MCFARLENE, G. T. (1991) The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. J. Appl. Bacteriol.70, 443-459.

28. CHÁVEZ, E. 1992. Elaboración de un concentrado proteico de Quinua. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. UNALM. Lima. Perú.

29. CHEFTEL, J.; CREFTEL. H. y BESANCON, P. 1989. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol. II. Editorial ACRIBIA. Zaragoza. España.

30. FAO. 2001. Quinua (*Chenopodium quinua* Willd). Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. Santiago – Chile.

31. FENNEMA, O. 2000. Química de los Alimentos. 3° edición. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza. España.

32. GANDARILLAS, H. y TAPIA, G. 1976. "La variedad de quinua dulce Sajama". En: II Convención Internacional de Quenopodiáceas, Quinua y Cañahua. 26-29 abril, Potosí, Bolivia. UBTF, CDOP de Potosí, IICA. Potosí, Bolivia. pp. 105.

33. GARCIA C.; Y ALANIS G. 2005. Manual de análisis fisicoquímico de Alimentos. Universidad Autónoma de Nuevo León facultad de ciencias biológicas departamento de Alimentos. México.

34. GARCÍA, M. 1953. Estudio químico de la cañihua. Estación experimental agrícola de la molina. Informe N°. 85. 20p. Lima-Perú.

35. GHERSI, J. 1978. Caracterización de la harina de cañihua. Universidad Nacional agraria la Molina. Programa Académico de Industrias Alimentarias. Lima, Perú. Tesis.

36. GÓMEZ, S. M. 1995.Teoría y Práctica en la Elaboración del Pan. Bogotá, Colombia.

37. GÓMEZ, P, L. 1998. Kíwicha an Everlasting Crop. Cereal Program Researcher. UNALM. Lima. Perú.

38. GIUSTI, J. 1970. El género *Chenopodium* en la Argentina I. Número de cromosomas. Darwiniana. Vol. 16.

39. GONZALES, J. 2003. Formulación y Evaluación Nutricional de una mezcla instantánea a base de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) cebada (*Hordeum vulgare L.*) y leche para consumo humano. Tesis de Grado-UNALM. Especialidad de Nutrición.

40. GOÑI, I.; GARCIA-DIZ, L.; MANAS, E. y SAURA- CALIXTO, F. 1996. Analysis of Resistan Starch: A method For Foods and Foods products. Food Chemistry. Vol.56 No. 4 pag. 445-449

41. GROSS, H.; KOCH, L.; MALAGA, A. y MIHANDA, F. 1989. "Chemical composition and protein quality of some local Andean food sources", Food Chemistry. Vol. 34: 25-34. Elsevier Science Publishers Ud. England.

42. HERNANDEZ, T.; HERNÁNDEZ, A. y MARTÍNEZ, C. 1995. Fibra Alimentaria Concepto, Propiedades y métodos de análisis alimentario. Abril pag.19-30.

43. HERRERA, I. 2009. Obtención de galletas fortificadas con salvado quinua (*Chenopodium quino*a willd), cañihua (*Chenopodium pallidicaule aellen)* y kiwicha (*Amaranthus caudatus)*. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae en Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú.

44. HOSENEY, R. C.1991. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Ed.Acribia. Zaragoza, España.

43. HOUGH,S.J. 1990. Biotecnología de la Cerveza y de la Malta. Ed.Acribia.Zaragoza, España.

46. HUARCAYA, A. C. 1990.Evaluación de la Calidad Maltasa de Tres Variedades de Cebada (Hordeum vulgare) Procedentes de Diferentes Zonas del Perú. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.

47. ICMSF.1983. Microorganismo de los Alimentos. Segunda Edición. Editorial ACRIBIA S.A. Páginas 166-187. Volumen 1. España.

48. IRVING, D.; BETSCHART, A. Y SAUNDERS, R. 1981. Morphologic studies on *Amaranthus cruentus*. J. Foods Science 46: 1170-1173.

49. JACOBSEN, S. y SHERWOOD, S. 2002. Cultivo de granos andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros quinua, chocjo y amaranto. Ediciones Abaya – Yala. 90 pp. Quito – Ecuador

50. KENT, N. L. 1971. Tecnología de los Cereales. Ed.Acribia. Zaragoza, España.

51. LARRAURI, J.1994. Procesos para la obtención de productos en polvo con altos contenidos en fibra dietética. Rev. Alimentos. 19:25-30.

52. LATINRECO S.A. 1990. Quinua hacia su cultivo comercial. Ediciones Latirenco S.A. 206 pp. Quito – Ecuador.

53. LAZO, M. G. 1983. Caracterización de Dos Variedades de Centeno, de sus Harinas y de su Empleo en Panificación. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.

54. LEON, J.1964. Plantas alimenticias andinas. Instituto Interamericano de ciencias agrícolas. Boletín Técnico No 6. 112 p. Lima- Perú.

55. LESCANO, R. J. 1997. Cultivo de kañiwa en: Resúmenes cursos Pre congreso IX Congreso Internacional de cultivos Andinos "Oscar Blanco Galdos"

56. LOPEZ, G.; ROS, G.; RINCÓN, F.; PERIAGO, M.; MARTÍNEZ, C. y ORTUÑO, J. 1997. "Propiedades funcionales de la fibra dietética. Mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal". Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 47 (3): 203-207.

57. MANLEY, D. 1989. Tecnología de la Industria Galletera. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza. España.

58. MARCHISONE, S. 2005. Papel de la fibra dietaria en la motilidad colónica. Medunab Vol. 8 Supl. 1 pag. S45 – S47.

59. MAZZA, G. 200. Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y de procesado. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza. España.

60. Ministerio de Agricultura - Instituto Nacional de Investigación Agraria - Programa Nacional de Investigación de Cultivos Andinos. Junio - 1989.

61. Ministerio de Agricultura - Instituto Nacional de Investigación Agraria - Programa Nacional de Investigación de Cultivos Andinos. Junio - 1997.

62. MINAG–OIA 2006.Superficie cosechada de Principales Cultivo según departamento ministerio de Agronomía. Disponible, accedido el de noviembre del 2006. http://www.portalagrario.gob.pe/info_agri/scpc_dpto0212.shtml.

63. MINAG, 2009. Ministerio de agricultura

64. MINSA. 2001. Bases para la selección y contratación de proveedores del alimento (sólido/líquido) para el Programa de los Desayunos Escolares. Lima. Perú.

65. MINSA. 1996. Ministerio de salud

66. MACEDO, M. Y. 1990. Sustitución de Harina de Trigo por Harina de Kiwicha (Amaranthus caudatus) en la Elaboración de Galletas. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.

67. MADRID, V. 1994. Métodos oficiales de alimentos de los alimentos. Editorial mundi prensa. España. Pág. 411 y 480.

68. MALAGA, I.; MORÓN, S.; IDELFONSO, O; REYNA, J. 1986. Evaluación de la Calidad Proteica del Amaranthus caudatus (kiwicha).V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos. INIPA. Puno, Perú.

69. MANLEY, D. J. 1989. Tecnología de la Industria Galletera. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

70. MATZ, A. S. 1972. Bakery technology. Ed. The AVI publishing company INC. Westport, Connecticut, USA.

71. Ministerio de Agricultura. 1997. Boletín Informativo Agrario. Oficina de Información Agraria (OIA).

72. MOLINA, C. J. 1989. La Cebada. Ed. Mundi-Prensa. España.

73. MORALES, E; LEMBCKE, J; GRAHAM, G. 1988. Valor Nutricional del Amaranto: Efecto del Procesamiento sobre la Utilización de Proteínas y Energía en Niños Pequeños.VI Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. Instituto de Investigación Nacional. Lima. Perú.

