

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIA DE ALIMENTOS



**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE GRANOS
ANDINOS: QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y KIWICHA
(*Amaranthus caudatus*)”**

Presentada por:

SILVIA PILCO QUESADA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN CIENCIA DE ALIMENTOS**

Lima, Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIA DE ALIMENTOS

**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE GRANOS
ANDINOS: QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y KIWICHA
(*Amaranthus caudatus*)”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR

Doctoris Philosophiae

Presentada por:

SILVIA PILCO QUESADA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Edwin Baldeón Chamorro
PRESIDENTE

Ph.D. Ritva Repo Carrasco
ASESOR

Ph.D. Jukka-Pekka Suomela
CO-ASESOR

Dra. Rosana Chirinos Gallardo
MIEMBRO

Ph.D. Fernando Vargas Delgado
MIEMBRO

Dr. Alfredo Matos Chamorro
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

A Dios, por, sobre todo, que me guió con amor,
dándome las fuerzas y sabiduría en el cumplimiento
de este sueño.

A mi familia que me apoya y anima, son un regalo
del cielo.

AGRADECIMIENTOS

A la PhD. Ritva Repo de Carrasco, quien tuvo mucha paciencia y comprensión con el desarrollo de la investigación, me dio la oportunidad de realizar una estancia en la University of Turku, Finlandia.

Al PhD. Jukka-Pekka Suomela por ser co-patrocinador de esta investigación, por la paciencia en la producción científica y por guiarme durante mi estadía en Finlandia.

Al Ministerio de Educación (MINEDU) y al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) por la oportunidad de tener una beca en el programa doctoral de Ciencia de Alimentos, bajo el convenio 000179-2015-FONDECYT.

Al proyecto Protein2Food (Horizonte 2020) por parte del financiamiento de esta investigación en el desarrollo de las bebidas a base de granos andinos.

Al programa Erasmus+ (Plan de Acción de la Comunidad Europea para la Movilidad de Estudiantes Universitarios) por la beca de pasantía en la University of Turku, Finlandia.

A la Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, EP de Ingeniería de Industrias Alimentarias, por el uso de las instalaciones de los laboratorios.

A la PhD. Leonor Bustinza Cabala, quien me apoyó con sus ideas para el desarrollo de la investigación. Y a la memoria de mi consejero, amigo y colega Dr. Julio Paredes Guzmán quien me inspiró para especializarme en Ciencias de alimentos.

A mis amigos y colegas de la Universidad Peruana Unión quienes, gracias a su apoyo en la lluvia de ideas en la mejora de la investigación, en especial a mi amiga Ibeth Coavoy Sánchez, Ing. Joel Coaquira y Dr. Reynaldo Silva.

A los miembros del jurado, Dra. Rosana Chirinos, Dr. Edwin Baldeón, PhD. Fernando Vargas y Dr. Alfredo Matos, por las correcciones brindadas.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	4
2.1.1 Clasificación botánica y taxonomía de la quinua	4
2.1.2 Variedades y zonas de producción de la quinua	5
2.1.3 Composición Nutricional	7
2.2 KIWICHA (<i>Amaranthus caudatus</i>).....	16
2.2.1 Clasificación botánica y taxonomía de kiwicha	17
2.2.2 Diversidad genética y variedades.....	18
2.2.3 Producción Nacional de la kiwicha.....	19
2.2.4 Composición nutricional	20
2.3 PROCESO DE MALTEADO	27
2.3.1 Primera Etapa: Remojo o imbibición	27
2.3.2 Segunda Etapa: Germinación	29
2.3.3 Tercera Etapa: Secado	31
2.3.4 Antecedentes de germinado y malteado en pseudocereales	32
2.4 BEBIDAS A BASE DE VEGETALES	33
2.4.1 Bebidas vegetales en el mercado peruano	36

2.4.2	Uso de enzimas en bebidas vegetales	39
2.5	EVALUACIÓN SENSORIAL EN ALIMENTOS	40
2.5.1	Métodos modernos en consumidores	41
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
3.1	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	43
3.2	MATERIA PRIMA.....	43
3.3	MATERIALES Y EQUIPOS.....	44
3.3.1	Materiales	44
3.3.2	Reactivos	44
3.3.3	Equipos	45
3.4	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	45
3.4.1	Procedimiento de germinación y malteado.....	45
3.4.2	Preparación de los extractos fenólicos	46
3.4.3	Análisis proximal en muestras germinadas, malteadas y bebidas	46
3.4.4	Determinación de la Capacidad Antioxidante por DPPH.....	47
3.4.5	Determinación de la Capacidad Antioxidante por el ABTS	47
3.4.6	Determinación de compuestos fenólicos totales (TPC).....	47
3.4.7	Identificación de compuestos fenólicos utilizando UPLC-DAD-ESI-MS	48
3.4.8	Cuantificación de compuestos fenólicos usando HPLC-DAD.....	49

3.4.9 Análisis fisicoquímicos y físicos a las bebidas	49
3.4.10 Análisis sensorial de las bebidas	51
3.5 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL DE LAS BEBIDAS	53
3.5.1 Elaboración de las bebidas malteadas	53
3.5.2 Elaboración de las bebidas con enzimas.....	55
3.6 ESQUEMA EXPERIMENTAL	57
3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	60
4.1.1 Proceso de Germinación y malteado	60
4.1.2 Composición proximal de harinas sin tratamiento, germinadas y malteadas	62
4.1.3 Fenoles totales y Capacidad Antioxidante por los métodos DPPH y ABTS.	66
4.1.4 Composición fenólica por UPLC-DAD-ESI-MS.....	69
4.2 ELABORACIÓN DE LAS BEBIDAS MALTEADAS Y CON ENZIMAS.....	75
4.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS BEBIDAS MALTEADAS Y CON ENZIMAS	76
4.3.1 Composición fisicoquímica (pH, acidez y sólidos solubles) y proximal	76
4.3.2 Análisis colorimétrico de las bebidas	84
4.3.3 Estabilidad de la suspensión de las bebidas.....	87

4.3.4 Propiedades reológicas de las bebidas.....	88
4.3.5 Análisis sensorial CATA en consumidores de Perú.....	92
4.3.6 Análisis sensorial CATA en consumidores de Finlandia	96
4.3.7 Comparación de las muestras por el método CATA para los consumidores peruanos y finlandeses.....	98
4.3.8 Aceptabilidad de las muestras por los consumidores peruanos	101
V. CONCLUSIONES.....	103
VI. RECOMENDACIONES.....	105
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
VIII. ANEXOS	126

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación botánica de la quinua	5
Cuadro 2: Variedades, características físicas y zonas de producción de quinua	6
Cuadro 3: Composición proximal de la quinua (g/100g)	8
Cuadro 4: Composición de aminoacídica de la quinua y otros cereales (g/100g)	9
Cuadro 5: Composición de ácidos grasos de la quinua y otros cereales (g/100g)	11
Cuadro 6: Composición de minerales de la quinua (mg/100g)	12
Cuadro 7: Composición de vitaminas de la quinua y otros cereales (mg/100g)	13
Cuadro 8: Principales fitoquímicos en semillas de quinua crudas y germinadas	15
Cuadro 9: Clasificación botánica de la kiwicha	18
Cuadro 10: Composición proximal de la kiwicha	20
Cuadro 11: Composición de aminoacídica de la kiwicha y otros cereales (g/100g)	21
Cuadro 12: Composición de ácidos grasos de la kiwicha y otros cereales (g/100g)	22
Cuadro 13: Composición mineral de la kiwicha (mg/100g)	24
Cuadro 14: Composición de vitaminas de la kiwicha (mg/100g)	25
Cuadro 15: Principales fitoquímicos en semillas de kiwicha crudas y germinadas	26
Cuadro 16: Clasificación de bebidas a base de vegetales	35
Cuadro 17: Composición nutricional de bebidas vegetales en el mercado peruano	37

Cuadro 18: Composición nutricional de bebidas vegetales con quinua en el mercado peruano	39
Cuadro 19: Tratamientos y codificación de la evaluación sensorial en Finlandia	52
Cuadro 20: Tratamientos y codificación de la evaluación sensorial en Perú	52
Cuadro 21: Proporción de materia prima por formulación para bebidas malteadas	54
Cuadro 22: Proporción de materia prima y enzimas para bebidas con enzimas	55
Cuadro 23: Composición proximal de granos andinos sin tratamiento y procesados (g/100g bs).....	65
Cuadro 24: Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de granos andinos sin tratamiento y procesados.....	68
Cuadro 25: Identificación de los compuestos fenólicos de quinua y kiwicha por UPLC-DAD-MS/MS.....	72
Cuadro 26: Cantidad de compuestos fenólicos en muestras de quinua sin tratamiento, germinadas, y malteadas	73
Cuadro 27: Cantidad de compuestos fenólicos en muestras de kiwicha sin tratamiento, germinadas y malteadas	74
Cuadro 28: Proporciones de los tratamientos formulados para las bebidas malteadas y con enzimas.....	75
Cuadro 29: Composición fisicoquímica y proximal de las bebidas	83
Cuadro 30: Análisis colorimétrico de las bebidas	86
Cuadro 31: Índice de Estabilidad de las bebidas.....	88
Cuadro 32: Parámetros reológicos de las bebidas con granos andinos	89

Cuadro 33: Test de Q Cochran de los datos CATA de los consumidores peruanos	94
Cuadro 34: Test de Q Cochran de los datos CATA de los consumidores de Finlandia .	97
Cuadro 35: Coeficiente Rv para los resultados del CATA para los consumidores peruanos y finlandeses	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción peruana de quinua en el período de 2008 al 2018.....	7
Figura 2: Cultivo del amaranto en antiguas civilizaciones	16
Figura 3: Zonas de cultivo de la kiwicha en el mundo	17
Figura 4: Producción peruana de kiwicha en el período de 2008 al 2018	19
Figura 5: Fases de la respiración durante la imbibición	28
Figura 6: Absorción de agua y cambios asociados con la germinación	30
Figura 7: Principales procesos metabólicos durante la germinación	30
Figura 8: Elaboración de las bebidas malteadas.....	54
Figura 9: Flujoograma de las bebidas con enzimas	56
Figura 10 : Esquema experimental de la investigación	58
Figura 11: Proceso de germinación en granos de quinua y kiwicha	60
Figura 12: Proceso de germinación y malteado en granos de quinua y kiwicha	61
Figura 13: Bebida malteada y con enzimas	76
Figura 14: Curvas de la relación de esfuerzo de corte por velocidad de corte para la bebida control y bebidas con enzimas.....	90
Figura 15: Curvas de la relación de esfuerzo de corte por velocidad de corte para la bebida control y bebidas malteadas	90
Figura 16: Curvas de la relación de viscosidad aparente por velocidad de corte para la bebida control y bebidas con enzimas.....	91

Figura 17: Curvas de la relación de viscosidad aparente por velocidad de corte para la bebida control y bebidas malteadas	92
Figura 18: Análisis de correspondencia a los datos CATA de Perú.	95
Figura 19: Análisis de correspondencia a los datos CATA de Finlandia.	98
Figura 20: Relación de las muestras mediante HMFA para Perú y Finlandia.	100
Figura 21: Relación del mapa sensorial mediante HMFA para los consumidores de Perú y Finlandia.	101
Figura 22: Análisis de correspondencia de aceptabilidad.....	102
Figura 23: Medias de la aceptabilidad de las muestras en Perú	102

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Determinación de humedad (AOAC 925.09).....	126
Anexo 2: Determinación de proteínas (AOAC 960.52).....	126
Anexo 3: Determinación de lípidos (AOAC 2003.05)	127
Anexo 4: Determinación de cenizas (AOAC 923.03)	128
Anexo 5: Determinación de fibra total (AOAC 978.10).....	128
Anexo 6: Metodología de la determinación de Azúcares Reductores	129
Anexo 7: ANOVA del análisis proximal de quinua	129
Anexo 8: ANOVA del análisis proximal de kiwicha	131
Anexo 9: Análisis estadístico para los compuestos fenólicos de granos de quinua, germinados y malteados.....	134
Anexo 10: Análisis estadístico para los compuestos fenólicos de granos de kiwicha, germinados y malteados.....	137
Anexo 11: Cromatogramas de compuestos fenólicos de quinua (a) y kiwicha (b)	140
Anexo 12: Curva estándar de trolox para capacidad antioxidante por DPPH	143
Anexo 13: Curva estándar de trolox para capacidad antioxidante por ABTS	143
Anexo 14: Curva estándar de ácido gálico	144
Anexo 15: Análisis estadístico de los fenoles totales y capacidad antioxidante	144
Anexo 16: Análisis estadístico del análisis proximal y fisicoquímica de las bebidas ...	146
Anexo 17: Análisis estadístico de la colorimetría de las bebidas	151

Anexo 18: Balotario CATA de Finlandia.....	153
Anexo 19: Balotario CATA de Perú.....	158
Anexo 20: CATA de Perú.....	160
Anexo 21: CATA de Finlandia.....	163
Anexo 22: Aceptabilidad de muestras de Perú	167

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue elaborar una bebida a base de granos andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*), utilizando enzimas y el proceso de malteado, y caracterizar la composición química, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de la materia prima, además caracterizar la composición fisicoquímica y sensorial de las bebidas. El proceso de germinación mejora la composición nutricional de los granos al aumentar la disponibilidad del contenido total de proteína y favorece a la acumulación de compuestos fenólicos, siendo los mayoritarios el ácido cumárico y un triglicósido de kaempferol en la quinua y el ácido cafeoilquínico en kiwicha. Las formulaciones de las bebidas fueron de dos tipos: malteados (72 h) y con enzimas (α -amilasa, amiloglicosidasa y papaína), ambas presentaron una composición proximal interesante en punto de vista nutricional por su alto contenido de proteína. Las dos bebidas con mayor contenido de proteína fueron las siguientes: bebida con tratamiento enzimático de 50 por ciento quinua y 50 por ciento kiwicha, con un total de 5.02 g/100ml de proteína y la bebida malteada con 100 por ciento kiwicha con 8.11 g/100ml de proteína. Estos valores son 1.5 a 2 veces mayores comparando con los valores de la leche de vaca (2.9 a 3.7 por ciento). La evaluación sensorial descriptiva por el método rápido CATA (*Check all that apply*) aplicada a las bebidas en consumidores provenientes de distintos países demostró que indistintamente de su origen agrupan y describen a las muestras de forma similar, no se encontraron diferencias significativas en atributos relacionados al color, olor y textura de las bebidas. Estos resultados confirman que los métodos descriptivos rápidos como el CATA, son adecuados para percibir diferencias o similitudes entre los productos y que pueden ser una herramienta útil para comprender las percepciones de los consumidores de diferentes países. Finalizando la investigación se elaboró una bebida altamente proteica que puede servir como prototipo base para la formulación de bebidas libres de lactosa para personas con dietas especiales.