74. MUJICA, A.; JACOBSEN, S.; IZQUIERDO, J. y MARATHEE, J. 2001. Quinua Ancestral Cultivo Andino, alimento del presente y futuro. En: cultivos Andinos. Santiago. Chile.

75. MUJICA, A.; DUPEYRAT, R.; JACOBSEN, S.; MARCA, S.; CANAHUA, A.; VIDAL, A.; AGUILAR, P.; ORTIZ, R. y CHURA, E. 2002. La cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) en la nutrición humana del Perú. Editorial Universia. Puno- Perú

76. MUJICA, B. 1997. Producción, mejoramiento genético y utilización del amaranto. Oficina regional de la FAO. Santiago de Chile.

77. NIETO, Q. 1984. Efecto del malteo sobre la composición química de la quinua (*Chenopódium quinoa* Willd). Tesis de la U.N.M.S.M. Lima. Perú.

78. NTP. 1981. Normas técnica nacionales: 206.001; 205.047. Galletas y aditivos alimentarios. Colorantes permitidos en alimentos. Perú.

79. NTP. 1976. Normas técnica nacionales: Galletas.22.01.033. Aditivos alimentarios. colorantes permitidos en Alimentos. Perú

80. PAK, N.2000. Fibra Dietética en verduras cultivadas en Chile. Centro de Nutrición Humana. Facultad de Medicina Universidad de Chile. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 50 (2) 97-1001.

81. PERIAGO, M.; ROS, G.; MARTÍNEZ, M.; y RINCÓN, F. 1993. Componentes de la fibra dietética y sus efectos fisiológicos. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 33 (3): 229-246.

82. PREGO, I.; MALDONADO, S. y OTEGUI, M. 1988. Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*. Annals of Botany 82:481-488. Article N°. Bo980704.

83. POMERANZ, Y. 1976.Advances in Cereal Science and Technology. AACC.

84. QUATTROCCHI, O; ANDRIZZI, S; LABA, R. 1996. Introducción a la HPLC. Aplicación y práctica. Argentina.

85. QUAGLIA,G. 1991.Ciencia y tecnología de la panificación. Ed. Acribía. Zaragoza. España.

86. QUINDE, J,Z.1995. Determinación del parámetro de malteo y su efecto en la composición química de la kiwicha (Amaranthus caudatus).Universidad Nacional Agraria. Lima. Perú.

87. RAYGADA, M.2001.Caracterización del almidón de 2 variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*): kcancolla y chullpi. Tesis de la U.N.A.L.M. Lima. Perú.

88. REDONDO, A. y ORDOÑEZ, J. 1996. Fibra alimentaria: propiedades e interés nutricional. Alimentación. Alimentación, Equipos y Tecnología. Enero/Febrero.77-86.

89. REPO-CARRASCO, R. 1998. Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y Granos Andinos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

90. REPO-CARRASCO, R. 1992. Cultivos andinos y alimentación infantil. Serie de investigaciones. CCTA Nº 1. Lima. Perú.

91. REPO-CARRASCO, R. 1999. Nutrición y Alimentación de la Quinua. Resumen en: Primer Taller Internacional sobre Quinua. Proyecto Quinua CIP – DANIDA. Centro Internacional de la Papa. Lima – Perú.

92. REPO-CARRASCO, R. 1992. Cultivos Andinos y la Alimentación infantil. Serie de investigaciones. CCTA №1.Lima. Perú.

93. REPO-CARRASCO, R.; ESPINOZA, C. y JACOBSEN, S. 2003. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañihua (*Chenopododium pallidicaule*). Food Review International. Vol. 19 No.1 y 2 pag. 179- 189.

94. SUMAR, K. L. Kiwicha, el pequeño gigante. Programa nacional de la kiwicha. Cuzco. Perú.

95. SANGRONIS, E. y REBOLLEDO, M. 1993. "Fibra dietética, soluble, insoluble y total en cereales, productos derivados de su procesamiento y en productos comerciales a base de cereales". Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 43 (3): 258 – 263.

96. SALAZAR, P. 2006. Fabricación de galletas nutricionalmente mejoradas para el programa de desayunos escolares. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de de Industrias Alimentarias. Lima, Perú. Tesis.

97. SAURA-CALIXTO, F. 1993. "Fibra dietética de manzana: Hacia nuevos tipos de fibra de alta calidad". Alimentaria. Mayo 57-61.

98. SAURA-CALIXTO, F. 1995. "Fibra dietética: un nuevo concepto en nutrición". Fronteras de la Ciencia y la Tecnología. 7: 29 – 31.

99. SAURA-CALIXTO, F. y LARRAURI, J. 1996. Nuevos tipos de Fibra dietética de alta calidad. En: Alimentaria. Enero – Febrero 71 – 74.

100. SERRA, J.; AKORTA, I.; LLAMA, M. y ALAÑA, A. 1992. Aplicación Industrial de las enzimas pépticas. Alimentación: Equipos y Tecnología. Octubre pag. 127-133.

101. SANCHEZ, G. M. 1991. Algunos Criterios Nutricionales en el Diseño de Dietas y Mezclas para Consumo Humano. Instituto de Nutrición. Lima. Perú.

102. SÁNCHEZ, M. A. 1980. Potencialidad Agroindustrial del Amaranto. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo (CEESTEM). México.

103. SÁNCHEZ, M. A. 1983. Dos Cultivos Olvidados de Importancia Agroindustrial: El amaranto y la Quinua. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.Vol.33.Marzo №1:11-31.

104. SCADE, J. 1981. Cereales. Ed.Acribia. Zaragoza, España.

105. SOTO, P. N. 1983. Niveles de Sustitución de Harina de Trigo por Harina de Lupino (Lupinos mutabilis) para la Elaboración de Galletas. Universidad Nacional Agraria. Lima. Perú.

106. TAPIA, M.; GANDARILLAS, I.; ALANDIA, S.; CARDOSO, A.; MUJICA, A.; ORTIZ, R.; OTAZU, V.; REA, J.; SALAS, B.; y SANABRIA, E.; 1979. La Quinua y la Kañiwa. Cultivos Andinos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Zona Andina. Lima – Perú.

107. TAPIA, M. 1997. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile– Chile.

108. ULLOA, F. 2007. Determinación del contenido de energía digestible del maíz y harina de alfalfa, en cerdos domésticos (*sus scrofa domesticus*) y jabalíes (*Sus scrofa L.*). Universidad Austral de Chile facultad de ciencias agrarias instituto de producción animal. Valdivia- Chile. Tesis para optar el grado licenciado en agronomía.

109. VALDERRAMA, M. 1996. Influencia de la sustitución de la harina de trigo por harina y afrechillo de Kañihua en la calidad del pan. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Industrias Alimentarias. Lima, Perú. Tesis.

110. VILLANUEVA, G. 2004. Agrociencia, ISSN 1405-3195, Vol. 38, N°.1, pags. 23-31.

111. WATTS, B.M.; YLIMAKI, L. G.; JEFFERY, E. L. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de los alimentos. Centro internacional de investigación para el desarrollo. Otawa. Canada.

112. ZAVALETA R.; y VERA C. 1982. Estudio de tecnología de desamargado de quinua y análisis de saponinas. Proyecto de desarrollo tecnológico en el área de alimentos. Ministerio de planeamiento y coordinación y junta del acuerdo de Cartagena. Pág 9. La Paz. Bolivia.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Determinación de Humedad (Método AOAC 925.10, 1995)

El método es aplicable a todos los productos alimenticios excepto los que puedan contener compuestos volátiles distintos al agua o los que son susceptibles a la descomposición a 110°C como es el caso de vegetales frescos.

Materiales y equipos

Placas petri, estufa y balanza analítica con aproximación de 0.001 gr.

Procedimiento:

Pesar las placas petri todas con tapa y al tarar rotular las placas con tinta indeleble, luego agregar 2 gr de muestra, colocarlos en la estufa de 100-110°C por 5 horas. Por la diferencia de peso se obtiene la humedad de la muestra y luego se lleva a porcentaje. La determinación de materia seca se hace por diferencia de peso entre el peso inicial de la muestra (100%). Y el porcentaje de humedad hallada, obteniéndose de esta manera y en forma directa el porcentaje de materia seca.

Cálculos:

1. Peso de la placa petri

2. Peso total = Peso de la placa+ peso de la muestra

3. Peso final= Después que sale de la estufa.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso total- peso final x 100}}{\text{Peso de la muestra}}$$

ANEXO 2: Determinación de Cenizas (Método AOAC 923.03, 1995)

Introducción

Todos los alimentos están compuestos por elementos minerales constituyendo parte de compuestos orgánicos e inorgánicos. Las cenizas están constituidas por el residuo orgánico que queda una vez que se ha quemado a 550 a 600 °C la materia orgánica.

Durante la incineración la materia orgánica cambia, así, las sales metálicas de ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos, o reaccionan formando fosfatos, sulfatos o haluros.

El azufre y halógenos entre otros elementos pueden perderse por volatilización.

En las cenizas de los vegetales predominan los derivados del potasio y en los animales los del sodio.

El contenido de ceniza puede indicarnos la calidad de un alimento, así por ejemplo, existen valores máximos de cenizas para la gelatina y te. La concentración elevada de cenizas en un alimento sugiere la presencia de adulterantes o contaminantes inorgánicos.

Fundamento:

La muestra molida y seca se pre-calcina en un mechero para carbonizarla y eliminar los compuestos volátiles, enseguida es calcinada (600°C), eliminando la materia orgánica y quedando el residuo mineral o ceniza.

Materiales:

Balanza analítica, 6 crisoles de porcelana N° 3, pinzas para crisol, mechero, tela de asbesto, triangulo de porcelana, espátula y desecador.

Procedimiento:

1). Secar en la estufa eléctrica cerca de 10 gr de muestra de 100 a 110°C por 1 a 5 horas.

2). Colocar en la mufla a 550 °C o 600°C, dos crisoles de porcelana previamente marcados, dejarlos allí por cerca de 60 minutos y periodos subsecuentes de 15 min (o toda la noche) al final de los cuales el crisol deberá pesarse en la balanza analítica, hasta que mantenga su peso constante (peso de tara).

Para lo cual existe lápices para marcar los crisoles, por lo tanto es recomendable utilizar lápiz 2B carbón y bale rotular en la base de los crisoles en caso de rotular en las partes laterales desaparece el rotulado y no sabrías que tipo de muestra es.

3). En los crisoles tarados, agregar de 1 a 5 gr de muestra molida y seca, o bien añadir 10 ml de muestra liquida y evaporar el agua en baño maría o secar en la estufa de convección toda la *noche a 70°C o durante 2 horas a 100°C por que sino la muestra salta mucho al estar incinerando* y por lo tanto hay error. Registrar el peso final (peso del crisol tarado mas la muestra).

4). Colocar (con pinzas) los crisoles en posición vertical sobre triángulos de porcelana y aplicar la llama oxidante (azul) del mechero, evitando que arda la muestra, hasta carbonizarla totalmente, esto se logra, cuando la muestra esta completamente negra, se despega del crisol y no desprende mas humo.

5). Trasladar los crisoles a la mufla (usar pinzas y guantes de asbesto) y dejarlos allí de 1 a 5 horas o toda la noche.

6). Sacar los crisoles de la mufla y pasarlos al desecador de manera indicada en las "Notas", detalladas abajo, dejar enfriar y pesar. Este será el peso del crisol mas la ceniza.

Cálculos:

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{P\,gr \times 100}{P\,gr\,M}$$

Pgr M= PcM- Tc

Pgr C= PcC- Tc

Donde:

Tc = Peso del crisol tarado (en gramos).

PcM= Peso del crisol tarado mas la muestra.

PcC= Peso del crisol mas las cenizas.

PgrM= Peso en gramos de la muestra.

Notas:

1). Observar que el crisol este en buenas condiciones, que no presente rajaduras, por que si es así habrá error cuando se trata de muestras liquidas.

2). El manejo o traslado de crisoles se realizara siempre empleando pinzas.

3). En las operaciones de enfriado o traslado de crisoles al sacarlos de la estufa o mufla se deberá usar siempre el desecador.

4). Al colocar el crisol o capsula proveniente de la estufa en el desecador, se dejara enfriar por espacio de 15 o 30 min antes de pesarlo.

5). Al sacar el crisol de la mufla, emplear siempre guantes de asbesto, pasar el crisol al desecador, mucho cuidado, esta a 600°C y nunca tapar completamente el desecador al colocar el crisol en el, deberá dejarse entre abierto por 15 a 30 min y luego taparse por completo, dejar enfriando otros 15 min y luego pesar.

ANEXO 3: Determinación de Proteína (Método AOAC 920.87, 1995)

Introducción

Este es un método de determinación de nitrógeno total, mediante el cual se puede obtener el porcentaje de proteína cruda (total) de una muestra orgánica.

Es un método indirecto ya que se basa en la determinación del nitrógeno amínico o amoniacal como el que se encuentra en la urea, acido úrico, ácidos nucleídos, fosfolipidos y también en los aminoácidos y proteínas.

El método esta basado en una digestión utilizando acido sulfúrico, el cual hidroliza la muestra liberándose el nitrógeno amoniacal de los aminoácidos y demás compuestos que lo contienen, en seguida se neutraliza la muestra con NaOH, formando hidróxido de amonio y se efectúa una destilación para obtener el amoniaco, el cual se recoge en una solución de acido bórico (que capturara el amonio); este contiene un indicador (Indicador mixto). Finalmente se titula utilizando acido clorhídrico previamente estandarizado, de esa manera el acido gastado en la titulación es equivalente al contenido de nitrógeno.

El porcentaje de nitrógeno obtenido, puede transformarse a un porcentaje de proteína cruda, gracias a un factor de conversión. El factor mas usado es el de 6.25, este se obtiene del hecho de que mayoría de las proteínas tienen un 16% de nitrógeno: 100/16 = 6.25, o sea que de 100 gr de muestra 16% corresponden al nitrógeno); sin embargo se usan otros factores de conversión para proteínas de fuentes especificas.

Pero si el método determina nitrógeno orgánico en general y no solo de proteínas, se debe estar consciente que se esta tolerando un error, al compararlo con otros métodos mas específicos, pero con mayor problema de ejecución, por el ejemplo el de Biuret. Se ha visto que el error no es muy grande en la mayoría de los alimentos o materias primas, solo en aquellos que tienen características específicas, por ejemplo la levadura, que tiene muchos ácidos nucleídos, pues entonces el nitrógeno será principalmente de estos y no de la proteína por lo que primero hay que extraer los ácidos nucleídos, pues entonces el nitrógeno será principalmente de estos y no de la proteína por lo que primero hay que extraer los ácidos y en el residuo determinar la proteína.

Reacciones que se llevan a cabo en la determinación de nitrógeno.

Digestión (1ra fase; liberación de N_2 como NH_4^+)

$N_2 + H_2SO_4$---------$NH_4(SO_4)_2 + CO_2 + H_2O + SO_3$

$NH_4(SO_4)_2 + NaOH$----------NH_4OH

Destilación (2ª Fase; recolección del amonio):

$NH_4OH + H_3BO_3$--------- $(NH_4)_2BO_4 + H_2$

Titulación (3ª fase; cuantificación de Nitrógeno)

$(NH_4)_2BO_4 + NH_4CL$

Material:

Aparato digestor y destilador Kjeldahl

Matraz Kjeldahl de 800 ml (2).