Palabras clave: Quinua, kiwicha, bebidas, compuestos fenólicos, CATA

ABSTRACT

The aim of this research was to elaborate a beverage based on Andean grains quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*), using enzymes and malting process, in addition to characterizing the chemical composition, antioxidant capacity and phenolic compounds of the raw material and characterizing the composition physicochemical and sensory of beverage. The germination process improves the nutritional composition of the grains by increasing the bioavailability total protein content and favors the accumulation of phenolic compounds, the majority being coumaric acid and a kaempferol triglycoside in quinoa and caffeoylquinic acid in kiwicha. The formulations of the beverage were of two types: malted (72 h) and with addition of enzymes (α -amylase, amyloglucosidase and papain), both presented a nutritious proximal composition due to their increase in protein, being the malting with the highest protein content. The two beverages with the highest protein content were the following: the beverage with addition of enzymes of 50 percent quinoa and 50 percent kiwicha, with a total of 5.02 g / 100ml of protein and the malted beverage with 100 percent kiwicha with 8.11 g / 100ml of protein. These values are 1.5 to 2 times more protein than cow's milk (2.9 to 3.7 percent). The descriptive sensory evaluation by the CATA method (*Check all that apply*) applied to beverages in consumers from different countries showed that regardless of their origin they group and describe the samples in a similar way, no significant differences were found in related attributes the color, smell and texture of the beverages. These results confirm that rapid descriptive methods such as CATA are suitable for perceiving differences or similarities between products and that they can be a useful tool to understand the perceptions of consumers from different countries. At the end of the investigation, a highly protein beverage was developed that can serve as a prototype base for the formulation of lactose-free beverages for people with special diets.

Keywords: Quinoa, kiwicha, beverages, phenolic compounds, CATA

I. INTRODUCCIÓN

Las semillas de cereales y legumbres han sido consideradas como alimentos básicos para la humanidad, existen un aproximado de 30 000 plantas que son comestibles, pero solo 30 especies "alimentan al mundo" (Bewley *et al.* 2013). Actualmente, existe un creciente interés en los llamados cultivos menores, percibidos como nutritivos. Los pseudocereales como la quinoa (*Chenopodium quinoa*) y la kiwicha (*Amaranthus caudatus*) se originan en las regiones alto andinas de América del Sur, desde Ecuador hasta el sur de Chile. Ambos han mostrado una gran biodiversidad en Perú, debido a las diversas zonas agroecológicas del país. La quinua y la kiwicha se han consumido durante cientos de años, como granos o harinas enteras cocidas y asadas para la preparación de alimentos tradicionales (Pellegrini *et al.* 2018).

Estos pseudocereales son conocidos por sus altos valores nutricionales, superando a los cereales comunes en términos del contenido de lípidos, proteínas, fibras dietéticas, vitaminas (B1, B2, B6, C y E) y minerales (calcio, fósforo, hierro y zinc). Estos granos también poseen una buena composición de aminoácidos esenciales, debido a que el contenido de lisina y triptófano suele ser los aminoácidos limitantes en los cereales comunes. Desde el punto de vista de la digestibilidad, la biodisponibilidad, la lisina disponible y la utilización neta, las proteínas pseudocereales son a menudo una mejor opción en comparación con las proteínas de los cereales, especialmente para las personas que siguen una dieta vegetariana (Repo-Carrasco *et al.* 2003). Además, no contienen gluten, lo que permite un mayor suministro y variedad de productos alimenticios nutritivos para personas con enfermedad celíaca (Nowak *et al.* 2016). Los compuestos fenólicos, responsables de una amplia gama de funciones biológicas y fisiológicas, también son ricos en quinua y kiwicha.

Tanto la composición química como perfil nutricional de los granos están altamente influenciados por el proceso de germinación. Estudios respaldan que la germinación de cereales y pseudocereales aumentan el valor nutricional y las propiedades antioxidantes de los granos. Mientras tanto, se producen numerosos cambios bioquímicos que, durante la germinación, causando la movilización, la acumulación y el metabolismo de nutrientes y otros fitoquímicos (Gawlik-Dziki *et al.* 2013; Paško *et al.* 2009; Perales-Sánchez *et al.* 2014; Carciochi *et al.* 2016).

Actualmente, existe un problema creciente de alergias e intolerancias alimentarias. Katz (2010) indica que el 5 por ciento de la población mundial tiene alergia a la leche de vaca (APLV) y alrededor del 70 por ciento intolerancia a la lactosa (IL) (Adhikari *et al.* 2010; Solorzano 2013). Los niños a la edad de 5 años adquieren tolerancia a este alérgeno (leche de vaca), la incidencia en bebés es del 80 – 90 por ciento. La prevalencia de la APLV es del 0.1 - 0.5 por ciento en adultos (Crittenden y Bennett 2005). Esta situación obliga a las personas a adoptar cuidados en su salud y buscar otras alternativas de bebidas vegetales (Scalin *et al.* 2010). Sin embargo, estos productos sustitutos de leche disponibles en el mercado no satisfacen todas las necesidades nutricionales, sensoriales y tecnológicas. Existen muchos productos de este tipo que son a base de cereales, legumbres y nueces o leche de vaca modificada, pero todavía muestran algunas limitaciones en la sustitución total de la leche: algunos productos son alergénicos (Kattan *et al.* 2011; Fernández-Rivas y Asero 2014), mientras que otros tienen un alto índice glucémico (Mendoza 2008) o un bajo contenido de proteínas (Tarantola y Wujastyk 2009; Onning *et al.* 1999; Mäkinen *et al.* 2015).

Siendo el Perú un país líder en la producción de granos andinos en especial de quinua y kiwicha, aún no se ha investigado mucho sobre su aplicación en bebidas específicamente para el mercado de bebidas vegetales, siendo considerados como buena alternativa (Dutau y Rancé 2011; Mäkinen *et al.* 2015). La presente investigación aporta de forma innovadora presentando una bebida con alto valor proteico, siendo un producto apto para el público en general. El objetivo general fue elaborar una bebida a base de granos andinos de quinua y Kiwicha. Los objetivos específicos fueron (1) determinar la composición proximal, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en los granos y germinados y

malteados; (2) elaborar una bebida a base de granos germinados y malteados de quinua y kiwicha, y otra bebida utilizando enzimas; (3) determinar la composición proximal, caracterización fisicoquímica, colorimétrica y aceptación sensorial y descriptiva de la bebida utilizando el método CATA en consumidores.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

El cultivo de semillas de quinua fue una de las más importantes en América del Sur en la época precolombina, siendo de gran importancia para el imperio incaico donde fue considerada sagrada y se le llamó: "grano madre" en el idioma quechua. En el departamento de Ayacucho (Perú) se encontró evidencia de su cultivo de 5000 a.C. (Valencia-Chamorro 2015). Posterior a la conquista española (1532 d.C.), el cultivo y consumo de la quinua fue disminuyendo hasta ser consumido en zonas rurales de las alturas andinas de los quechuas y aymaras (Abugoch 2009).

2.1.1 Clasificación botánica y taxonomía de la quinua

Es una planta herbácea perteneciente a la familia de las *Chenopodiaceae* que alcanza un tamaño de 0.5 a 3.0 m de altura (dependiendo del genotipo y condiciones ambientales), y posee un tallo ramificado de color variable. Las semillas son pequeños gránulos con diámetros de entre 1.8 y 2.2 mm, de color variado: blanco, café, amarillo, rosado, gris, rojo y negro, contienen mayor parte del valor nutricional de la planta (IICA 2015). La clasificación botánica se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Clasificación botánica de la quinua

División	Magnoliophyta
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Caryophylliadae</i>
Orden	<i>Caryophyllales</i>
Familia	<i>Chenopodiaceae</i>
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>Chenopodium Quínoa Willd</i>

Fuente: Cronquist (1981)

2.1.2 Variedades y zonas de producción de la quinua

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (1998) describe que para la conservación de este grano existen 8 bancos de germoplasma en el Perú, lográndose conservar 6302 accesiones, entidades que la mayor cantidad de accesiones de quinua son: Universidad Nacional Agraria La Molina con 2089, Universidad Nacional del Altiplano con 1910 y el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en Puno con 1029.

Apaza *et al.* (2013) elaboraron un catálogo de 21 variedades comerciales de quinua en el Perú, donde la mayor producción de cultivo está en el Altiplano y los valles interandinos, en la Costa también hay tendencia de cultivo, debido a sus características climáticas favorables para la producción (Cuadro 2).

El cultivo de quinua en el Perú está difundido en 19 de los 24 departamentos, principalmente en la Sierra (Callejón de Huaylas, Junín, Ayacucho, Cusco y el Altiplano de Puno) y en la Costa (Arequipa, centro y norte del país). En la Figura 1 se observa la producción nacional de quinua desde el 2008 al 2018, la producción de la quinua ha sido fluctuante, sin embargo, para el año 2010 hubo un ligero aumento para abastecer las exigencias del mercado interno y externo superando las 40 mil toneladas, para el 2012 las exportaciones aumentaron en 10 mil toneladas, siendo que para el año 2013 la demanda

extranjera fue en aumento alcanzando una producción total de 52 mil toneladas, por tal motivo ese año la FAO y las Naciones Unidas lo denominaron como el “Año Internacional de la Quinoa”, teniendo como resultado una mayor notoriedad y presencia en el extranjero como uno de los alimentos más completos del planeta. Para el 2014 se alcanzó la mayor producción de todos los tiempos, obteniéndose el más alto rendimiento en los últimos 18 años, todo como resultado de la promoción del año anterior. Los posteriores años la producción mundial disminuyó hasta en un 25 por ciento para el 2018 con 86 miles de toneladas.

Cuadro 2: Variedades, características físicas y zonas de producción de quinoa

Variedad	Color de pericarpio	Color de epispermo	Zonas de producción
INIA 433 Santa Ana/AIQ/ FAO	Crema	Blanco	Valles interandinos
INIA 431 Altiplano	Crema	Blanco	Altiplano, Costa
INIA 427 Amarilla Sacaca	Amarillo	Blanco	Valles interandinos,
INIA 420 Negra Collana	Gris	Negro	Valles interandinos, Altiplano, Costa
INIA 415 Pasankalla	Gris	Rojo	Valles interandinos, Altiplano, Costa
Illpa INIA	Crema	Blanco	Altiplano
Salcedo INIA	Crema	Blanco	Valles interandinos, Altiplano, Costa
Quillahuaman INIA	Crema	Blanco	Valles interandinos
Ayacuchana INIA	Crema	Blanco	Valles interandinos
Amarillo Marangani	Anaranjado	Blanco	Valles interandinos
Blanca de Juli	Crema	Blanco	Altiplano
Blanca de Junín	Crema	Blanco	Valles interandinos, Costa
Cheweca	Crema	Blanco	Altiplano
Huacariz	Crema	Blanco	Valles interandinos
Hualhuas	Crema	Blanco	Valles interandinos, Costa
Huancayo	Crema	Crema	Valles interandinos
Kankolla	Crema	Blanco	Altiplano
Mantaro	Crema	Blanco	Valles interandinos
Rosada de Junín	Crema	Blanco	Valles interandinos
Rosada de Taraco	Crema	Blanco	Altiplano
Rosada de Yanamango	Crema	Blanco	Valles interandinos

Fuente: Adaptado de Apaza *et al.* (2013)

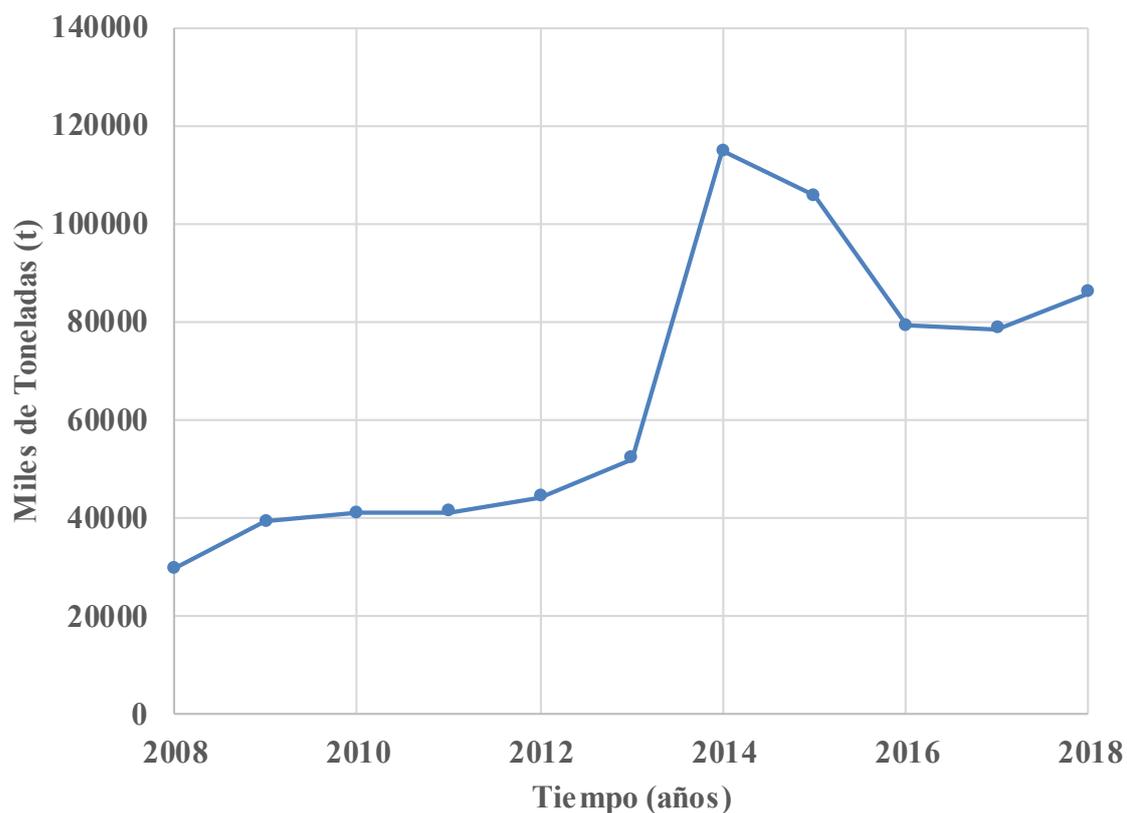


Figura 1: Producción peruana de quinua en el período de 2008 al 2018

Fuente: Adaptado de MINAGRI/SIEA (2018)

2.1.3 Composición Nutricional

La quinua ha sido consumida desde la antigüedad por los pueblos indígenas de la región andina de América del Sur, por eso es grano protegido y conservado (Repo-Carrasco-Valencia *et al.* 2010 y 2009). Posee una gran riqueza nutricional, resaltando que su proteína contiene todos los aminoácidos esenciales en un buen balance, su contenido graso es libre de colesterol y presenta ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico y linolénico, además, es una buena fuente de minerales. En el Cuadro 3 se muestra la composición proximal de la quinua según otras referencias.

Cuadro 3: Composición proximal de la quinua (g/100g)

Referencias	Proteína	Grasa cruda	Fibra	Ceniza	Carbohidratos
Romero (1981)	14.3 ± 6.25	4.6 ± 3.2	3.0 ± 2.35	3.5 ± 3.65	61.4 ± 15.7
Wright <i>et al.</i> (2002)	14.8 ± 0.18	5.3 ± 0.24	8.8 ± 0.26	2.6 ± 0.04	69.1 ± 0.32
Ogungbenle (2003)	13.5 ± 0.05	6.3 ± 0.03	9.5 ± 0.02	1.2 ± 0.01	58.3 ± 0.04
Repo-Carrasco (2010)	12.61 ± 1.1	5.66 ± 0.9	3.04 ± 1.7	2.66 ± 0.3	67.3 ± 3.7
Nascimento <i>et al.</i> (2014)	12.1 ± 0.3	6.31 ± 0.11	10.4 ± 0.60	2.01 ± 0.02	57.2 ± 0.6
USDA (2018)	14.12	6.07	7.0	NR	64.16

NR: no reportado

2.1.3.1 Proteínas

El contenido de proteína de la quinua es alto en comparación con otros cereales superando en promedio al arroz (8.8 por ciento), cebada (11 por ciento) y centeno (11.6 por ciento). Estudios realizados por Repo-Carrasco *et al.* (2003) indicaron que el tipo de proteínas principalmente son albúmina y globulina representando un 45 por ciento, las prolaminas están presentes en un 23 por ciento y el grupo de las gluteninas más proteínas insolubles están presentes al 32 por ciento. Además, el contenido de aminoácidos esenciales es similar a la composición de la caseína proveniente de la leche.

La proteína aislada de quinua consiste principalmente del tipo globulinas 11S (37 por ciento de la proteína total) conocida también como chenopodin, tiene una estructura similar a la glicinina, la globulina 11S de la soya. Y las albuminas 2S (35 por ciento de la proteína total) (Abugoch *et al.* 2008; Brinegar y Goundan, 1993; Brinegar *et al.* 1996).

Diversos estudios han estudiado la composición aminoacídica de la quinua y comparado con otros cereales y legumbres (Repo-Carrasco *et al.* 2003; Belton y Taylor 2001; Ruales y Nair, 1993; Wright *et al.* 2002; Nowak *et al.* 2016), tal como se observa en el Cuadro 4. Respecto al contenido de aminoácidos de quinua es particularmente alto en lisina, el aminoácido limitante en la mayoría de los granos de cereales. La cisteína y metionina son aminoácidos que son deficientes en legumbres, sin embargo, la quinua tiene una mayor presencia de éstos, aumentando el valor biológico de la proteína (Cáceres 1993;

Vietmeyer 1989). Su equilibrio esencial de aminoácidos es excelente debido a un rango de aminoácidos más amplio que en los cereales y las legumbres (Ruales y Nair 1993).

Cuadro 4: Composición de aminoacídica de la quinua y otros cereales (g/100g)

Aminoácidos	Quinua	Cebada	Soya	Trigo
mg/g proteína				
Esenciales				
Cisteína	14.4	22.1	12.1	20.5
Treonina	29.8	34	38.6	35.8
Triptófano	11.8	16.6	12.2	11.5
Metionina	21.8	19.2	10.6	23.5
Fenilalanina	42	56.1	49.2	53.5
Histidina	35.7	22.5	26.7	23.5
Isoleucina	59.5	36.5	44.5	43.2
Leucina	54.2	98.2	72	82.8
<i>Lisina</i>	<i>54.2</i>	<i>37.2</i>	<i>57.8</i>	<i>36.2</i>
No esenciales				
Ác. Aspártico	80.3	62.5	136.3	94
Glicina	132.1	36.2	38.6	45.5
Ác. Glutámico	28.8	261.2	151	195.1
Serina	40.2	42.2	50	52.6
Arginina	77.3	50.1	69.5	83.4
Tirosina	18.9	28.7	36.2	33.4
Valina	42.1	49	47.6	61.1
Alanina	41.6	39	42.2	58

Fuente: USDA (2018).

Sobre la digestibilidad aparente de la proteína Gross *et al.* (1989) evaluaron la eficiencia de la proteína (PER = Protein Efficiency Ratio) de quinua y kiwicha, comparándolo con la caseína. Los resultados mostraron que poseen una digestibilidad igual a la de la caseína con valores PER de 3.09 ± 0.09 y 3.10 ± 0.09 respectivamente.

Koziol (1992) analizaron la eficiencia de proteínas (PER) y digestibilidad verdadera, los resultados de quinua cruda PER varían de 1.95 a 2.33 y de quinua cocida 2.5 alcanzando el 100 por ciento, equivalente al de la caseína. La digestibilidad de las proteínas es notablemente alta (91.7 – 92.1 por ciento) (Guzmán-Maldonado y Paredes-López 1998).

Según la FAO/WHO/UNU (1985) la proteína de la quinua tiene péptidos bioactivos con propiedades antihipertensivas, hipocolesterolemiantes, antioxidantes, antimicrobianas e

inmuno-moduladoras. Aluko y Monu (2003) obtuvieron biopéptidos activos por hidrólisis enzimática, y sugieren que los péptidos de cadena corta son más activos que los péptidos de cadena larga. Los péptidos de bajo peso molecular poseen un potencial mayor que los péptidos de alto peso molecular como agentes antihipertensivos o antioxidantes.

2.1.3.2 Componentes lipídicos

Por la calidad y cantidad de los lípidos, la quinua es considerada un cultivo alternativo de las oleaginosas. Es rica en ácidos grasos esenciales como linoleico y α -linolénico, y contiene altas concentraciones de antioxidantes como α y γ -tocoferol. Tiene un contenido de aceite promedio del 7 por ciento, más alto que el maíz (4.7 por ciento) y más bajo que la soja (19.0 por ciento). Una comparación del perfil de ácidos grasos del aceite de grano de quinua con el del maíz y la soja (Cuadro 5) muestra niveles similares a los ácidos grasos oleico (C18: 1) y linoleico (C18: 2), con respecto al ácido linolénico (C18: 3) los valores son más similares a la soja. correspondientes a aproximadamente el 80 por ciento del total de ácidos grasos de la semilla (Tang *et al.* 2016; Koziol 1992; Ando *et al.* 2002; Bois *et al.* 2006; Pellegrini *et al.* 2018).

El estudio realizado por Tang *et al.* (2016), indican que el ácido graso saturado mayoritario (aproximadamente el 10 por ciento) es el palmítico. En general los ácidos grasos de la quinua son similares a la de la soja.

Los ácidos grasos presentes en la quinua son poliinsaturados según su índice de yodo (82.7 por ciento), tienen efectos beneficiosos en la salud aumentando la sensibilidad a la insulina, mantiene la fluidez de las membranas celulares, favorece al sistema inmune, metabolismo de las prostaglandinas y enfermedades cardiovasculares. (Ruales y Nair 1993; Abugoch 2009; Ogungbenle 2003).

Cuadro 5: Composición de ácidos grasos de la quinua y otros cereales (g/100g)

Ácido graso	Quinua ^a	Maíz ^b	Soya ^b
Mirístico C14:0	NR	0.2	trazas
Palmítico C16:0	9.48 ± 0.01	11.2	10.7
Esteárico C18:0	1.01 ± 0.01	2.1	3.6
Oleico C18:1	25.99 ± 0.04	29.8	22.0
Linoleico C18:2 (n – 6)	46.45 ± 0.04	55.0	56
Linolénico C18:3 (n – 3)	8.05 ± 0.02	0.9	7.0

Fuente: ^aTang *et al.* (2016); ^bUSDA (2018).

2.1.3.3 Carbohidratos y Fibra

El almidón es el principal componente de los carbohidratos constituyendo el 57.2 al 69.1 por ciento. En comparación con el almidón de trigo y cebada, el almidón de quinua tiene una viscosidad máxima, mayor capacidad de absorción de agua y capacidad de hinchamiento, además posee una buena estabilidad a procesos de retrogradación y congelación. El contenido de amilosa en la quinua es de 3.5 al 22.5 por ciento, dichos valores son similares a cereales como el arroz (7.4 a 29.8 por ciento) y cebada (1 a 45 por ciento). La amilopectina es de 77.5 por ciento valor alto en comparación a otros cereales como el arroz (61 por ciento). El azúcar presente en la quinua es aproximadamente 3 por ciento, contenido de D-ribosa, D-galactosa y maltosa, en cantidades menores de glucosa y fructosa (Lindeboom 2005; Tari *et al.* 2003; Tang *et al.* 2002, Tukomane y Varavinit 2008; Morrison *et al.* 1986; Abugoch 2009).

El contenido de fibra cruda en la quinua varía entre 3.0 al 10.4 por ciento, valores muy cercanos a otros granos que varían entre 7 y 9.7 por ciento (Abugoch 2009; Tang *et al.* 2002).

2.1.3.4 Minerales

El contenido de minerales se muestra en el Cuadro 6, en promedio representan aproximadamente el 3.4 por ciento del contenido total, siendo mayor comparado al arroz (0.5 por ciento), trigo (1.8 por ciento) y mayoría de los cereales. Con respecto al contenido de calcio y hierro es superior a otros cereales, incluyendo el contenido de magnesio (0.26 por ciento) comparado con el trigo (0.16 por ciento) y maíz (0.14 por ciento). Vega-Gálvez *et al.* (2010) indican que la presencia de potasio, calcio y magnesio están presentes en cantidades suficientes para una dieta equilibrada. Otro mineral importante es el hierro, su contenido es también superior, sin embargo, la presencia de los anti-nutrientes presentes naturalmente en la quinua como el ácido fítico y saponinas podrían afectar la biodisponibilidad de éstos minerales. Según la National Academy of Sciences (2004) el contenido de magnesio, manganeso, cobre y hierro en 100 gramos de quinua cubre el requerimiento diario en infantes y adultos, mientras que el fósforo y zinc cubren el 40 y 60 por ciento respectivamente en el requerimiento de adultos. El potasio cubre 18 y 22 en infantes y adultos, y por último el calcio presente en la quinua cubre el 10 por ciento del requerimiento (Abugoch 2009; Navruz-Varli y Sanlier 2016).

Cuadro 6: Composición de minerales de la quinua (mg/100g)

Referencias	Minerales						
	Ca	P	Mg	Fe	Zn	K	Cu
Repo-Carrasco <i>et al.</i> (2003)	94	140	270	16.8	4.8	NR	3.7
Ogunbenle (2003)	86	22	232	NR	3.8	714	7.5
Alvarez-Jubete <i>et al.</i> (2009)	87	406	362	9.47	2.15	907	7.84
Nascimento <i>et al.</i> (2014)	44	468	197	5.46	2.93	664	0.59

2.1.3.5 Vitaminas

El contenido de vitaminas en la quinua es abundante, existen pocos estudios sobre su composición vitamínica. Abugoch (2009) reportó que las concentraciones de ácido fólico y piridoxina (B6) por 100 g de muestra pueden satisfacer las necesidades requeridas en niños y adultos, mientras que la riboflavina presente en la quinua (100g) cubre el 80 y 40 por ciento del requerimiento de niños y adultos respectivamente. La vitamina E, comparado con otros cereales (Cuadro 7), la quinua posee niveles con mayor concentración que el arroz y trigo (Ruales y Nair 1993; Abugoch 2009; Alvarez-Jubete *et al.* 2010^a). Repo-Carrasco *et al.* (2003) indicaron que el contenido de α -tocoferol de 721.4 ppm siendo la vitamina E, es un antioxidante natural combatiendo a los radicales libres. El contenido de 797.2 ppm de γ -tocoferol, siendo este último ligeramente mayor que el aceite de maíz, su contenido aumenta la vida útil por su gran potencial antioxidante. Koziol (1992) indica que la concentración de vitamina puede cambiar debido a que los valores son expresados en base seca y dependiendo de la variedad de quinua si es amarga es sometida a un pulido o dulce a un lavado, en éstos procesos puede haber ligeras pérdidas de vitaminas en especial de las del tipo hidrosoluble.

Cuadro 7: Composición de vitaminas de la quinua y otros cereales (mg/100g)

Vitaminas	Quinua ^a	Quinua ^b	Quinua ^c	Arroz ^d	Trigo ^d
α -tocoferol (E)	2.6	5.37	NR	NR	0.71
β -tocoferol	0.2	NR	NR	NR	0.23
γ -tocoferol	5.3	NR	NR	NR	1.91
δ -tocoferol	0.3	NR	NR	NR	ND
Ácido fólico (μ g/100g)	78.1	69	NR	NR	NR
Niacina (B ₃)	NR	1.06	1.24 – 1.52	5.09	4.96
Riboflavina (B ₂)	0.2	0.39	0.30 – 0.32	0.09	0.16
Tiamina (B ₁)	0.4	0.38	0.29 – 0.36	0.40	0.50
Vitamina A (μ g RE /100g)	200	NR	NR	ND	ND
Vitamina C	16.4	4.0	NR	ND	ND

Fuente: ^aRuales y Nair (1993); ^bKoziol (1992); ^cRanhotra *et al.* (1993); ^dUSDA (2018),

RE: Retinol equivalente; NR: No reportado; ND: No detectado

2.1.3.6 Antioxidantes, flavonoides y compuestos fenólicos de la quinua

En los últimos años en el mundo ha aumentado la incidencia de enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo, tales como el cáncer, osteoporosis y enfermedades cardiovasculares. Una dieta balanceada con alimentos frescos como verduras, frutas, cereales integrales y pseudocereales son una buena fuente de fibra dietaria, vitaminas, minerales y antioxidantes naturales. Como respuesta a ello el interés por los antioxidantes naturales ha incrementado, debido a que ayudan en la inhibición de radicales libres y reacciones en cadena de oxidación dentro de los tejidos, protegiendo las membranas celulares y aumentando las funciones neuronales (Nsimba *et al.* 2008; Gorinstein *et al.* 2008; Alvarez-Jubete *et al.* 2010^b; Vega-Gálvez *et al.* 2010).

Estudios demuestran la presencia de una diversidad de compuestos bioactivos en la quinua, tales como los flavonoides, principalmente de los glucósidos: flavonoles, kaempferol y quercetina (Dini *et al.* 2004).

Otro grupo resaltante son los ácidos fenólicos (Cuadro 8), en donde se identificaron el ácido caféico, ácido *p*-hydroxibenzoico y ácido ferúlico, además de comprobar su actividad antioxidante y anticancerígena (Repo-Carrasco-Valencia *et al.* 2009; Alvarez-Jubete *et al.* 2010^b; Klimczak *et al.* 2002; Pasko *et al.* 2009; Gawlik-Dziki *et al.* 2013). Gorinstein *et al.* (2008) cuantificaron el ácido ferúlico (251.5 µg/g), ácido *p*-coumárico (1.1 µg/g) y ácido caféico (6.31 µg/g) en seco. Además, encontraron que existe una mayor concentración de polifenoles en el pericarpio de los granos.

Un estudio realizado por Zhu *et al.* (2001) aislaron 6 flavonoles glicosilados de semillas en quinua, dos 3- glucósidos de quercetina mostraron la mayor actividad antioxidante (método de DPPH) que los cuatro glucósidos de kaempferol. Verificándose que el potencial benéfico en la salud que puede tener la quinua, debido a que estudios han demostrado que la ingesta de flavonoides en la dieta se correlaciona inversamente con la mortalidad por enfermedades cardíacas (Hertog *et al.* 1993).