Matraz erlenmeyer de 500 ml (2)

Balanza analítica.

Probetas de 100 ml (2).

Probeta de 250 ml.

Bureta graduada de 25 ml.

Perlas de vidrio (10-12).

Espátula.

Caja petri

Papel encerado

Reactivos:

HCL 0.1 N

Colocar en un matraz volumétrico de 1000 ml, 500ml de agua destilada, agregar 8.33 ml de HCl concentrado, agitar y aforar (en seguida se procede a estandarizarlo para obtener el factor)

H_2SO_4 concentrado. Grado analítico.

Mezcla reactiva de selenio: 4 gr de la mezcla.

$CuSO_4.5H_2O$: K_2SO_4:1gr de $CuSO_4.H_2O$+6 gr de K_2SO_4

Zinc metálico, en lentejas.

Sulfato de amonio secar el reactivo a 100- 110 °C, por lo menos 2 horas.

Indicador mixto:

Puede ser conseguido en el mercado, o bien, preparado de la siguiente manera: Se disuelven 0.1 gr de rojo de metilo en 50 ml de etanol, y 0.1 gr de verde bromocresol en otros 50 ml del mismo alcohol. Posteriormente, preparar una mezcla con 1 parte de la solución de rojo de metilo con 1 parte de solución de verde bromocresol, siendo esta mezcla el indicador mixto.

NaOH al 40%

Disolver 400 gr del reactivo en 500 ml de agua destilada en un matraz de aforación de 1000 ml dejar enfriar y aforar.

Acido bórico al 4%

Disolver 40 gr del reactivo en 950 ml de agua destilada casi hirviendo, dejarlo enfriar, aforar a 1000 ml con agua hervida y fría.

Método:

Estandarización del HCl:

1). Secar 2 gramos de sulfato de amonio en la estufa a 100 a 110°C por espacio de 2 horas.

2). Tomar posteriormente exactamente 0.14 gr en un papel parafinado ponerlo dentro de un matraz Kjeldahl y agregarle 250 ml de agua destilada, 100 ml de hidróxido de sodio al 40% (por la pared) y 6 perlas de vridrio.

3). Se conecta al destilador del Keldahl, y se recogen 150 ml de destilado en 100 ml de acido bórico al 4% empleando indicador mixto.

4). Se titula con acido clorhídrico a 0.1N.

Nota: L o anterior se realiza por duplicado.

Cálculos para determinar el factor de HCl.

$$\text{Factor del HCl} = \frac{(28)\,(0.14)\,(100)}{(132)(\text{ml de HCl})}$$

Preparación de la muestra.

1). *Triturar la muestra en el molino, colocar la harina obtenida en una caja petri sin tapa* y dejarla secar en la estufa a 60- 70 °C por toda la noche o a 100°C por lo menos dos horas.

2). Pesar un gramo de la muestra molida y seca, en la balanza analítica sobre un cuadro de papel encerado doblarlo y colocarlo dentro del matraz Kjeldahl, de cada muestra hay que hacer un duplicado agregue sobre el mismo papel 4 gr de mezcla reactiva de selenio (Puede utilizarse 1gr de sulfato cúprico y 6 gr de sulfato de potasio en lugar de mezcla de selenio).

Proceso de digestión (Hidrólisis de la muestra):

1). Agregar al matraz 25 ml de acido sulfúrico concentrado y 6 perlas de vidrio.

2). Encender el extractor de gases del digestor, encienda las hornillas y coloque los matraces Kjeldahl en posición inclinada en el aparato Kjeldahl, digerir por 1 hora, rotando los matraces cada 15 minutos. (La muestra deberá tomar coloración verde.)

3). Terminado el tiempo de digestión, apagarla hornilla y dejar encendidos los extractores para que sigan sacando los gases por espacio de 30 minutos.

Proceso de destilación (Recolección de amonio)

1). Al matraz previamente enfriado, agregar 250 ml de agua destilada lavando con ella las paredes del matraz, encender la hornilla respectiva, abrir la llave del agua, para que circule por el enfriador o condensador.

2). Aparte en un matraz erlenmeyer de 500 ml colocar 100 ml de acido bórico al 4% y 6 gotas de indicador mixto. Agítelo y colóquelo en la pared inferior del destilador cuidando que la manguera del refrigerante quede sumergida en el liquido del matraz erlenmeyer.

3). Agregar al matraz Kjeldahl 100 ml de NaOH al 40% y 5 lentejas de zinc inmediatamente ponerlos en la parrilla y ajustar en el cuello del matraz el tapón de hule con su respectiva trampa, ver que quede bien ajustado el tapón de hule, para evitar que la presión ejercida haga perder el tapón.

4). Destilar y recoger 150 ml del destilado. Al estar destilando asegúrese de que no suba por la manguera el destilado. Si esto sucede aumente la intensidad de la flama o saque la manguera del matraz y vuelva a introducir rápidamente. Antes de apagar la flama asegúrese de que la manguera del refrigerante, ya no toque el liquido del matraz erlenmeyer al terminar de destilar (esto para evitar succión).

Nota: Agregarlo lentamente por la pared del matraz.

Proceso de titulación (Valoración)

1). Destilados los 150 ml sacar el matraz erlenmeyer, no separarlo totalmente del tubo condensador, luego apagar la hornilla.

2). Titular el destilado con HCL al 0.1 N estandarizado, agregándolo lentamente hasta que el color verde de la solución cambie a rosa (primer vire), anotando los mililitros de HCl empleados.

$$\% \text{ de nitrógeno} = \frac{(\text{ml de HCl empleados})(\text{Factor del HCl})}{\text{Gramos de muestra}}$$

% de proteína= (% de nitrógeno) (Factor de conversión especifico para el tipo de muestra que se esta trabajando).

ANEXO 4: Determinación de Grasa (Método soxhlet, AOAC 920.85, 1995)

El solvente (hexano o éter), extrae el extracto etéreo de la muestra y la deposita en el matraz previamente tarado (pesado) y por diferencia de peso se obtiene la cantidad de extracto etéreo de la muestra.

Reactivos y equipos de laboratorio

Un extractor soxhlet, 250 ml de solvente orgánico (hexano o éter), papel filtro y balón.

Procedimiento:

Para la determinación del extracto etéreo por este método se deben usar muestras deshidratadas en lo posible la muestra debe ser previamente secada a peso constante a 95 – 100 °C, en una estufa por un periodo de 5 horas y enfriadas posteriormente en una campana que contenga una sustancia deshidratante.

Poner a secar en una estufa a 110 °C, el N° de balones que se va usar.

Luego de una hora, sacar los balones de la estufa y ponerlos a enfriar en una campana que contengan una sustancia deshidratante.

Pesar los balones fríos y también pesar de 3 a 5 gr de muestra secada como se indica mas arriba, empaquetarla en un pedazo de papel filtro whatman N° 2.

Colocar el paquete en el cuerpo del aparato soxhlet y luego agregar hexano destilado hasta que una parte del mismo sea sifoneado hacia el balón. Seguidamente conectar la fuente de calor a la cocina eléctrica.

El solvente (hexano o éter) al calentarse se evapora (69 °C- 34.6 °C) y asciende a la parte superior del cuerpo. Allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón por sifón arrastrando consigo el extracto etéreo. El ciclo es cerrado y la velocidad de goteo del hexano debe ser de 45- 60 gotas por minuto.

El proceso dura 3 horas. El matraz debe sacarse del aparato cuando contiene poco hexano o éter (momentos antes de que este sea sifoneado desde el cuerpo).

Evaporar el hexano remanente en el balón en una estufa y enfriarla en una campana que contenga sustancias deshidratantes.