Cuadro 8: Principales fitoquímicos en semillas de quinua crudas y germinadas

Fitoquímicos	Especie/variedad	Semillas	Contenido	Unidad	Ref
Compuestos fenólicos	Comercial	Crudo	39.29 ± 0.92	mg GAE/100g	6
		Germinado	79.04 ± 1.18	mg GAE/100g	6
	Ácidos fenólicos				
	Ácido Gálico	Varias	Crudo	3.7 - 320	mg/Kg
	Comercial	Germinado	ND	-	6
Ácido p- hidroxibenzoico	Salcedo INIA	Crudo	3.17 ± 0.02	mg/Kg	4
	Comercial	Germinado	0.94 ± 0.04	mg/100g	6
Ácido Vanílico	Varias	Crudo	15.84 - 275	mg/Kg	1,2,4
		Rojo de Coporaque	Crudo	11.0 ± 0.3	mg/Kg
	Varias	Crudo	14 ± 523.92	mg/Kg	1,2
	Comercial	Germinado	8.54 ± 0.09	mg/100g	6
Ácido Caféico	Witulla	Crudo	1.47 ± 0.21	mg/100g	4
	Ccoito	Crudo	0.95 ± 0.04	mg/100g	4
	Blanca	Crudo	6.31	mg/100g	3
Ácido p- coumárico	INIA-415	Crudo	27.5 ± 0.4	mg/Kg	4
	Pasankalla				
Ácido Ferúlico	Comercial	Germinado	1.96 ± 0.02	mg/Kg	6
	INIA-415	Crudo	20.0 ± 0.2	mg/100g	4
	Pasankalla				
	Ccoito	Crudo	15.3 ± 0.50	mg/100g	4
Ácido Isoferúlico	Comercial	Germinado	3.61 ± 0.08	mg/Kg	6
	Comercial	Crudo	8.21 - 19.44	mg/100g	5
Flavonoides					
Kaempferol	Ccoito	Crudo	16.3 ± 1.6	mg/100g	4
	INIA-415	Crudo	0.45 ± 0.11	mg/100g	4
	Pasankalla				
	Comercial	Germinado	0.27 ± 0.05	mg/Kg	6
Quercetina	Salcedo INIA	Crudo	54.2 ± 0.5	mg/100g	4
	Ccoico	Crudo	38.1 ± 2.3	mg/100g	4
	INIA-415	Crudo	35.7 ± 0.2	mg/100g	4
	Pasankalla				
	Salcedo INIA	Crudo	11.6 ± 0.1	mg/100g	4
Miricetina	Comercial	Germinado	1.36 ± 0.06	mg/Kg	6
	Witulla	Crudo	0.86 ± 0.11	mg/100g	4
	Huaripongo	Crudo	0.88 ± 0.2	mg/100g	4
	Roja de Coporaque	Crudo	0.22 ± 0.04	mg/100g	4
Isorhamnetina	Huaripongo	Crudo	0.89 ± 0.11	mg/100g	4

Fuente: ¹Brady *et al.* (2007); ²Tang y Tsao (2017); ³Paško *et al.* (2011); ⁴Repo-Carrasco-Valencia *et al.* (2010); ⁵Tang *et al.* (2015); ⁶Carciochi *et al.* (2014)

2.2 KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)

Otro alimento que destaca de los pseudocereales es el Amaranto, cuyo género se denomina *Amaranthus*, comprende diversas especies comestibles y malezas que crecen en climas tropicales. Los amarantos son una de las primeras plantas de cultivo conocidas por la cultura azteca quienes cultivaron y lo consideraron como "superalimento". Su valor nutritivo excepcionalmente alto fue explorado mucho antes. En África, las hojas de los amarantos vegetales se consumen como las espinacas. En una cueva en Tehuacán, Puebla, México se encontraron semillas de amaranto del período prehistórico que datan de hace 6000 años (Das 2016). La Figura 2 muestra el cultivo y uso del amaranto durante el período de los aztecas, mayas e incas, en donde la población los usaba como alimento principal. La especie de *Amaranthus Caudatus*, conocida como kiwicha, se originó en las tierras altas andinas de Argentina, Perú y Bolivia, donde se originó la papa común. Los conquistadores españoles lo llamaron "trigo inca", en este periodo su cultivo y consumo disminuyó rápidamente. Actualmente se cultivan en algunos lugares mundo (Figura 3) y en las últimas dos décadas el interés por los pseudocereales se ha incrementado (Collazos 1993; Barba de la Rosa *et al.* 2007; Das 2016).

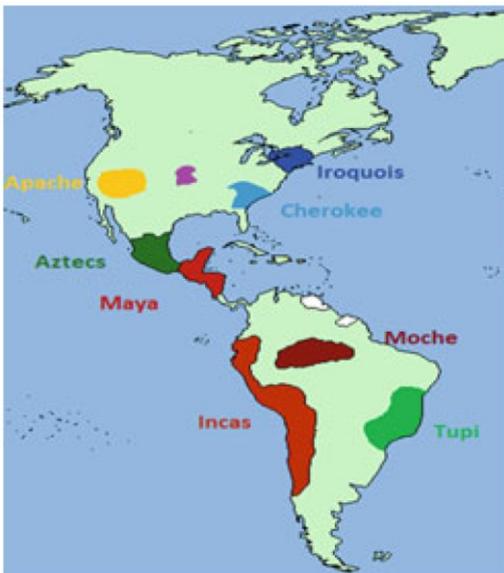


Figura 2: Cultivo del amaranto en antiguas civilizaciones

Fuente: Das (2016)

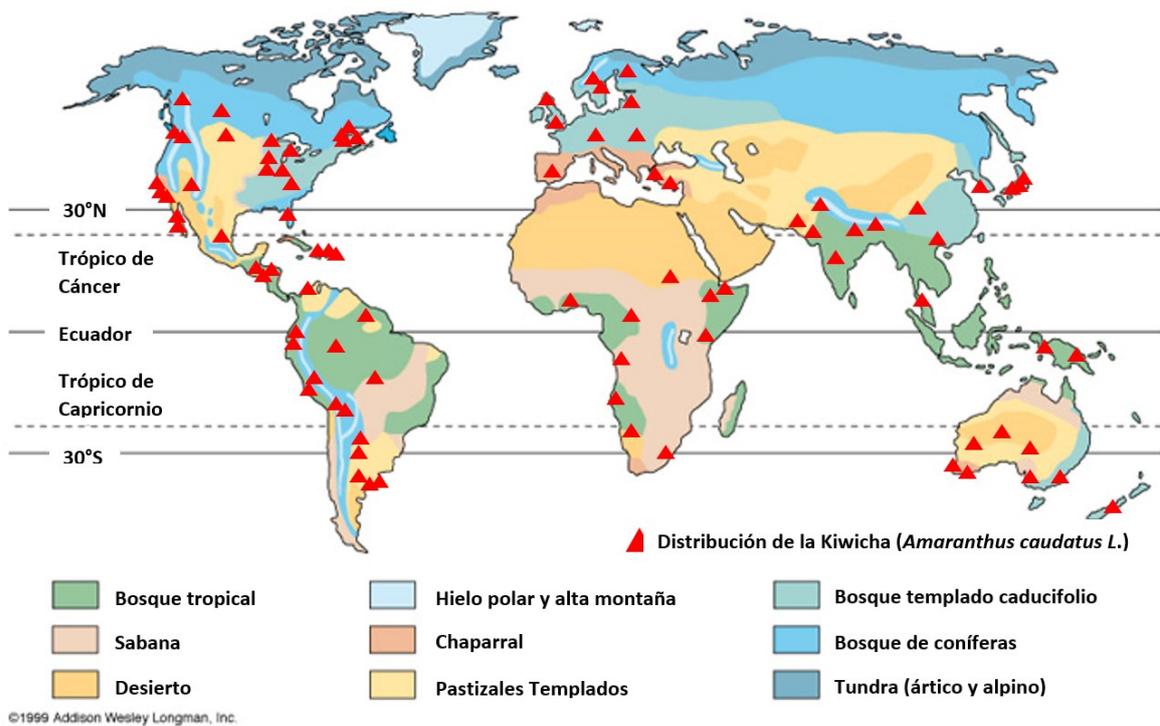


Figura 3: Zonas de cultivo de la kiwicha en el mundo

Fuente: Adaptado de Das (2016)

2.2.1 Clasificación botánica y taxonomía de kiwicha

Según la clasificación botánica, el amaranto pertenece a la familia de las *Amarantáceas diciciledóneas* (Cuadro 9). El amaranto es una planta anual de hoja ancha, la altura de la planta difiere entre las especies (0.5 - 3 m), las flores alcanzan hasta 90 cm de longitud, conteniendo pequeños racimos de flores. Las semillas en forma de pequeñas lentejas miden aproximadamente 1.0 mm de diámetro, su color varía de blanco lechoso a amarillo, dorado, rojo, marrón y negro (Belton y Taylor 2001; Saunders y Becker 1984). La coloración de la inflorescencia es por la presencia de betacianinas (Franke 1989). Su cultivo no es muy demandante, crece en suelos ricos o pobres de minerales, es resistencia a las sequías y crece hasta los 3500 m.s.n.m. (Glowienke y Kuhn 1998).

Cuadro 9: Clasificación botánica de la kiwicha

División	Amaranto
Clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Subclase	<i>Caryophylliadae</i>
Orden	<i>Caryophyllales</i>
Familia	<i>Amaranthaceae</i>
Género	<i>Amaranthus</i>
Especie	Por lo menos 60 especies: <i>A. caudatus</i> <i>A. cruentus</i> <i>A. hypochondriacus</i>

Fuente: Taylor (2001).

2.2.2 Diversidad genética y variedades

Su cultivo se ha difundido especialmente en las zonas nativas de América actualmente el género *Amaranthus* contiene más de 70 especies y solo 15 especies son cultivadas en Europa, Asia, África y Australia. Sin embargo, las especies utilizadas para cultivo de grano es: *A. caudatus*, *A. cruentus* y *A. hypochondriacus*. En el Perú ha sido ampliamente cultivado en las zonas de la Cordillera de los Andes y existen 1200 ecotipos de kiwicha (AEDES 2015).

Las variedades más conocidas de Kiwicha son: Noel Vietmeyer (grano rosado), Oscar Blanco (grano blanco), Chullpi (grano tipo reventón), Alán García (grano pequeño), INIA 414 – Taray, INIA 413 – Morocho Ayacuchano, Canaan INIAA (grano blanco), Centenario (grano blanco).

En el transcurso del tiempo mediante un trabajo cooperativo entre países e instituciones de investigación se han mejorado las variedades de la kiwicha, de las principales que se cultivan ampliamente en el Perú está la Ayacuchana-INIA, caracterizada por su alto potencial de rendimiento (3000 kg/ha), grano grande de color blanco, altura de planta intermedia, resistente al déficit hídrico, planta erecta. Y también, el 10-C, 41-F, San Luis, Otusco, Rojo Cajamarca, E-13, E-2008, selecciones locales mejoradas en Cusco,

Cajamarca y Ayacucho respectivamente presentando un alto potencial de rendimiento, grano grande y adaptación a las localidades de selección (Sierra Exportadora 2013).

2.2.3 Producción Nacional de la kiwicha

La producción de la kiwicha en el Perú en los últimos años ha sido muy variada con subidas y bajadas, se observa en la Figura 4 que el año 2010 tuvo una disminución bien acentuada dentro de los últimos 10 años. La máxima producción se obtuvo en el año 2015 con 4,8 miles de toneladas. En el 2018 la producción fue 3,182 miles de toneladas, siendo el primer departamento productor Apurímac seguido por Cusco (MINAGRI/SIEA 2018).

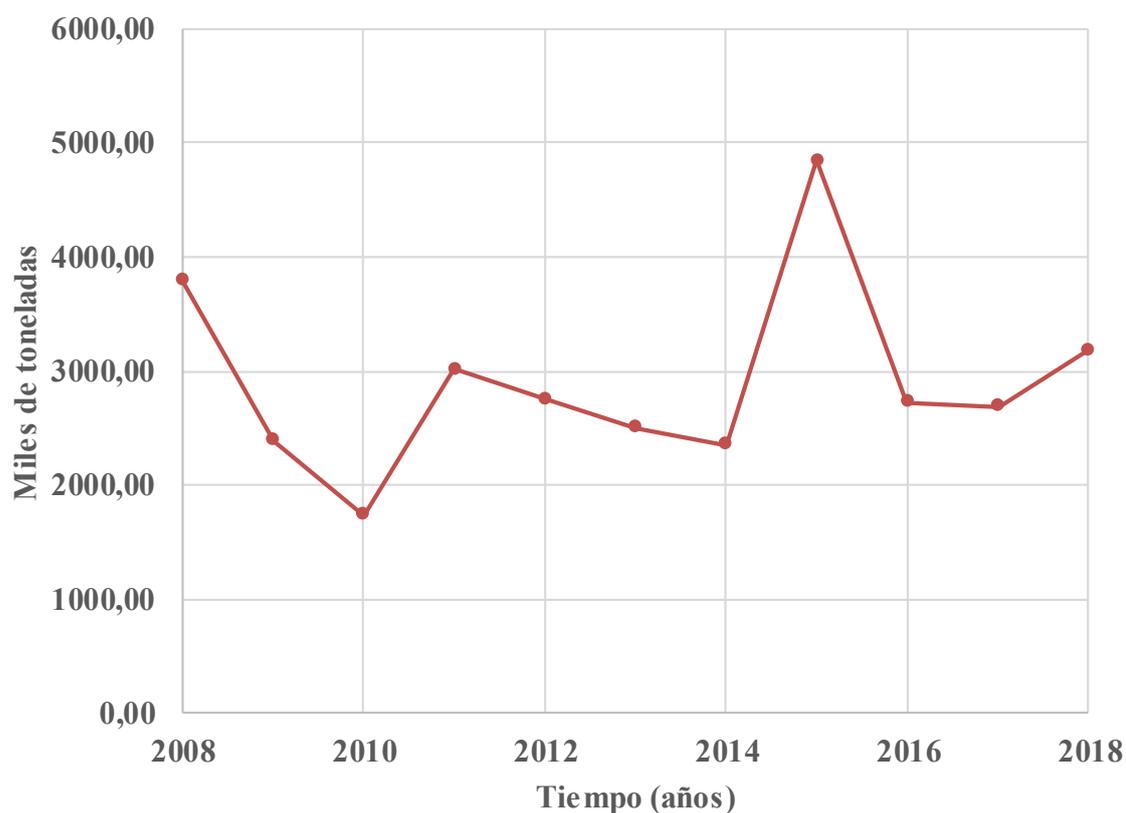


Figura 4: Producción peruana de kiwicha en el período de 2008 al 2018

Fuente: Adaptado de MINAGRI/SIEA (2018)

2.2.4 Composición nutricional

La presencia de nutrientes en los alimentos se debe a factores como: la variedad, región de cultivo (altitud, clima), prácticas agronómicas y extracción de la harina. En cuanto a su biodisponibilidad depende del contenido de fibra, fitatos y compuestos nutricionales en general, además del grado de extracción (Repo-Carrasco 1998).

El valor nutricional y beneficios para salud de la kiwicha son notorios, tiene importantes cantidades de proteínas, ricos en aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina), fuentes de vitaminas A, B₂ y E, minerales (zinc, calcio, cobre, hierro) y fibra dietética (Cuadro 10). Estas características hacen que la kiwicha sea considerada como cultivo muy importante para la alimentación (Collazos 1993; Repo-Carrasco *et al.* 2001).

Cuadro 10: Composición proximal de la kiwicha

Nutriente (g/100g)	USDA (2018)	AEDES (2015)	Segura-Nieto <i>et al.</i> (1992)	Bravo <i>et al.</i> (2013)	Repo-Carrasco <i>et al.</i> (2010)	Vega (2013)
Proteína	13.56	12.1	12-19	14.45	13.7 – 15.9	16.2
Grasa cruda	7.02	6.8	6.1-8.1	8.36	6.1 – 6.5	9.1
Fibra	6.7	4.1	3.5-5.0	8.46	2.7 – 7.5	6.6
Ceniza	NR	3.4	3.0-3.3	2.68	2.2 – 2.8	2.2
Carbohidratos	65.25	66.5	71.8	NR	55.5 – 63.7	65.9

NR: no reportado

2.2.4.1 Proteína

El valor PER de las proteínas de la kiwicha demostraron que cuando se procesan las semillas aumentan las características nutricionales de las proteínas, los valores PER de 1.74 – 2.35 (en crudo) a 2.2 – 3.6 dependiendo del tratamiento de procesamiento, en este estudio fueron en kiwicha tostada y extruída, alcanzando valores similares a la caseína (3.65) (Koziol 1992; Allen 1994). La kiwicha tostada muestra una digestibilidad proteica verdadera y valores biológicos de proteínas de 89.9 y 85.5 por ciento, respectivamente; estos valores son cercanos a los de la caseína (Morales *et al.* 1988; Guzmán-Maldonado y Paredes-López 1998).

El valor biológico de la kiwicha cruda se acerca más que cualquier otra proteína de grano al equilibrio perfecto de aminoácidos esenciales en relación con el maíz (44 por ciento), el trigo (60 por ciento), la soja (68 por ciento) y la leche de vaca (72 por ciento) (Cuadro 11) (National Research Council 1984; Bressani 1989; Guzmán-Maldonado y Paredes-López 1998).

Algunos estudios han investigado la calidad proteica del amaranto procesado y sus efectos sobre la salud en niños y adultos. Por ejemplo, Morales *et al.* (1988) probaron productos tostados, reventados y en escamas de amaranto en lactantes y niños pequeños convalecientes y malnutridos. Sus resultados indicaron que la retención aparente de nitrógeno del amaranto fue superior a la de la mayoría de los cereales estudiados a niveles isonitrógenos y fue similar a la del arroz o el maíz con alto contenido de lisina (Guzmán-Maldonado y Paredes-López 1998).

Cuadro 11: Composición de aminoacídica de la kiwicha y otros cereales (g/100g)

Aminoácidos	Kiwicha ^a (promedio varias especies)	Kiwicha ^b (<i>A. Caudatus</i>)	Kiwicha ^c (<i>A. Caudatus</i>)	Soya ^d	Maíz ^e	Arroz ^f
Triptófano	1.3	1.1	NR	1.4	0.6	1.0
Met/Cist	4.4	4.9	NR	3.1	3.2	3.0
Treonina	2.9	4.0	NR	3.9	4.0	3.7
Isoleucina	3.0	4.1	4.68	5.4	4.6	4.5
Valina	3.6	4.7	4.34	5.3	5.1	6.7
Lisina	5.0	5.9	1.55	6.3	1.9	3.8
Fen/Tiro	6.4	8.1	NR	8.1	10.6	9.1
Leucina	4.7	6.3	4.81	7.7	13.0	8.2

Fuente: ^a Senft (1979); ^b Becker *et al.* (1981); ^c Villanueva y Arnao (2007).

NR: No reportado

2.2.4.2 Ácidos grasos de la kiwicha

El Cuadro 12 muestra que según el estudio realizado por Tang *et al.* (2016) en promedio las semillas de kiwicha tiene 72 por ciento de ácidos grasos poliinsaturados, casi 10 por ciento menor a lo que contiene la semilla de quinua (Cuadro 5). Se conoce que éstos ácidos son esenciales para el crecimiento y desarrollo del ser humano, debido a que influyen en la estructura de las membranas y las funciones adecuadas de las proteínas asociadas a una amplia variedad de tejidos, incluidos el cerebro y la retina. El ácido graso monoinsaturado es el segundo mayoritario en la kiwicha, al igual que en la soya. Estudios demuestran que el ratio de omega 6 / omega 3 ($\omega 6/\omega 3$), para ser considerado benéfico en la salud tiene que haber una proporción más baja, así favorecerá en la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas, la proporción óptima varía dependiendo de la genética de cada persona (Park y Morita 2004). Por ejemplo, el ratio de $\omega 6/\omega 3$ de la soya es aproximadamente 7:1. En el caso de los pseudocereales la quinua tiene un ratio más alto que la kiwicha, por ello tiene una mejor calidad nutricional. La variabilidad del contenido de los ácidos grasos pueden verse afectados por factores como la genética, ubicación geográfica, variedad, condiciones ambientales (Venskutonis y Kraujalis 2013). En general en aceite de las diferentes especies de Kiwicha posee un alto grado de insaturación, independientemente a ello el aceite de *A. caudatus* mostró una buena estabilidad a la oxidación, que fue incluso mejor que la del aceite de girasol (Gamel *et al.* 2007).

Cuadro 12: Composición de ácidos grasos de la kiwicha y otros cereales (g/100g)

Acido graso	Kiwicha ^a	Kiwicha ^{a*}	Soya ^b
Palmítico C16:0	19.33± 0.04	18.90 ± 0.03	10.7
Estearico C18:0	3.70 ± 0.01	4.21 ± 0.01	3.6
Oleico C18:1	25.76 ± 0.04	26.32 ± 0.03	22.0
Linoleico C18:2 (n – 6)	44.12 ± 0.03	43.89 ± 0.04	56
Linolénico C18:3 (n – 3)	0.70 ± 0.01	0.64 ± 0.01	7.0

Fuente: ^a Tang *et al.* (2016) procedencia Bolivia; ^{a*} Tang *et al.* (2016) procedencia desconocida; USDA (2018).

2.2.4.3 Carbohidratos y fibra

El principal componente del carbohidrato de la kiwicha es el almidón, ubicados en el perispermo en forma de gránulos muy pequeños. Debido a la gran diversidad en las propiedades del almidón dentro y entre las especies de amaranto, debe tenerse en cuenta que no hay almidón de amaranto genérico, el contenido promedio de almidón es 63,9 por ciento para la especie de *A. caudatus*; similar a la especie de *A. hypochondriacus* con un 62.4 por ciento, ligeramente diferente a la variedad *A. cruentus* con contenido promedio de 58.3 por ciento; sin embargo, en comparación con la mayoría de los cereales, generalmente es bajo (Belton y Taylor 2001).

En promedio general, las semillas de amaranto contienen 4 por ciento a 5 por ciento de fibras dietéticas, 2 a 3 veces sacarosa en comparación con el trigo (Burisová *et al.* 2001). Estudios realizados por Gamel *et al.* (2006) evaluaron los contenidos de carbohidratos en kiwicha cruda y germinada de 48 horas y secada a 30°C en los siguientes rangos (g / 100 g): sacarosa (0.58 y 0.23), glucosa (0.34 y 6.05), fructosa (0.12 y 0.9), maltosa (0.24 y 4.65), rafinosa (0.39 y 0.5), estaquiosa (0.15 y 0.13) e inositol (0.02 y 0.14). El contenido de azúcar aumentó cinco veces en las semillas germinadas, debido a la hidrólisis del almidón y los oligosacáridos y a la reducción de la formación de azúcar.

Con respecto al contenido aproximado de fibra en las semillas de kiwicha cruda varía entre 2.7 a 8.46 por ciento, en el caso de germinados la fibra cruda se reduce de 4.35 a 3.88 por ciento y de fibra dietaria se reducen 14.03 a 11.12 por ciento, según el estudio realizado por Gamel *et al.* (2006).

2.2.4.4 Minerales

La kiwicha tiene un contenido importante de minerales (2.2 a 3.4 por ciento en promedio aproximado, evidenciado en el Cuadro 10) duplicando su presencia en comparación a los cereales como es el caso del trigo con un contenido aproximado de 1.8 por ciento. La presencia de los minerales se concentra en el salvado y germen (66 por ciento del total), y en menor proporción en el perispermo (Betschart *et al.* 1981). La presencia de los

minerales de calcio, magnesio, hierro, potasio y zinc son altos en comparación a otros cereales (Cuadro 13), además la relación calcio / fósforo es muy buena con un valor de 1: 1.9 – 3.5 (Bressani 1994), la relación recomendada por los nutricionistas es de 1: 1.5 (Ca: P).

Cuadro 13: Composición mineral de la kiwicha (mg/100g)

Referencias	Minerales						
	Ca	P	Mg	Fe	Zn	K	Cu
USDA (2018)	159	557	248	7.61	2.87	508	NR
Gamel <i>et al.</i> (2006)	176	582	288	14	3.9	487	9.0
Nascimento <i>et al.</i> (2014)	165	527	231	9.62	5.55	530	0.51

NR: no reportado

2.2.4.5 Vitaminas

El contenido de vitaminas en la kiwicha no es muy alto, aun así, se ha verificado que es una buena fuente de vitamina E (Tocoferol) y tocotrienoles, sustancias importantes para la actividad biológica esencial para el crecimiento y reproducción del ser humano. Por su alta presencia tiene un efecto antioxidante alto, y prolonga la estabilidad del aceite (Cuadro 14) (Belton y Taylor 2001).

Cuadro 14: Composición de vitaminas de la kiwicha (mg/100g)

Vitaminas	Kiwicha (<i>A. caudatus</i>) ^a	<i>Amaranthus</i> spp. ^b	Kiwicha (<i>A. caudatus</i>) ^c
α-tocoferol (E)	2.09 ± 0.03	NR	NR
β-tocoferol	0.68 ± 0.02	NR	NR
γ-tocoferol	0.06 ± 0.01	NR	NR
δ-tocoferol	8.95 ± 0.37	NR	NR
Niacina (B ₃)	NR	0.923	125
Riboflavina (B ₂)	NR	0.200	24
Tiamina (B ₁)	NR	0.116	NR
Vitamina A (μg RE /100g)	NR	NR	NR
Vitamina C	NR	4.2	298

Fuente: ^aTang (2016); ^bUSDA (2010); ^cGamel *et al.* (2006);

NR: No reportado

2.2.4.6 Antioxidantes, flavonoides y compuestos fenólicos de la kiwicha

Estudios han demostrado la presencia de compuestos bioactivos en aislados proteicos de la kiwicha, donde resaltan los biopéptidos con propiedades antifúngicas y antimicrobianas (inhibidores de alfa-amilasa y proteasas). También se ha evaluado la actividad reductora del colesterol en animales modelo (Mendonça 2006; Guzmán-Maldonado y Paredes-López 1998; Broekaert *et al.* 1992). La actividad antioxidante de la kiwicha ha sido también evaluada, mediante estudios *in vitro* en dos especies: *A. caudatus* y *A. paniculatus*, en un sistema modelo de β-caroteno / ácido linoleico (Klimczak *et al.* 2002). Otro ensayo de peroxidación lipídica fue utilizado para evaluar la actividad antioxidante y antidiabética por Conforti *et al.* (2005), quienes demostraron que el *A. caudatus* variedad Oscar blanco tiene 50.5 por ciento de actividad antidiabética mayor resultado que la variedad Victor Red alcanzando 28 por ciento.

Dentro del grupo de los flavonoides están presentes resalta la presencia de la rutina, quercetina y algunos ácidos fenólicos como el ácido gálico, el ácido p-hidroxibenzoico y

el ácido vanílico, con efectos antioxidantes, también se presentan en las semillas y germinados (Cuadro 15). La actividad antioxidante también se ha estudiado por Repo-Carrasco *et al.* (2009) en *A. caudatus*, donde determinaron el contenido de los compuestos fenólicos y también López *et al.* (2014) estudiaron la actividad antioxidante del *A. hypocondriacus*.

Cuadro 15: Principales fitoquímicos en semillas de kiwicha crudas y germinadas

Fitoquímicos	Especie/variedad	Semillas	Contenido	Unidad	Ref
Compuestos fenólicos	<i>A. cruentus</i>	Crudo	5.16	g TAE/Kg	1
	<i>A. cruentus</i>	Germinado y secado (30°C)	3.04 – 3.68	g TAE/Kg	1
Ácidos fenólicos					
	<i>A. cruentus</i>	Crudo	400 - 440	mg/Kg	2
Ácido Gálico	<i>A. cruentus</i>	Germinado	350 – 370	mg/Kg	2
Ácido p-hidroxibenzoico	<i>A. cruentus</i>	Crudo	8.5 – 20.7	mg/Kg	2
	<i>A. cruentus</i>	Germinado	ND		2
Ácido Vanílico	<i>A. cruentus</i>	Crudo	ND – 15.5	mg/Kg	2
	<i>A. cruentus</i>	Germinado	ND		2
Ácido Caféico	<i>A. caudatus</i>	Crudo	6.67 ± 0.04	mg/100g	4
Ácido p-coumárico	<i>A. caudatus</i>	Crudo	0.85 ± 0.01	mg/100g	4
	<i>A. cruentus</i>	Crudo	ND – 3.5	mg/Kg	2
Ácido Ferúlico	<i>A. cruentus</i>	Germinado	4.4 – 42.4	mg/Kg	2
	<i>A. caudatus</i>	Crudo	5.2 ± 0.5	µg/g	3
Ácido Siringico	<i>A. caudatus</i>	Crudo	0.81 ± 0.04	mg/100g	4
	<i>A. caudatus</i>	Crudo	18.41 ± 0.8	µg/g	3
Ácido Sinapico	<i>A. caudatus</i>	Crudo	8.32 ± 0.70	mg/100g	4
	<i>A. cruentus</i>	Crudo	ND		2
Ácido Protocatehuico	<i>A. cruentus</i>	Germinado	3.7 – 6.3	mg/Kg	2
Ácido Quercetín-3-O-rutinosido	<i>A. caudatus</i>	Crudo	0.32 ± 0.04	mg/100g	4
	<i>A. caudatus</i>	Crudo	12.8 ± 0.4	mg/100g	4
Ácido Protocatehuico	<i>A. caudatus</i>	Crudo	13.6 ± 9.4	µmol/100g	6
	<i>A. caudatus</i>	Germinado	14.0 ± 2.1	µmol/100g	6
Flavonoides					
Rutina	<i>A. cruentus</i>	Crudo	ND		2
	<i>A. cruentus</i>	Germinado	300 - 690	mg/Kg	2
Quercetín-3-O-rutinosido	<i>A. caudatus</i>	Crudo	55 ± 3	mg/Kg	5
	<i>A. caudatus</i>	Germinado	13.74 ± 0.64	µg/g	7
	<i>A. caudatus</i>	Crudo	2.15 ± 0.09	µg/g	7

Fuente: ¹Gamel *et al.* (2006); ²Paško *et al.* (2009); ³Klimczak *et al.* (2002); ⁴Repo-Carrasco-Valencia *et al.* (2010); ⁵Kalinova y Dadakova (2009); ⁶Alvarez-Jubete *et al.* (2010^b) ⁷Paucar-Menacho *et al.* (2017)

2.3 PROCESO DE MALTEADO

Ese proceso consiste en germinar la semilla en condiciones controladas, formándose enzimas, almidón y proteínas, también ocurren procesos de degradación que sirven de energía al embrión para los cambios metabólicos que sufren (Hough 1990).

Principalmente este proceso está conformado por tres etapas, la primera etapa es el **remojo o imbibición**, aquí el grano empieza a hidratarse con el objetivo de generar de giberelinas, fitohormonas responsables por la germinación, es también identificada como la fase 1 del proceso de germinación en *stricto sensu*. La segunda etapa es la **germinación** donde ocurren los cambios metabólicos más importantes, movilización y degradación de nutrientes, transcripción y translación de ARN. Identificada como la fase 2. La tercera etapa es el **secado**, con el objetivo de cesar los procesos germinativos.

2.3.1 Primera Etapa: Remojo o imbibición

Los factores a considerar para lograr un buen proceso germinativo son semillas con alto contenido proteínico tendrán mayor absorción de agua, composición química y disponibilidad de agua.