Cálculos: % Extracto etéreo= $\frac{\text{Peso del balón con EE- peso balón vacio x 100}}{\text{Gramos de muestra}}$

ANEXO 5: Determinación Fibra bruta (Método AOAC 991.43, 1995)

La fibra cruda se determina eliminando los carbohidratos solubles por hidrólisis a compuestos más simples (azucares) mediante la acción de los ácidos y álcalis débiles en caliente, y las cenizas (por diferencia de peso después de la ignición de la materia fibrosa obtenida).

Reactivos y equipos de laboratorio:

Acido sulfúrico a 1.25%, hidróxido de sodio a 1.25%, etanol, agua destilada, vasos de 600 ml, papel filtro, capsula porcelana, bomba de vacio, estufa, mufla y cocina eléctrica.

Procedimiento

Digestión acida: Pesar 5 gramos de muestra (exenta de grasa) en vaso de 600 ml. Hervir durante 45 min. Con 200 ml de H_2SO_4 al 1.25%. Luego de 30 min. Hervido, filtrar y lavar con agua destilada caliente hasta neutralizar la acidez.

Digestión Alcalina: Añadir 200 ml de NaOH a 1.25% y hervirlo por 45 min (cuidar durante este tiempo). Filtrar al vacio en una capsula de cerámica porosa, lavando con agua destilada caliente. Luego de poner a la estufa por dos horas y pesar, este peso se llamara P1, luego se colocara a la mufla para eliminar la materia orgánica y obtener las cenizas, se pesan nuevamente (P2). La cantidad de muestra que se use depende de la naturaleza de ella.

Cálculos: % fibra cruda= $\frac{P1-P2x100}{w}$

ANEXO 6: Determinación de la Digestibilidad in vitro (Método AOAC 971.09, 1995)

Introducción: Los alimentos para ser biológicamente utilizados deben sufrir un proceso de hidrólisis o fragmentación para ser absorbidos y posteriormente transportados y/o almacenados en el interior del organismo. Esta hidrólisis es el proceso de digestión, en el cual intervienen proteínas especializadas denominadas enzimas, que poseen todos los organismos dentro de su sistema digestivo. Se ha logrado actualmente la extracción y purificación de algunas de estas enzimas, con lo cual ha sido posible la determinación de la digestibilidad fuera del organismo (Digestibilidad in vitro).

Fundamento: La muestra desgrasada es digerida por 16 horas con solución caliente de pepsina bajo constante agitación. El residuo indigerible es lavado y analizado por proteína. El resultado se resta del contenido de proteína total de la muestra para obtener la proteína digerible. El método es aplicable a desperdicios de carne, harinas malteadas, harina de sorgo y harina de plumas, etc.

Material y equipo: Molino wiley, malla de 2 mm, papel tipo facial o higiénico, aparato Goldfisch, matraz erlenmeyer de 250 ml (2), estufa, papel whatman N° 2 y Tapón de corcho

Reactivos:

A) Pepsina al 0.2% en HCl al 0.075 N.

1).-HCl 0.075: Diluir 6.1 ml de HCl en un litro de agua destilada.

2).-Pepsina (Actividad 1:10,000).

Preparaciones de la solución de pepsina.

Poner 500 ml del HCL a 0.075 Normal, en un matraz de aforación de 1000 ml y precalentar a 45° C. Agregar 2 g de pepsina y aforar (Prepararla al momento de usar).

B) Éter etílico anhídrido.

Método:

Preparación de la muestra:

1). La muestra se muele en un molino wiley, a que pase una malla de 2 mm.

2). Determinación de contenido proteico por el método Kjeldhal (por duplicado)

3). Se pesa un gramo de muestra molida por duplicado en un papel higiénico se envuelve, se traslada a un dedal y se desgrasa con éter etílico, una hora en equipo Goldfisch.

4). Se evapora el éter de la muestra a temperatura ambiente.

5). Se traslada la muestra a un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se pesa (cuidar de que no se pasen las fibras del pincel ni partículas del papel).

Digestión con pepsina:

1). Agregar al matraz con la muestra 150 ml de solución de enzima precalentada a 42 o 45 °C y tapar.

2). Poner a 45°C en la estufa por 16 horas (agitando constantemente).

3). Filtrar cuantitativamente sobre papel whatman N° 2 y lavar 3 veces con H_2O destilada caliente.

4). Transferir el papel filtro con el residuo húmedo a un matraz de Kjeldhal y determinar nitrógeno.

Cálculos:

$$\% \text{ de digestibilidad} = \frac{\text{Proteína total- Proteína no digerible x 100}}{\text{Proteína total}}$$

ANEXO 7: Determinación del rendimiento de la malta en base seca

Se calcula dividiendo el peso de la malta de kiwicha entre el peso del grano sin maltear, ambos pesos deben estar en base seca, el resultado final se multiplica por 100.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{W malta (b.s) x 100}}{\text{W kiwicha}}$$

ANEXO 08: Hoja de calificaciones para una categorización cualitativa según apreciaciones hedónicas.

Nombre del juez: _____ fecha: _____

Muestra evaluada: _____ Prueba N°_____

Clasifique las 3 muestras de galletas según la escala que se presenta, escribiendo su código en el casillero correspondiente a la apreciación que corresponda a su nivel de agrado o desagrado y sepárelas con comas si son más de dos las que ubique en un mismo casillero.

Calificativo	ESCALA	Clasificación de muestras
9	Extremadamente agradable	
8	Muy agradable	
7	Agradable	
6	Ligeramente agradable	
5	Ni agradable ni desagradable	
4	Ligeramente desagradable	
3	Desagradable	
2	Muy desagradable	
1	Extremadamente desagradable	

Comentarios:

_____

_____

Fuente: Ureña y D' Arrigo(1999).

ANEXO 09: Formulación con incorporación de malta de quinua, kañiwa y kiwicha

Ingredientes de las galletas fortificadas	Patrón			T1 (20%) Incorporación		T2 (30%) Incorporación		T3 (40%) Incorporación	
	Porcentaje Panadero (%)	Peso Total (%)	Peso (g)	(%)	Peso (gr)	(%)	Peso (gr)	(%)	Peso (gr)
Harina de trigo	100	48,86	225	80	180	70	157,5	60	135
Harina quinua. M	0	0	0	6,667	15	10	22,5	13,33	30
Harina kiwicha. M	0	0	0	6,667	15	10	22,5	13,33	30
Harina kañiwa. M	0	0	0	6,667	15	10	22,5	13,33	30
Manteca	28,4	13,75	66	28,4	66	28,4	66	28,4	66
Azúcar blanca	57,7	27,07	130	57,7	130	57,7	130	57,7	130
Sal común	1,92	0,43	2,08	1,92	2,08	1,92	2,08	1,92	2,08
Leche en polvo	2,79	1,30	6,27	2,79	6,27	2,79	6,27	2,79	6,27
$NaHCO_3$	1,11	0,26	1,25	1,11	1,25	1,11	1,25	1,11	1,25
Agua	23,33	10,466	50,25	23,3	50,25	23,3	50,25	23,33	50,25

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10: Evaluación sensorial en "APARIENCIA" de las galletas

	MUESTRAS		
JUEZ	20%	30%	40%
1	6	5	3
2	7	8	6
3	7	7	8
4	7	7	8
5	6	6	7
6	6	7	9
7	9	7	9
8	8	8	8
9	9	6	8
10	6	6	6
11	4	8	9
12	7	6	7
13	8	8	8
14	6	7	7
15	4	6	8
16	6	5	5
17	6	7	6
18	5	6	5
19	6	7	5
20	7	8	7
21	8	6	6
22	7	7	7
23	6	8	8
24	7	6	6

25	6	6	5
26	6	8	7
27	8	6	5
28	4	7	8
29	7	6	8
30	6	7	5
31	7	7	8
32	6	7	7
33	6	8	7
34	7	7	7
35	4	7	6
36	9	6	6
37	5	5	6
38	6	6	6
39	6	5	6
40	7	7	7
TOTAL	**258**	**267**	**270**