Durante esta etapa los granos se hinchan ganando peso de un 35 a 55 por ciento, esto ocurre independientemente de su viabilidad. El agua rehidrata las reservas de nutrientes, permeabiliza el almidón, activa los coloides y enzimas que favorecen en la hidrólisis de nutrientes. Para determinación el tiempo de este proceso, depende de factores como la estructura del endospermo, grosor de la cáscara, temperatura del agua. Aquí el embrión aumenta su respiración, absorbiendo el oxígeno del agua de remojo, se recomienda cambiar el agua y estar en aireación para evitar que se genere dióxido de carbono y etanol, dañando el grano por procesos fermentativos (Nieto 1999). La imbibición ocurre en tres fases según Barceló *et al.* (2001), en la primera fase es de hidratación rápida los metabolitos de bajo peso molecular son movilizados, en la segunda fase es estacionaria, aquí ocurre que la radícula empieza a brotar levemente y la absorción del agua disminuye inclusive puede detenerse, en la tercera fase es la de crecimiento, vuelve la absorción del agua y la radícula se va desarrollando.

La Figura 5 muestra la actividad respiratoria que pasa por cuatro fases durante el proceso de imbibición: en la primera fase la respiración se incrementa por la hidratación está dentro de las doce primeras horas y las enzimas son activadas, conforme se hidratan los tejidos la respiración aumenta. En la segunda fase la respiración se estabiliza porque el proceso de remojo fue completado y dura entre las doce y veinticuatro horas. Durante la tercera fase la respiración sufre un incremento debido al brote de la radícula generando mayor disponibilidad de oxígeno el por aumento de la actividad mitocondrial y presencia de las enzimas sintetizadas en el embrión. Finalmente, en la cuarta fase la respiración disminuye ligeramente por la desintegración de los cotiledones por la movilización de las sustancias de reserva (Bewley *et al.* 2013).

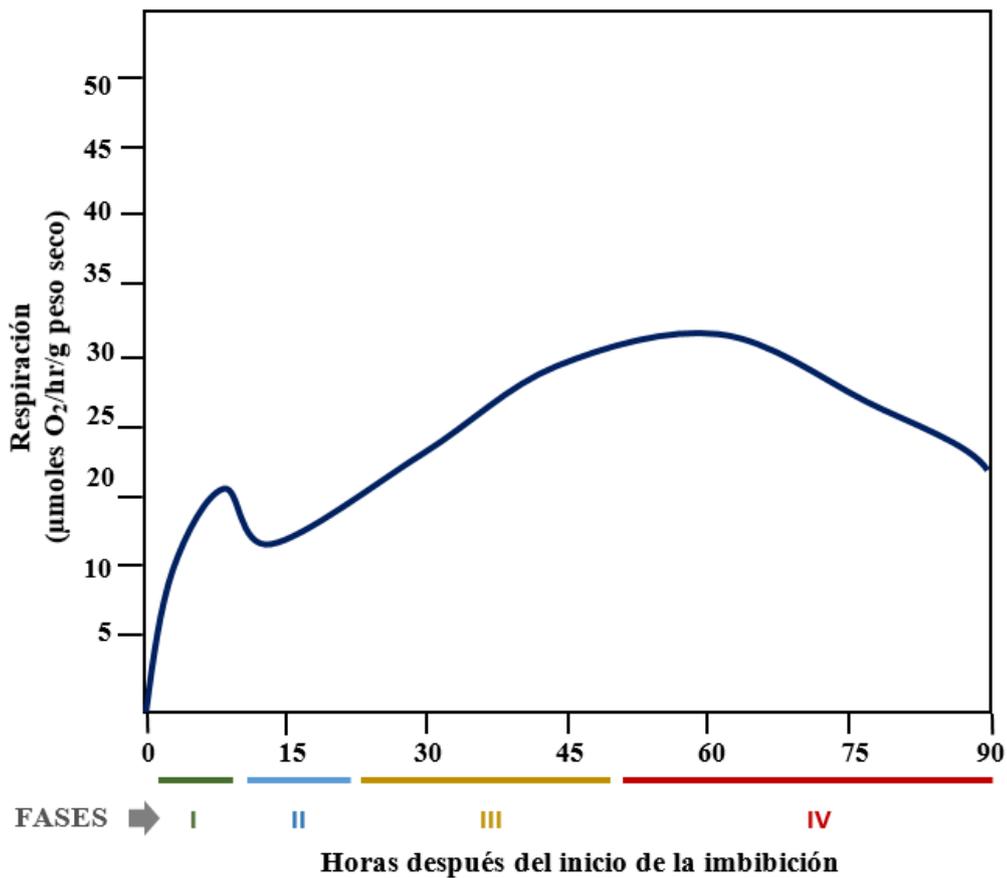


Figura 5: Fases de la respiración durante la imbibición

Fuente: Adaptado de Barceló *et al.* (2001)

2.3.2 Segunda Etapa: Germinación

En el proceso de germinación ocurren actividades metabólicas de catabolismo, ya desde el remojo las macromoléculas se van degradando hasta sus más pequeños componentes (aminoácidos, azúcares simples y ATP). La etapa inicial de la germinación es la imbibición y finaliza cuando se desarrolla el embrión rompiendo la testa y finalmente brota la radícula (Barceló *et al.* 2001; Hough 1990).

La Figura 6 muestra el proceso de absorción de agua y en la Figura 7 se muestran los cambios metabólicos más importante realizados durante la etapa de germinación propiamente dicha y las post-germinación. Se observa que la absorción de agua, la imbibición es la Fase I, es principalmente un proceso físico, los cambios fisiológicos suceden solo minutos después de que una célula se hidrate y antes de que todos los tejidos de la semilla sean hidratados. Durante la fase II, el contenido de agua es constante y las actividades metabólicas aumentan con la transcripción de nuevos genes, la aparición de radicales a través de las estructuras circundantes al final de esta Fase marca la finalización de la germinación, y en la Fase III hay una mayor absorción de agua a medida que las plántulas jóvenes se establecen, utilizando las principales reservas almacenadas. La curva es un curso de tiempo estilizado para la absorción de agua. El tiempo que se tarda en completar estos eventos varía entre las especies y las condiciones de germinación a las que se somete la semilla (Bewley *et al.* 2013).

Para la aparición de las radículas es importante la circulación del aire, el tamaño de la radícula puede ser hasta 2 o 3 veces del tamaño de la semilla, en algunos casos es mayor, dependiendo del tipo de grano y de la producción de la giberelina que es la fitohormona que prepara la germinación y promueve la hidrólisis de los macronutrientes, favoreciendo la digestibilidad de la misma (Pascual y Ramos 2000; Bewley *et al.* 2013; Berna 1995).

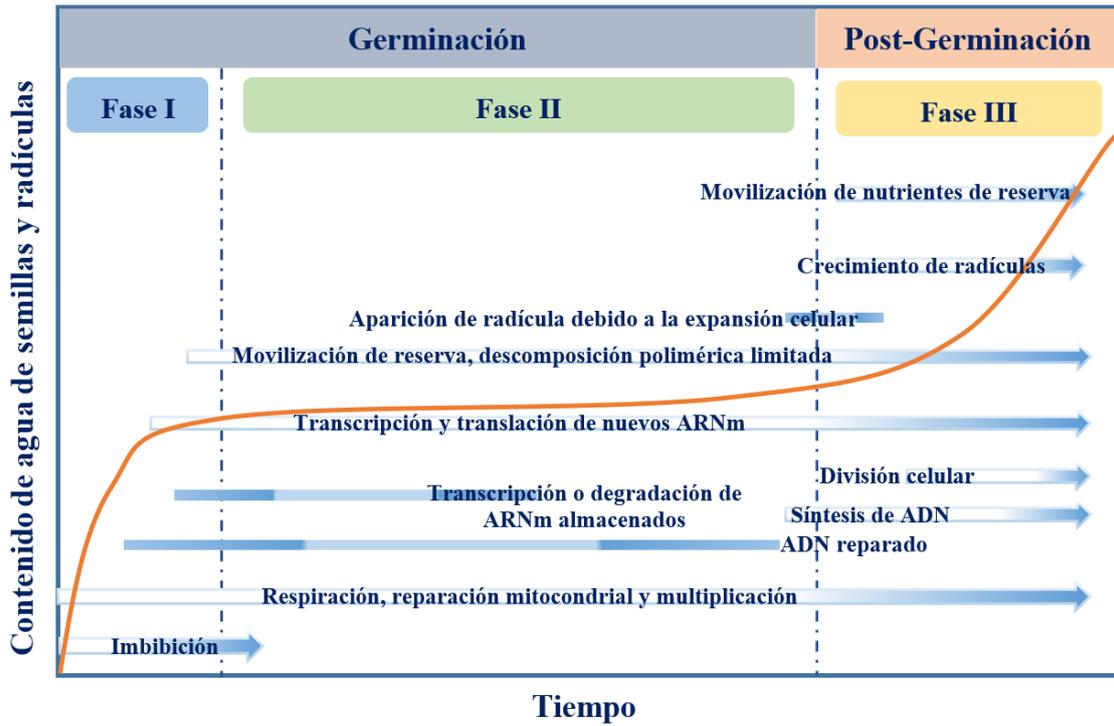


Figura 6: Absorción de agua y cambios asociados con la germinación

Fuente: Adaptado de Bewley *et al.* (2013).

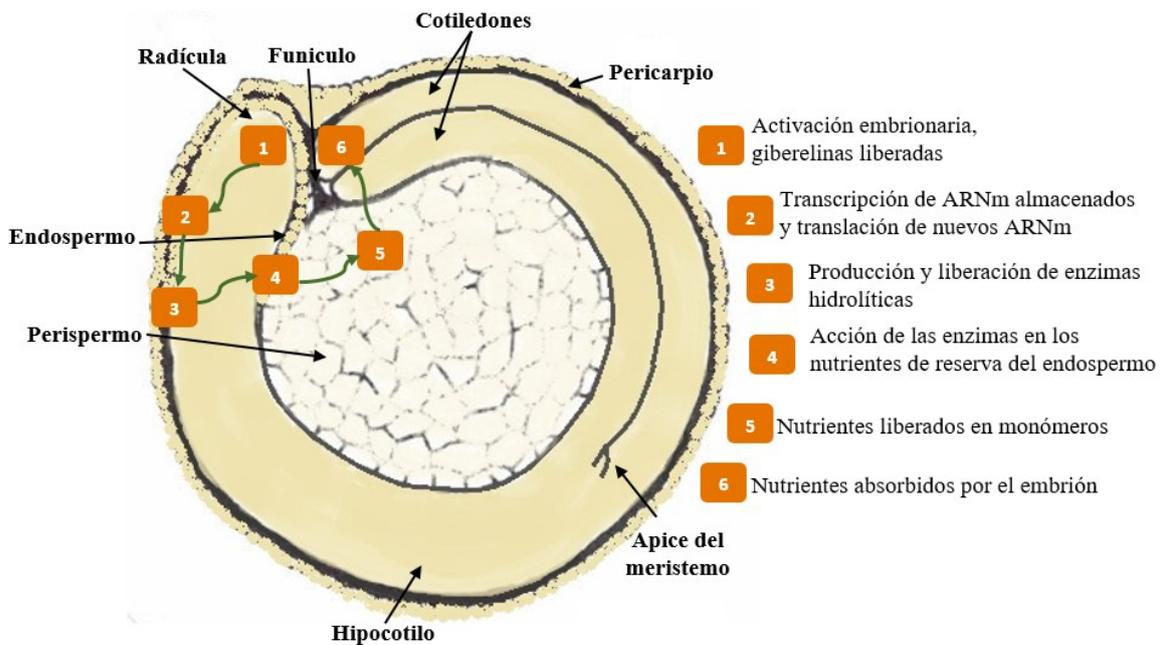


Figura 7: Principales procesos metabólicos durante la germinación

Fuente: Adaptado de Bewley *et al.* (2013).

Un proceso importante realizado en la post-germinación es la movilización de las sustancias de reserva, que ocurre dentro de los tejidos para proporcionar nutrientes para las plántulas en crecimiento hasta que se vuelve autótrofo. El almidón, las hemicelulosas, los triacilgliceroles y las proteínas son movilizados por distintos conjuntos de enzimas, muchas de las cuales se transcriben y sintetizan nuevamente (Bewley *et al.* 2013).

El almidón y las proteínas se convierten en azúcares y aminoácidos, dentro de los gránulos de almidón, y las vacuolas de almacenamiento de proteínas, respectivamente, antes de que estos catabolitos se trasladen al citosol. Por otro lado, las hemicelulosas se liberan de los polímeros de la pared celular mediante hidrolasas específicas, mientras que los lípidos, requieren de dos orgánulos sin almacenamiento dentro de la célula, uno de los cuales, el gluoxisoma, formándose nuevamente para acomodar las enzimas necesarias para el catabolismo de los ácidos grasos que son hidrolizados a glicerol y ácidos grasos por acción de las lipasas. Como producto final del catabolismo de reserva es la sacarosa translocada a los tejidos en crecimiento, con proteínas que también producen aminoácidos transportables. Se incrementa el contenido de proteínas y sustancias nitrogenadas debido a la disminución de carbohidratos, sin embargo, una parte de las proteínas generadas están presentes en las raicillas que son eliminadas posterior al secado, perdiéndose un poco por la degradación del endospermo (Hough 1990; Bewley *et al.* 2013).

2.3.3 Tercera Etapa: Secado

Se realiza esta fase con la finalidad de detener la germinación y reducir la humedad para su posterior uso. Aquí también ocurren cambios importantes como en los azúcares presentes, como el aumento de la sacarosa y disminución de la maltosa y glucosa. También se general los compuestos melanoidinos por la reacción de maillard. Se recomienda hacer un primer secado a 40 a 60 °C de los germinados, para controlar mejor la humedad y conservar intacta la actividad enzimática, donde se llega a disminuir un 25 por ciento de la humedad. Posteriormente se incrementa la temperatura del secado para eliminar el resto del agua presente, se llega a eliminar del 5 a 8 por ciento con una temperatura de 80°C a 90°C, y cuanto más lento se haga mayor aromaticidad tendrán los granos malteados (Kent 1994).

2.3.4 Antecedentes de germinado y malteado en pseudocereales

Diversos estudios han demostrado que la germinación mejora el valor nutricional de los cereales y legumbres. Este proceso no requiere una infraestructura sofisticada, se recomienda controlar las condiciones ambientales, como la disponibilidad de oxígeno, sustrato húmedo, temperatura adecuada. El proceso es corto y los rendimientos son altos, es importante cuidar la viabilidad y estado de madurez de las semillas para evitar que estén en un estado de latencia en el cual la germinación no sería factible (Fernández y Berry 1988; Price 1988; Lorenz 1980; Guzmán-Maldonado y Paredes-López 1998). Los germinados a partir de pseudocereales contribuye en generar nuevos productos funcionales para fomentar su mayor cultivo y consumo.

2.3.4.1 Germinados y malteados de la quinua

El malteado es una tecnología de procesamiento de alimentos que ha demostrado tener efectos muy beneficiosos sobre las propiedades funcionales y nutricionales de muchos granos (Chavan y Kadam 1989; Belton y Taylor 2001).

Atwell *et al.* (1988) malteó granos de quinua por 36 horas, la actividad α -amilasa de la quinua aumentó cuatro veces. Se descubrió que la harina de quinua malteada reduce un poco la viscosidad de la pasta de harina de trigo. La densidad de la energía y los nutrientes de las gachas infantiles también se puede mejorar mediante la adición de harina, ya que las gachas de mayor contenido de sólidos se pueden producir sin que tengan una viscosidad inaceptablemente alta (Mosha y Svanberg, 1983). La malta del grano de quinua también mejora la disponibilidad de nutrientes. El fitato se redujo en un 35-39 por ciento por germinación, mientras que la solubilidad del hierro bajo condiciones fisiológicas (una estimación *in vitro* de la disponibilidad de hierro) aumentó de dos a cuatro veces (Valencia *et al.* 1999).

2.3.4.2 Germinados y malteados de kiwicha

La germinación o malteado de las semillas es un método común para hidrolizar sustancias parcialmente (predigeridas), sintetizar las sustancias deseadas y descomponer las

sustancias no deseadas mediante la utilización de enzimas endógenas en la materia prima. Un estudio realizado por Paredes-López y Mora-Escobedo (1989) describieron la primicia de esta tecnología para la kiwicha, con solo 10 minutos de remojo, dejaron las semillas de *A. hypochondriacus* durante 72 horas a 35 ° C para germinar, determinaron que la proteína cruda y verdadera aumentan, mientras que la grasa disminuye. Después de 48 horas de germinación, la lisina reactiva no cambió. Después de 72 horas hubo una pequeña disminución de la lisina y la digestibilidad de proteínas in vitro. Las semillas germinadas mostraron un color rosado, similar a lo evidenciado en este estudio con la variedad *A. caudatus*, esta coloración se puede deber a la síntesis de pigmentos durante su germinación. Balasubramanian y Sadasivam (1989) también usaron *A. hypochondriacus* en sus ensayos de germinación. Sin embargo, en contraste, remojaron las semillas durante la noche y llevaron a cabo la germinación hasta por 192 h. A diferencia de Paredes-Lopez y Mora-Escobedo (1989), encontraron una disminución de la proteína entre 48 y 182 horas de germinación y un aumento de la lisina del 31 por ciento después de 24 horas de germinación. Colmenares y Bressani (1990) investigaron el comportamiento de germinación de tres especies (5 horas de remojo, 32 ° C de germinación, hasta 72 horas de germinación). No encontraron cambios en peso seco en el contenido de proteínas, fibra cruda y cenizas, mientras que el contenido de lípidos y ácidos fítics disminuyó con respecto al tiempo de germinación (Belton y Taylor 2001).

2.4 BEBIDAS A BASE DE VEGETALES

En los últimos años se evidencia un aumento de enfermedades relacionadas a una alimentación poco saludable tales como la diabetes, obesidad, problemas cardiovasculares, hipertensión, cáncer y otros (Marsh *et al.* 2012). Otro problema en aumento son las alergias a la leche de vaca (APLV) y la intolerancia a la lactosa (IL) con cifras en aumento anualmente (Katz 2010; Adhikari *et al.* 2010; Solorzano 2013). Respecto a la IL Sahi (1994) informa que existe mayor incidencia de esta condición en grupos étnicos como los hispanos y negros (50 - 80 por ciento) y alrededor de un 100 por ciento de asiáticos y nativos americanos. La IL puede ser causada por hipolactasia secundaria que son lesiones en la mucosa intestinal como consecuencia de enfermedad como la celiaquía no tratada, fibrosis quística y la gastroenteritis (Swagerty *et al.* 2002;

Bode y Gudmand-Høyer 1988). Por otro lado, la APLV es un trastorno en el sistema inmunitario que presenta inflamación a la presencia de 1 o más proteínas de la leche. Los niños a la edad de 5 años adquieren tolerancia a este alérgeno (leche de vaca), la incidencia en bebés es del 80 – 90 por ciento. La prevalencia de la APLV es del 0.1 - 0.5 por ciento en adultos (Crittenden y Bennett 2005)

El tratamiento para la IL es evitar los alimentos que contienen lactosa, reemplazando la leche y sus derivados con productos alternativos. Mientras que para la APLV el único tratamiento es evitar por completo los antígenos de la leche, para los bebés con esta afección se recomienda el uso de fórmulas hipoalérgicas (Kneepkens y Meijer 2009).

Jago (2011) estimó que el 15 por ciento de los consumidores europeos evitan los productos lácteos por las razones mencionadas anteriormente, por ello están a la expectativa buscando productos alternativos de las bebidas vegetales, que sean libres de lactosa y de origen vegetal. Como consecuencia están adoptando regímenes vegetarianos, dentro del cual se subdividen en cuatro tipos como los lacto-ovo-vegetariano, aquellos que consumen huevos y productos lácteos pero no carnes rojas, pollo o pescado; lacto-vegetariano, igual que el grupo anterior a diferencia que no se consume el huevo; vegetariano, solo consumen alimentos a base de vegetales; y veganos, que nunca consumen productos lácteos, ni huevos y miel (Marsh *et al.* 2012). En general, el mercado alternativo de productos lácteos con bebidas hechas a base de vegetales sigue creciendo: Packaged Facts (2012) indica que para el 2006 este tipo de bebidas representó el 14.4 por ciento de los alimentos y bebidas funcionales, y entre las más populares están las bebidas enriquecidas con vitaminas y minerales (tales como calcio y vitamina C) y que siguen las bebidas para control de peso con adición de proteína.

Por su finalidad de sustituir la leche, el término inicial adoptado para este tipo de bebidas es de “leche” seguido del alimento origen, como “leche de soya”, “leche de coco”, etc. Aunque por definición la leche es una secreción mamaria, el Codex Alimentarius menciona que puede usarse el término leche (y otros términos lácteos como yogurt, queso, helado) para productos si "la naturaleza exacta proviene de su uso tradicional", a menos que el producto sea destinado a sustituir productos lácteos (Codex Alimentarius 1999).

Actualmente en Europa y Estados Unidos a los sustitutos lácteos se les llama “bebidas a base de vegetales”, aunque algunas marcas comerciales mantienen su denominación de leche en vez de bebidas, porque se considera que de esta forma el consumidor está más familiarizado, a pesar las definiciones reguladoras federales existentes (NMPF 2019).

Si bien las bebidas vegetales se han vuelto más comerciales, su elaboración y consumo han sido parte de tradición cultural en muchos países, Mäkinen *et al.* (2016) describen una amplia variedad de bebidas tradicionales a base de vegetales en todo el mundo, como la Horchata producida en España, que es llamada "leche de chufa"; Sikhye consumida en Corea, hecha a base de arroz cocido, extracto de malta y azúcar; Boza consumida de Bulgaria, Albania, Turquía y Rumania que es bebida fermentada de trigo, centeno, mijo y maíz; Bushera hecha en Uganda, a base de malta de sorgo o mijo fermentada, y la leche de soja tradicional procedente de China. A partir de esta leguminosa la bebida se ha consumido ampliamente en el mundo, sin embargo, ha disminuido su participación en el mercado debido al aumento de otras opciones y por las preocupaciones sobre ser transgénico (OMG en inglés) y sobre su alergenicidad (Mintel 2011)

Según Sethi *et al.* (2016) las nuevas alternativas de bebidas vegetales se clasifican en cinco grupos dependiendo de su origen:

Cuadro 16: Clasificación de bebidas a base de vegetales

Nº	Origen	Ejemplos
1	Cereales	avena, arroz, maíz, espelta
2	Legumbres	soya, maní, altramuza, frejol castilla o caupí
3	Frutos secos	almendras, coco, avellanas, pistacho, nueces
4	Semillas	sésamo, lino, cáñamo, girasol
5	Pseudocereales	quinua, teff, kiwicha

Fuente: Sethi *et al.* (2016)

El mercado de bebidas a base de vegetales creció una tasa compuesta anual aproximada del 15 por ciento entre los años de 2013 y 2018. (Leatherhead Food Research 2011). La Federación Nacional de Productores de Leche (NMPF 2019) de los Estados Unidos ha

reportado que “la leche de vaca está perdiendo cuota de mercado con las bebidas a base de vegetales”. Lo que implica que el consumo de la leche de vaca y bebidas a base de vegetales están en una relación de 11 a 1, claramente se observa que van ganando su mercado de preferencia en el consumidor.

2.4.1 Bebidas vegetales en el mercado peruano

Las bebidas de origen vegetal tienen una mayor aceptación en el mercado porque son considerados productos saludables, esto se podría deber a las percepciones negativas de las propiedades nutricionales de la leche de vaca y algunas declaraciones sobre salud asociadas con la soja (Bus y Worsley 2003; Patisaul y Jefferson 2010). Con respecto a sus propiedades nutricionales varían mucho, debido a que dependen de la materia prima, el procesamiento y otros ingredientes como aceites y edulcorantes. En el Cuadro 17 se muestra la composición nutricional de las bebidas vegetales en el mercado peruano, en donde resaltan seis marcas: Isola Bio (marca italiana), Ecomil (marca española), Nutri Mix (marca peruana) y por último tres que proceden de Estados Unidos (Dari Free, Pacific, y So Delicious). Estas utilizan como materias primas predominantes arroz, coco, almendras y maltodextrina de papa; y su contenido de proteína que varía entre 0 a 5g/240 ml de leche.

Cuadro 17: Composición nutricional de bebidas vegetales en el mercado peruano

Producto	Calorías (kcal/100 ml)	Proteína (g/100ml)	Carbohidratos (g/100ml)	Grasa (g/100ml)	Fibra (g/100ml)	Fortificada
Almendra (Isola Bio)	74	0.7	14	1.5	0.7	-
Arroz (Isola Bio)	57	<0.5	12	1	<0.5	-
Coco y Arroz (Isola Bio)	60	0.2	12.5	0.8	0.8	-
Coco con Agave (Eco Mil)	49	0.1	4.6	3.3	0.1	-
Coco Sin Azúcar (Eco Mil)	46	0.1	2.5	3.9	0.1	-
Almendra (Eco Mil)	34	0.4	4.6	1.3	-	-
Almendra Sin Azúcar (Eco Mil)	37	1	1.9	2.7	0.7	-
Cáñamo (Eco Mil)	40	1	2.2	2.9	-	-
Producto	Calorías (kcal/28g)	Proteína (g/28g)	Carbohidratos (g/28g)	Grasa (g/28g)	Fibra (g/28g)	Fortificada
Sabor natural* (DariFree)	70	0	20	0	0	A, C, E, B ₃ , B ₆ , B ₂ , B ₈ , B ₁ , B ₁₂ D ₃ , K ₁
Chocolate* (DariFree)	93	0	23	0	> 1	A, C, E, B ₃ , B ₆ , B ₂ , B ₈ , B ₁ , B ₁₂ D ₃ , K ₁

<< Continuación >>

Producto	Calorías (kcal/240 ml)	Proteína (g/240ml)	Carbohidratos (g/240ml)	Grasa (g/240ml)	Fibra (g/240ml)	Fortificada
Almendra (So Delicious)	70	5	8	2	0	B ₁₂ , B ₉ , D
Coco (So Delicious)	69	0	7	4.5	1	A, B ₁₂ , D
Coco con Vainilla (So Delicious)	80	0	10	4.5	1	A, B ₁₂ , B ₉ , D ₂
Coco con Chocolate (So Delicious)	90	1	12	5	1	A, B ₁₂ , B ₉ , D
Leche de cáñamo sin azúcar (Pacific)	70	3	1	5	2	A, B ₁₂ , B ₂ , D ₂
Leche de cáñamo sabor chocolate (Pacific)	190	3	35	5	2	A, B ₁₂ , B ₂ , D ₂
Leche de 7 granos original (Pacific)	140	3	27	2	1	A, B ₁₂ , B ₂ , B ₉ , D ₂
Leche de 7 granos sabor vainilla (Pacific)	140	3	28	2	1	A, B ₁₂ , B ₂ , B ₉ , D ₂

De todas las bebidas de origen vegetal algunas contienen quinua como ingrediente principal y su contenido de proteína varía desde 7.5 - 0.5g/100 ml de leche, tal como se muestra en el Cuadro 18.

Cuadro 18: Composición nutricional de bebidas vegetales con quinua en el mercado peruano

Producto	Calorías (kcal/100ml)	Proteína (g/100ml)	Carbohidratos (g/100ml)	Grasa (g/100ml)	Fibra (g/100ml)	Fortificada
Arroz, Quinua y Chocolate (Isola Bio)	74	0.7	14	1.5	0.7	-
Quinua y chía (Freedom foods)	27	0.5	4.5	0.8	-	-
Producto	Calorías (kcal/100g)	Proteína (g/100g)	Carbohidratos (g/100g)	Grasa (g/100g)	Fibra (g/100g)	Fortificada
Quinua Agave (Eco Mil)	46	1.5	3.7	2.8	0.6	-
Quinua Instantánea (Eco Mil)	426	7.5	80	8.3	-	-
Producto	Calorías (kcal/237ml)	Proteína (g/237ml)	Carbohidratos (g/237ml)	Grasa (g/237ml)	Fibra (g/237ml)	Fortificada
Quinua Vainilla sin azúcar (Good Groceries)	70	2	12	1	0	A, E, D ₂
Quinua Vainilla (Good Groceries)	100	2	20	1	0	A, E, D ₂

2.4.2 Uso de enzimas en bebidas vegetales

En algunas formulaciones para bebidas a base de cereales y leguminosas se utilizan material molido en extraído en material soluble, para posteriormente ser usado como concentrado o aislado de proteínas no solamente en bebidas vegetales, sino también en suplementos nutricionales, alternativas de crema, etc. El tostado de la materia prima mejora el aroma y el sabor del producto, pero disminuye la disponibilidad de la proteína disminuye la solubilidad de la proteína y rendimiento (Hinds *et al.* 1997^a; Debruyne 2006; Diarra *et al.* 2005; Rustom *et al.* 1991). La mayoría de las proteínas de cereales y leguminosas tienen un punto isoeléctrico inferior a 5, lo que se traduce en la solubilidad más baja (Wolf 1970). Como resultado el uso de enzimas proteolíticas neutras y alcalinas son las más adecuadas para mejorar la solubilidad de la proteína y a su vez aumenta el rendimiento de extracción de proteínas (Eriksen 1983). Por ejemplo, el uso de papaína

aumentó el contenido de proteína en leche de maní y soya (Abdo y King 1967). Además, el uso de la amiloglucosidasa y celulasa aumenta la recuperación de carbohidratos de la leche de maní (Rustom *et al.* 1993). Otro tipo de enzima utilizada para suspensiones en cereales que es estable térmicamente en altas temperaturas es α -amilasa (Muller 1991; Thuresson 2015).

2.5 EVALUACIÓN SENSORIAL EN ALIMENTOS

La evaluación sensorial se remonta desde que los seres humanos evaluaron los tipos de alimentos disponibles que tenían para su sobrevivencia. El Institute of Food Technologists - IFT (1974) define el análisis sensorial como una disciplina utilizada para medir, analizar e interpretar reacciones producidas por las características del alimento, y del modo que son percibidas por los sentidos (vista, gusto, tacto y oído). Espinoza (2013) lo define como una disciplina independiente, con resultados precisos y reproducibles, cualitativos o cuantitativos de los alimentos. La función principal de las pruebas sensoriales es realizar pruebas válidas y confiables que proporcionen datos sobre la base de las cuales se puedan tomar decisiones acertadas.

Existen diversas clasificaciones de los métodos analíticos sensoriales, Espinoza (2013) lo clasifica de la siguiente manera: métodos analíticos (sensitivos, cuantitativos y cualitativos) y afectivos (pruebas de aceptación, preferencia y escala hedónica). Cada tipo de análisis brinda información específica de acuerdo al tipo de estudio que se desee ejecutar. Por ejemplo, dentro de las sensitivas están las pruebas discriminativas o de diferenciación, que son útiles para el control de calidad, investigación y desarrollo de nuevos productos alimentarios.