ANOVA Simple - APARIENCIA por Tratamiento de las galletas

Variable dependiente: Apariencia
Factor: Galletas de 20%, 30% y 40% de sustitución

Número de observaciones: 120
Número de niveles: 3

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Apariencia. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de apariencia para los 3 diferentes niveles de Tratamiento de las galletas. La prueba-Fen la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de
Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le Permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Resumen Estadístico para apariencia de las galletas
Variable dependiente: APARIENCIA
HSD de Tukey

					Intervalo de confianza al 95%	
(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Límite superior	Límite inferior
1,00	2,00	-,11250	,13324	,676	-,4288	,2038
	3,00	-,15000	,13324	,500	-,4663	,1663
2,00	1,00	,11250	,13324	,676	-,2038	,4288
	3,00	-,03750	,13324	,957	-,3538	,2788
3,00	1,00	,15000	,13324	,500	-,1663	,4663
	2,00	,03750	,13324	,957	-,2788	,3538

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Textura para cada uno de los 3 niveles de Tratamiento de las galletas. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias

Tabla ANOVA para la apariencia de las galletas

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Media Cuadrada*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0,488	2	0,244	0,686	0.505
Intra grupos	41,544	117	0,355		
Total (Corr.)	42,031	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de apariencia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. *La razón-F, que en este caso es igual a 0,686, es el cociente entre el estimado entre-*grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es mayor que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de apariencia entre un nivel de Tratamiento de las galletas de 20%, 30% y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

APARIEN

HSD de Tukey

FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Galleta 20%	40	3,4750
Galleta 30%	40	3,5875
Galleta 40%	40	3,6250
Sig.		0,500

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,000.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. NO muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza, por lo tanto se puede decir que las galletas de 20%, 30% y 40% son iguales los tres tipos de galleta en apariencia

ANEXO 11: Evaluación sensorial en "TEXTURA" de las galletas

	MUESTRAS		
JUEZ	**20%**	**30%**	**40%**
1	6	4	6
2	6	8	6
3	7	6	7
4	7	7	8
5	6	6	4
6	6	9	8
7	6	8	8
8	7	7	7
9	9	7	8
10	5	5	5
11	7	8	8
12	7	6	7
13	7	8	8
14	7	8	8

15	7	5	8
16	6	6	6
17	6	7	6
18	7	6	7
19	7	5	5
20	7	7	7
21	7	6	6
22	6	6	6
23	5	5	3
24	7	7	7
25	7	6	7
26	6	7	8
27	7	6	6
28	6	6	6
29	7	7	6
30	5	6	6
31	7	8	7
32	7	7	9
33	7	7	6
34	8	8	7
35	6	6	7
36	6	6	6
37	7	7	7
38	5	5	5
39	6	5	4
40	6	7	6
TOTAL	**261**	**261**	**262**

ANOVA Simple - TEXTURA por Tratamiento de las galletas

Variable dependiente: Textura
Factor: Galletas de 20%, 30% y 40% de sustitución

Número de observaciones: 120
Número de niveles: 3

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Textura. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Textura para los 3 diferentes niveles de Tratamiento de las galletas. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le Permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Resumen Estadístico para textura de las galletas

Variable dependiente: TEXTURA
HSD de Tukey

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite superior	Límite inferior
1,00	2,00	,00000	,12136	1,000	-,2881	,2881
	3,00	-,01250	,12136	,994	-,3006	,2756
2,00	1,00	,00000	,12136	1,000	-,2881	,2881
	3,00	-,01250	,12136	,994	-,3006	,2756
3,00	1,00	,01250	,12136	,994	-,2756	,3006
	2,00	,01250	,12136	,994	-,2756	,3006

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Textura para cada uno de los 3 niveles de Tratamiento de las galletas. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias

Tabla ANOVA para la textura de las galletas

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Media Cuadrada*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	0,004	2	0,002	0,007	0.993
Intra grupos	34,463	117	0,295		
Total (Corr.)	34,467	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de apariencia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 0,007, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es mayor que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de textura entre un nivel de Tratamiento de las galletas de 20%, 30% y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

TEXTURA

HSD de Tukey

FACTOR	N	Subconjunto para alfa = .05
		1
1,00	40	3,5125
2,00	40	3,5125
3,00	40	3,5250
Sig.		,994

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,000.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. NO muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza, por lo tanto se puede decir que las galletas de 20%, 30% y 40% son iguales los tres tipos de galleta en textura

ANEXO 12: Evaluación sensorial en "AROMA" de las galletas

	MUESTRAS		
JUEZ	**20%**	**30%**	**40%**
1	6	5	5
2	7	7	6
3	8	7	8
4	7	8	7
5	4	3	4
6	8	7	9
7	7	7	7
8	7	4	4
9	9	8	5
10	8	7	7
11	7	8	8
12	7	6	7
13	8	7	7
14	8	8	9
15	6	4	3
16	7	5	4
17	6	5	4
18	8	7	6
19	7	6	7
20	8	6	6
21	7	7	6
22	7	7	7
23	7	5	6
24	7	7	6
25	5	4	6
26	7	6	5
27	7	4	5
28	6	6	5
29	9	7	6
30	7	7	7
31	7	7	6
32	6	7	6
33	8	5	5
34	7	7	8
35	6	7	6
36	6	7	4
37	9	8	8
38	6	6	7
39	4	5	5
40	8	7	6
TOTAL	**279**	**251**	**243**

ANOVA Simple - AROMA por Tratamiento de las galletas

Variable dependiente: AROMA
Factor: Galletas de 20%, 30% y 40% de sustitución

Número de observaciones: 120
Número de niveles: 3

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para Aroma. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de Aroma para los 3 diferentes niveles de Tratamiento de las galletas. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le Permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Resumen Estadístico para aroma de las galletas

Variable dependiente: AROMA
HSD de Tukey

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite superior	Límite inferior
1,00	2,00	,35000(*)	,14461	,045	,0067	,6933
	3,00	,45000(*)	,14461	,007	,1067	,7933
2,00	1,00	-,35000(*)	,14461	,045	-,6933	-,0067
	3,00	,10000	,14461	,769	-,2433	,4433
3,00	1,00	-,45000(*)	,14461	,007	-,7933	-,1067
	2,00	-,10000	,14461	,769	-,4433	,2433

* La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de Aroma para cada uno de los 3 niveles de Tratamiento de las galletas. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias

Tabla ANOVA para la aroma de las galletas

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Media Cuadrada*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	4,467	2	2,233	**5,340**	**0.006**
Intra grupos	48,931	117	0,418		
Total (Corr.)	53,398	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de apariencia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a **0.006**, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, si existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de aroma entre un nivel de Tratamiento de las galletas de 20%, 30% y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

AROMA

HSD de Tukey

FACTOR	N	Subconjunto para alfa = .05	
		2	1
3,00	40	3,2875	
2,00	40	3,3875	
1,00	40		3,7375
Sig.		,769	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,000.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. SI muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza, por lo tanto se puede decir que las galletas de 20% de sustitución son muy diferentes con respecto a las galletas de 30% y 40% con respecto al aroma de cada galleta.

ANEXO 13: Evaluación sensorial en "SABOR" de las galletas

	MUESTRAS		
JUEZ	**20%**	**30%**	**40%**
1	6	5	5
2	7	9	7
3	8	7	8
4	7	8	8
5	4	4	6
6	9	8	7
7	7	7	7
8	8	4	4
9	6	8	8
10	5	7	7
11	8	8	8
12	7	6	7
13	9	8	8
14	7	9	9
15	8	6	5
16	7	7	7
17	4	5	5
18	9	8	7
19	8	7	9
20	7	6	7
21	6	5	6
22	7	7	6
23	7	6	6
24	8	7	7
25	4	4	6
26	7	6	7
27	8	7	6
28	7	6	6
29	9	6	7

30	7	6	7
31	8	6	5
32	8	7	7
33	7	6	5
34	8	6	6
35	7	7	7
36	6	7	5
37	8	6	6
38	7	7	6
39	6	4	6
40	8	7	6
TOTAL	**284**	**260**	**262**

ANOVA Simple - SABOR por Tratamiento de las galletas

Variable dependiente: Sabor
Factor: Galletas de 20%, 30% y 40% de sustitución

Número de observaciones: 120
Número de niveles: 3

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para sabor. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de sabor para los 3 diferentes niveles de Tratamiento de las galletas. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le Permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Resumen Estadístico para el sabor de las galletas

Variable dependiente: SABOR
HSD de Tukey

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite superior	Límite inferior
1,00	2,00	,30000	,13771	,079	-,0269	,6269
	3,00	,27500	,13771	,117	-,0519	,6019
2,00	1,00	-,30000	,13771	,079	-,6269	,0269
	3,00	-,02500	,13771	,982	-,3519	,3019
3,00	1,00	-,27500	,13771	,117	-,6019	,0519
	2,00	,02500	,13771	,982	-,3019	,3519

Esta tabla muestra diferentes estadísticos de sabor para cada uno de los 3 niveles de Tratamiento de las galletas. La intención principal del análisis de varianza de un factor es la de comparar las medias de los diferentes niveles, enlistados aquí bajo la columna de Promedio. Selecciones Gráfico de Medias de la lista de Opciones Gráficas para mostrar gráficamente las medias

Tabla ANOVA para la sabor de las galletas

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Media Cuadrada*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	2,217	2	1,108	2,922	0.058
Intra grupos	44,375	117	0,397		
Total (Corr.)	46,592	119			

La tabla ANOVA descompone la varianza de apariencia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 2,922, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es mayor que 0.05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de sabor entre un nivel de Tratamiento de las galletas de 20%, 30% y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada y otro, con un nivel del 95.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

SABOR

HSD de Tukey

FACTOR	N	Subconjunto para alfa = .05 1
2,00	40	3,5000
3,00	40	3,5250
1,00	40	3,8000
Sig.		,079

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,000.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. NO muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza, por lo tanto se puede decir que las galletas de 20%, 30% y 40% son iguales los tres tipos de galleta en sabor.

ANEXO 14: ANOVA Simple para la digestibilidad de la Quinua no germinada y la quinua con 12 horas y 20 horas de germinado

Variable dependiente: DIGESTIBILIDAD
Factor: Quinua no germinada, quinua con 12 horas de germinado y quinua con 20 horas de germinado

Número de observaciones: 09
Número de niveles: 3

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para digestibilidad. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de para los 3 diferentes niveles de Tratamiento de la quinua no germinada, quinua con 12 horas de germinado y quinua con 20 horas de germinado. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Resumen Estadístico para la digestibilidad de la quinua no germinada y quinua con 12 horas y 20 horas de germinado

Variable dependiente: DIGESTIBILIDAD
HSD de Tukey

FACTOR		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 99%	
					Límite superior	Límite inferior
Quinua no germinada	2,00	-18,66667(*)	1,45983	,000	-25,2014	-12,1320
	3,00	-19,60000(*)	1,45983	,000	-26,1347	-13,0653
Quinua con 12 horas d germinado	1,00	18,66667(*)	1,45983	,000	12,1320	25,2014
	3,00	-,93333	1,45983	,805	-7,4680	5,6014
Quinua con 20 horas de germinado	1,00	19,60000(*)	1,45983	,000	13,0653	26,1347
	2,00	,93333	1,45983	,805	-5,6014	7,4680

* La diferencia de medias es significativa al nivel .01.

Tabla ANOVA para digestibilidad de la quinua no germinada y quinua con 12 horas y 20 horas de germinado

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Media Cuadrada*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	733,476	2	366.738	114,725	0.0000
Intra grupos	19,180	6	3,197		
Total (Corr.)	752,656	8			

La tabla ANOVA descompone la varianza de Apariencia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 114,725, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de digestibilidad entre un nivel de Tratamiento de uno y otro, con un nivel del 99.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Contraste Múltiple de Rango para digestibilidad de la quinua no germinada y quinua con 12 horas y 20 horas de germinado

Método: 99.0 porcentaje HSD de Tukey

FACTOR	Nº de tratamientos	Subconjunto para alfa =0 .01	
		Digestibilidad de la quinua no germinada	Digestibilidad de la Quinua con 12 horas y 20 horas de germinado
Quinua no germinada	3	66,3000	
Quinua 12 horas de germinado	3		81,2333
Quinua 20 horas de germinado	3		85,6000
Sig.		1,000	0,028

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El promedio de la digestibilidad de la quinua no germinada muestran diferencias estadísticamente significativas con respecto a la digestibilidad de la quinua con 12horas y 20 horas de germinado con un nivel del 99.0% de confianza. Por lo tanto se puede decir si existe diferencias estadísticamente significativas de la quinua no germinada con la quinua de 12horas a 20 horas de germinado, entonces se puede decir que la quinua germinada es mas digerible que la quinua no germinada El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de comparación múltiple de TUKEY. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

ANEXO 15: ANOVA Simple para la digestibilidad de kiwicha no germinada y la kiwicha con 2dias y 3 días de germinado

Variable dependiente: DIGESTIBILIDAD
Factor: Kiwicha no germinada, Kiwicha con 2 días de germinado y kiwicha con 3 días de germinado

Número de observaciones: 09
Número de niveles: 3

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para digestibilidad. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios de para los 3 diferentes niveles de Tratamiento de la kiwicha no germinada, Kiwicha con 2 días de germinado y kiwicha con 3 días de germinado. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Resumen Estadístico para la digestibilidad de la Kiwicha no germinada, Kiwicha con 2 días de germinado y kiwicha con 3 días de germinado

Variable dependiente: DIGEST
HSD de Tukey

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 99%	
					Límite superior	Límite inferior
Kiwicha no germinada	2,00	-14,93333(*)	1,23048	,000	-20,4414	-9,4253
	3,00	-19,30000(*)	1,23048	,000	-24,8080	-13,7920
Kiwicha con 2 días de germinado	1,00	14,93333(*)	1,23048	,000	9,4253	20,4414
	3,00	-4,36667	1,23048	,028	-9,8747	1,1414
kiwicha con 3 días de germinado	1,00	19,30000(*)	1,23048	,000	13,7920	24,8080
	2,00	4,36667	1,23048	,028	-1,1414	9,8747

* La diferencia de medias es significativa al nivel .01.

Tabla ANOVA para digestibilidad de la Kiwicha no germinada, Kiwicha con 2 días de germinado y kiwicha con 3 días de germinado

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Media Cuadrada*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	614,562	2	307,281	135,300	0.0000
Intra grupos	13,627	6	2,271		
Total (Corr.)	628,189	8			

La tabla ANOVA descompone la varianza de Apariencia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. *La razón-F, que en este caso es igual a 135,300, es el cociente entre el estimado* entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de digestibilidad entre un nivel de Tratamiento de uno y otro, con un nivel del 99.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Contraste Múltiple de Rango para digestibilidad de la Kiwicha no germinada, Kiwicha con 2 días de germinado y kiwicha con 3 días de germinado

Método: 99.0 porcentaje HSD de Tukey

FACTOR	Nº de tratamientos	Subconjunto para alfa =0.01	
		Digestibilidad de la kiwicha no germinada	Digestibilidad de la Kiwicha con 2 días y 3 días de germinado
Kiwicha no germinada	3	66,3000	
Kiwicha con 2 días de germinado	3		81,2333
Kiwicha con 3 días de germinado	3		85,6000
Sig.		1,000	0,028

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El promedio de la digestibilidad de la kiwicha no germinada muestran diferencias estadísticamente significativas con respecto a la digestibilidad de la Kiwicha con 2 días y 3 días de germinado con un nivel del 99.0% de confianza. Por lo tanto se puede decir si existe diferencias estadísticamente significativas de la kiwicha no germinada con la Kiwicha con 2 días y 3 días de germinado por lo tanto se puede decir que la kiwicha germinada es mas digerible que la kiwicha no germinada. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de comparación múltiple de TUKEY. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

ANEXO 16: ANOVA Simple para la digestibilidad de kañiwa no germinada y la kañiwa con 2dias y 3 días de germinado

Variable dependiente: DIGESTIBILIDAD
Factor: Kañiwa no germinada, Kañiwa con 2 días de germinado y kañiwa con 3 días de germinado

Número de observaciones: 09
Número de niveles: 3

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para digestibilidad. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios para los 3 diferentes niveles de Tratamiento de la kañiwa no germinada, Kañiwa con 2 días de germinado y kañiwa con 3 días de germinado. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras.
Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Resumen Estadístico para la digestibilidad de la Kañiwa no germinada, Kañiwa con 2 días de germinado y kañiwa con 3 días de germinado

Variable dependiente: DIGEST
HSD de Tukey

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 99%	
					Límite superior	Límite inferior
Kañiwa no germinada	2,00	-19,26667(*)	1,51340	,000	-26,0412	-12,4922
	3,00	-22,03333(*)	1,51340	,000	-28,8078	-15,2588
Kañiwa con 2 dias de germinado	1,00	19,26667(*)	1,51340	,000	12,4922	26,0412
	3,00	-2,76667	1,51340	,239	-9,5412	4,0078
Kañiwa con 3 días de germinada	1,00	22,03333(*)	1,51340	,000	15,2588	28,8078
	2,00	2,76667	1,51340	,239	-4,0078	9,5412

* La diferencia de medias es significativa al nivel .01.

Tabla ANOVA para digestibilidad de la Kañiwa no germinada, Kañiwa con 2 días de germinado y kañiwa con 3 días de germinado

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Media Cuadrada*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	864,327	2	432,163	125,791	0.0000
Intra grupos	20,613	6	3,436		
Total (Corr.)	884,940	8			

La tabla ANOVA descompone la varianza de Apariencia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 125,791 es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de digestibilidad entre un nivel de Tratamiento de uno y otro, con un nivel del 99.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

Contraste Múltiple de Rango para digestibilidad de la Kañiwa no germinada, Kañiwa con 2 días de germinado y kañiwa con 3 días de germinado

FACTOR	Nº de tratamientos	Subconjunto para alfa =0 .01	
		Digestibilidad de la kañiwa no germinada	Digestibilidad de la Kañiwa con 2 días y 3 días de germinado
Kañiwa no germinada	3	58,7333	
Kañiwa con 2 días de germinado	3		78,0000
Kañiwa con 3 días de germinado	3		80,7667
Sig.		1,000	0,239

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El promedio de la digestibilidad de la kañiwa no germinada muestran diferencias estadísticamente significativas con respecto a la digestibilidad de la Kañiwa con 2 días y 3 días de germinado con un nivel del 99.0% de confianza. Por lo tanto se puede decir si existe diferencias abismales de la

kañiwa no germinada con la Kañiwa con 2 días y 3 días de germinado, por lo tanto se puede decir que la kañiwa germinada es mas digerible que la kañiwa no germinada. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de comparación múltiple de TUKEY. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.

ANEXO 17: ANOVA Simple para la digestibilidad de las galletas con 20%, 30%, 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada y galleta de trigo

Variable dependiente: DIGESTIBILIDAD
Factor: Galleta de 20%, galleta de 30%, galleta de 40% de sustitución y la galleta de trigo

Número de observaciones: 12
Número de niveles: 4

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para digestibilidad. Construye varias pruebas y gráficas para comparar los valores medios para los 4 diferentes niveles de Tratamiento de la galleta con 20%, galleta con 30%, galleta con 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kañiwa y kiwicha malteada más la galleta elaborada a base de trigo. La prueba-F en la tabla ANOVA determinará si hay diferencias significativas entre las medias. Si las hay, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Si le preocupa la presencia de valores atípicos, puede elegir la Prueba de Kruskal-Wallis la cual compara las medianas en lugar de las medias. Las diferentes gráficas le ayudarán a juzgar la significancia práctica de los resultados, así como le permitirán buscar posibles violaciones de los supuestos subyacentes en el análisis de varianza.

Resumen Estadístico para la digestibilidad de las galletas con 20%, 30% y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada más la galleta elaborada a base de trigo

Variable dependiente: DIGESTIBILIDAD
HSD de Tukey

(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 99%	
		Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
Galleta 20%	2,00	-1,70000	1,28784	,577	-7,3495	3,9495
	3,00	-2,93333	1,28784	,183	-8,5828	2,7161
	4,00	13,95333(*)	1,28784	,000	8,3039	19,6028
Galleta 30%	1,00	1,70000	1,28784	,577	-3,9495	7,3495
	3,00	-1,23333	1,28784	,776	-6,8828	4,4161
	4,00	15,65333(*)	1,28784	,000	10,0039	21,3028
Galleta 40%	1,00	2,93333	1,28784	,183	-2,7161	8,5828
	2,00	1,23333	1,28784	,776	-4,4161	6,8828
	4,00	16,88667(*)	1,28784	,000	11,2372	22,5361
Galleta de trigo	1,00	-13,95333(*)	1,28784	,000	-19,6028	-8,3039
	2,00	-15,65333(*)	1,28784	,000	-21,3028	-10,0039
	3,00	-16,88667(*)	1,28784	,000	-22,5361	-11,2372

* La diferencia de medias es significativa al nivel .01.

Tabla ANOVA para digestibilidad de las galletas con 20%, 30% y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada mas la galleta elaborada a base de trigo

Fuente	*Suma de Cuadrados*	*Gl*	*Media Cuadrada*	*Razón-F*	*Valor-P*
Entre grupos	553,423	3	184,474	74,152	0.0000
Intra grupos	19,902	8	2,488		
Total (Corr.)	573,325	11			

La tabla ANOVA descompone la varianza de Apariencia en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 74,152 es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de digestibilidad entre un nivel de Tratamiento de uno y otro, con un nivel del 99.0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares

Contraste Múltiple de Rango para digestibilidad de las galletas con 20%, 30% y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada más la galleta elaborada a base de trigo
Método: 99.0 porcentaje HSD de Tukey

FACTOR	Nº de tratamientos	Subconjunto para alfa =0 .01	
		Digestibilidad de la galleta de trigo	Digestibilidad de la galleta con 20%,30% y 40% de sustitucion
Galleta de trigo	3	61,5800	
Galleta con 20%	3		75,5333
Galleta con 30%	3		77,2333
Galleta con 40%	3		78,4667
Sig.		1,000	0,183

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El promedio de la digestibilidad de las galletas con 20%, 30% y 40% de sustitución de harina de trigo por harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada más la galleta elaborada a base de trigo con un nivel del 99.0% de confianza. Por lo tanto se puede decir si existe diferencias abismales de la galleta elaborada a base de trigo con la galleta de 20%,30% y 40% de sustitución de harina de trigo por la harina de quinua, kiwicha y kañiwa malteada, por lo tanto se puede decir que la galleta elaborada con sustitución de 20%, 30% y 40% a base de malta es mas digerible que la galleta elaborada a base de harina de trigo normal. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de comparación múltiple de TUKEY. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que uno o más pares son significativamente diferentes, cuando la diferencia real es igual a 0.