De los métodos más utilizados por años diseñado por Stone *et al.* (1974) es el Análisis descriptivo-cuantitativo (QDA – “Quantitative Descriptive Analysis”), es completo debido a que evalúa todos los atributos sensoriales presentes en el producto, tales como: aroma, apariencia, textura y sabor. Sin embargo, es un método donde es necesario entrenar jueces con referencias y escalas-patrón, para que los resultados sean confiables. De esta manera este tipo de método es completo con la desventaja de tomar un considerable tiempo para entrenar jueces. Al transcurrir el tiempo, ante la necesidad de

elaborar métodos más rápidos surgen una propuesta de trabajar con consumidores en vez de jueces entrenados.

2.5.1 Métodos modernos en consumidores

Nuevos métodos de caracterización sensorial se basan en diversos enfoques, como la evaluación de diferencias globales, tales como, las técnicas de clasificación (Sorting) y Napping®. Comparación con referencias de productos (PSP) y métodos basados en la evaluación global o de productos individuales, como preguntas abiertas. Y otras técnicas que evalúan atributos individuales realizados con perfiles convencionales como FCP (Free Choice Profile), CATA (*Check-all-that-apply*) y Perfil flash. De los mencionados un método bastante amigable basado en preguntas es el CATA (Varela y Ares 2014).

2.5.1.1 CATA (*Check-All-That-Apply*)

Check-all-that-apply (CATA) es un método rápido, la que presenta a los encuestados una lista de preguntas estructuradas con opciones múltiples y permite la selección de todas las opciones que consideren apropiadas. La relevancia de cada término se determina calculando su frecuencia de uso. Este método es ampliamente utilizado por reduce la carga de respuestas de los participantes (Driesener y Romaniuk 2006; Smyth *et al.* 2006). Las preguntas CATA permiten obtener información de la percepción de los consumidores que tienen sobre los productos, su uso se ha vuelto más popular en la caracterización sensorial del producto con los consumidores (Adams *et al.* 2007; Varela y Ares 2012).

Este método se desarrolla de la siguiente forma: se presenta al evaluador un cuestionario con una lista de términos (atributos) claros y sencillos, en forma de cuadrícula en columnas. Se presentan las muestras ordenadamente en secuencia y en cantidad estándar identificadas con números aleatorios de 3 dígitos. Se explica a los participantes cada punto del cuestionario pidiéndoles que evalúen una muestra a la vez, y que marquen los atributos que consideren aplicables al producto (Buck y Kemp 2018).

Teniendo en cuenta que las preguntas CATA se han utilizado para identificar las características sensoriales del producto ideal para el consumidor (Ares *et al.* 2011). Ares

(2014) sugiere que es razonable considerar el número de consumidores 60-80 participantes, sin embargo, indica que el número puede cambiar dependiendo del tamaño de las diferencias entre las muestras, aumentando si las diferencias de la muestra son pequeñas. Otro factor importante al momento de definir la cantidad de participante es si se incluyen pruebas hedónicas (Ares *et al.* 2010^a), el número mínimo de consumidores necesarios para obtener un puntaje total confiable de preferencia es más apropiado aumentar el número de participantes (100-120) (Lawless y Heymann 2010; Mammasse y Schlich 2014).

Los datos recolectados en CATA son binarios, marcando el 1 si el atributo fue seleccionado y el 0 en caso contrario, para describir el producto (Ares y Jaeger 2015). Para el procesamiento de los datos, es recomendable utilizar la prueba de Q de Cochran, que permite investigar las diferencias entre los tratamientos para estudios transversales; y el análisis de correspondencia (CA) visualizado en una tabla de contingencia para obtener un mapa sensorial de los productos (Meyners *et al.* 2013; Ares *et al.* 2012).

CATA ha demostrado ser confiable y estable para la caracterización sensorial del producto por los consumidores y producir resultados similares al análisis descriptivo tradicional por jueces entrenados (Ares *et al.* 2010; Bruzzone *et al.* 2012; Dooley *et al.* 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

Se trabajó en los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Investigación y Fisicoquímica – Facultad de Industrias Alimentarias Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima - Perú.
- Laboratorio de Evaluación Sensorial, Laboratorio de Espectrometría de masas y Laboratorio de Cromatografía Líquida de la Unidad de Química de alimentos y desarrollo de alimentos, Departamento de Bioquímica, Facultad de Matemática y Ciencias Naturales, Universidad de Turku – Finlandia.
- Laboratorio de Ingeniería de Procesos, Centro de Investigación en Ciencias de Alimentos, Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos y Laboratorio de Ciencias Químicas – Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la EP Ingeniería de Industrias Alimentarias - Universidad Peruana Unión - (UPeU) Lima - Perú.

3.2 MATERIA PRIMA

Se trabajó con 4 kg de semillas de quinua variedad Chullpi provenientes del distrito Ayaviri (Latitud: 14°52'55"S, Longitud: 70°35'24"O), provincia Melgar, departamento Puno. Y con 4 kg semillas de kiwicha de variedad Oscar Blanco proveniente del distrito de Chuquibamba, (Latitud: 15°50'52"S, Longitud: 72°56'16"O), provincia de Condesuyos en el departamento de Arequipa Posteriormente las muestras fueron molidas utilizando una moladora de granos (Kenwood Chef Titanium XL KVL8300S Stand Mixer, Reino Unido) y tamizado (0.5mm). La harina fue almacenada a 4°C en oscuridad hasta su posterior uso.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1 Materiales

Vasos de precipitados, pipetas, micropipetas, tubos de ensayo, frascos de vidrio con tapa, balón refrigerante, bolsas de polipropileno con cierre hermético, fioles, embudo, matraces, papel filtro, jeringas desechables 1ml y 5ml, placas Petri, cronómetros, dispensadores, filtros de nylon para jeringa, magnetos, papel indicador de pH, mortero termómetro digital (Fisher Scientific, T: -30 a 220°C), desecador de vidrio, recipientes rectangulares de acero inoxidable, tamiz (0.5 mm): Retsch N°80, tubos de centrifuga, viales ámbar, etc.

3.3.2 Reactivos

Folin-Ciocalteu, NaOH 8N, HCl 12 N, DPPH, metanol, trolox, cloruro de dabsilo 12.4 Mm, buffer fosfato: etanol (1:1), KOH al 0.1 por ciento en metanol, metanol al 62.5 por ciento, BHA (2,3-terbutil-4-hidroxianisol), 6 M HCl, 50 mM H₃PO₄, acetonitrilo, ácido cítrico, goma xantana 0.5 por ciento, 2,2-difenil -1-picrilhidrazil (DPPH), 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-ácido carboxílico (Trolox), Ácido bórico al 2.5 por ciento, Ácido clorhídrico (HCl) al 0.01N, 1.25 por ciento, Ácido gálico (C₇H₆O₅ H₂O; P.M: 188.14), Ácido sulfúrico (H₂SO₄), Agua destilada, Carbonato de sodio (Na₂CO₃) al 10 por ciento y 1N, Etanol 98 por ciento (Laboratorios HYCEL), Éter de petróleo, Fenolftaleína al 1 por ciento, Folin-Ciocalteu, Hidróxido de Sodio (NaOH) al 40 por ciento, 1.25 por ciento, 0.1 N, Reactivo de fenol de Folin-Ciocalteu 0.25 N, Rojo metilo al 0.5 por ciento, Sulfato de potasio (K₂SO₄), Sulfato de cobre (CuSO₄), Verde bromocresol al 1 por ciento, solventes orgánicos de grado de Cromatografía líquida y Espectrometría de masas: metanol, acetonitrilo, ácido acético y ácido fórmico (VWR International Oy, Espoo, Finlandia), Compuestos de referencia de Quercetina-3-O-Rutinósido, Kaempferol-3-O-Rutinósido (Extrasynthese, Genay, Francia). Ácido

clorogénico, Kaempferol-3-*O*-glucurónido, ácido *p*-cumárico, ácido *trans*-ferúlico, ácido vanílico (≥ 99 por ciento) (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, EE. UU).

3.3.3 Equipos

Sistema de Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC) (Waters Corp., Milford, MA), Baño maría, Rotavapor, Incubadora, Bomba al vacío, Columna cromatográfica XB-C18 column (150 × 4.6 mm, 3.6 μ m, Phenomenex Aeris peptide). Baño ultrasónico (Branson 1-291), Rotaevaporador (Heidolph, Alemania), Balanza analítica (Sartorius, BI), Centrífuga (Greetmed, GTT119-200- Máx: 5000 rpm), Colorímetro digital (3NH, NR200), Destilador de nitrógeno (Tecnal, TF 0363), Espectrofotómetro digital (Vernier, Go direct Spectrovis plus), Estufa (Memmert, UN200), Equipo Soxhlet, Tostador de granos (Bar Well, SCR-301), Licuadora (Oster, 4655-053), Molino de Martillo (Innova), Moledora de granos (Mill AT320A, Kenwood, Reino Unido), Mufla (WISD, EX0S, 1007891576001), pH-metro (Hanna Instruments, HI2020), Refractómetro digital (Hanna Instruments, HI 96801), Termo-higrómetro (Kex Alemania, SH-109), Vortex múltiple (VWR, 9453VWHDEUS); PURELAB Ultra system (Evoqua Water Technologies). Potenciómetro (HANNA, MI-2020), Balanza analítica (XSE205, Mettler Toledo), Centrífuga refrigerada (Beckman Coulter).

3.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.4.1 Procedimiento de germinación y malteado

Las semillas de quinua y kiwicha (30 g de cada uno) se remojaron en una solución de etanol al 70 por ciento durante 30 minutos. Luego, se enjuagaron y se empaparon con agua destilada (semillas: agua; 1: 20, p / v) durante 24 horas a temperatura ambiente. Posteriormente, se drenó el agua y las semillas se colocaron en las rejillas del germinador (bioSnacky®, A.Vogel, Canadá), durante 72 horas a una temperatura de 22°C y una humedad relativa del 95 por ciento monitoreada por un higrómetro (TR300, Amprobe,

China). Las semillas fueron regadas con agua destilada cada 12 horas usando un spray. Posteriormente, las muestras germinadas de 24, 48 y 72 horas se secaron en el horno (Metos Futura MSR 104, Milán, Italia) a 40°C durante 60 minutos.

Para obtener las muestras malteadas, se utilizaron la mitad de las muestras germinadas de 72 h y fueron secadas en un horno a 90 °C durante 5 minutos. La otra mitad de los germinados fueron separados para los análisis de caracterización proximal, antioxidantes y compuestos fenólicos.

3.4.2 Preparación de los extractos fenólicos

Se pesaron 5 g de la muestra de polvo y se añadieron 15 ml de metanol ácido al 70 por ciento (ácido acético al 0,1 por ciento) en un ultraturrax durante 3 minutos, seguido de centrifugación (39 200 x g) durante 30 minutos. Se recogió el sobrenadante. Después de la centrifugación, el residuo se extrajo dos veces más, y los sobrenadantes de las tres extracciones se combinaron y concentraron hasta que el disolvente se evaporó por completo con un evaporador rotatorio al vacío a 40°C. Los extractos fenólicos se realizaron por triplicado y los datos se presentan como media ± DE.

3.4.3 Análisis proximal en muestras germinadas, malteadas y bebidas

Los métodos estándar de AOAC (2005) se utilizaron para determinar la humedad (AOAC 925.09), el contenido de proteínas (AOAC - 960.52) (Nx6.25) se determinó por el método micro Kjeldahl, los lípidos por extracción de soxhlet (AOAC - 2003.05), cenizas (AOAC - 923.03) por combustión y fibra cruda (AOAC 978.10). Los carbohidratos de las muestras germinadas y malteadas se calcularon por diferencia, CHO = 100 - (Grasa + Proteína + Fibra + Ceniza). Los carbohidratos de las bebidas se calcularon por diferencia, CHO = 100 - (Humedad + Grasa + Proteína + Ceniza). El porcentaje de materia seca de las bebidas, fue calculada por diferencia de la humedad. Los azúcares reductores de las bebidas fueron calculados usando el método de Fehling, (Anexo 1 al 6).

3.4.4 Determinación de la Capacidad Antioxidante por DPPH

Se utilizó el método propuesto por Brand-Williams, Cuvelier, y Berset (1995), con algunas modificaciones. Se preparó una solución stock con 24 mg de DPPH disuelto en 100 ml de etanol. Para la solución de trabajo se midió 10 ml de la solución stock y se diluyó en 45 ml de etanol, hasta obtener una absorbancia de 1.1 ± 0.02 unidades a 515 nm. Para el análisis de extracto se mezcló 150 μL con 2850 μL de la solución de trabajo y se dejó en reposo por 30 minutos en oscuridad a temperatura de ambiente. Posteriormente se midió la absorbancia a 515 nm en espectrofotómetro (Vernier, Go direct Spectrovis plus), siendo el blanco una solución de etanol. La capacidad antioxidante fue expresada como μmol equivalentes de Trolox por 100 g de muestra en base a una curva estándar de Trolox (150-750 μM). En el Anexo 6, se detalla la curva estándar.

3.4.5 Determinación de la Capacidad Antioxidante por el ABTS

Se utilizó el método propuesto por de Re *et al.* (1999). Se mezcló el 7mM ABTS y 2.45mM de persulfato de potasio, se incubó por 16 h a temperatura de ambiente. Después diluyó con etanol hasta llegar a una absorbancia de 0.7 ± 0.02 a 734 nm. Posteriormente se midió 2850 μl y se le añadió 150 μl del extracto de la muestra, se agitó por 6 minutos a temperatura ambiente en un homogenizador. Se midió la absorbancia a 734 nm. Finalmente, el resultado fue expresado en Capacidad Antioxidante Equivalente de Trolox (TEAC, μmol de equivalentes de Trolox por 100 g de muestra) utilizando una curva estándar de Trolox (50.12 – 400.18 μM). En el Anexo 7 se detalla la curva estándar.

3.4.6 Determinación de compuestos fenólicos totales (TPC)

Se utilizó un reactivo de Folin-Ciocalteu (Singleton y Rosi 1965). Se midió 100 μL de Folin-Ciocalteu (1:5, H_2O destilada, v/v), se agitó a 750 rpm por 8 minutos en un homogenizador. A continuación, se añade a la solución 2 ml de carbonato de sodio al 10 por ciento y se dejó en reposo por 30 minutos, y se midió la absorbancia a 725 nm. Finalmente, la concentración de fenoles totales (TPC) fue determinada utilizando una curva estándar de ácido gálico (0.04 – 0.25 mg/ml) y se expresó el resultado en mg

equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra. Siguiendo la Ecuación 1, el Anexo 8 muestra la curva estándar.

$$TPC \left(mg \frac{EAG}{100g} \right) = \frac{(Abs_{muestra} - Intercepto) \times V_{muestra} \times FD.}{Pendiente \times P_{muestra}} \times 100$$

Donde: Abs = absorbancia, V = volumen (L), F.D = factor de dilución, P = peso (g)

3.4.7 Identificación de compuestos fenólicos utilizando UPLC-DAD-ESI-MS

Se aplicó un sistema de cromatografía líquida de alto rendimiento Waters Acquity (UPLC) en el análisis espectrométrico de masas de los extractos de quinua y kiwicha, que estaba equipado con un detector 2996 DAD, una interfaz de ionización por electroaspersión (ESI) y un espectrómetro de masas Waters Quattro Premier (Waters Corp., Milford, MA, EE. UU.). Se realizaron modos de iones positivos y negativos; la condición de los métodos de MS y MS / MS era la misma que la descrita anteriormente por Tian *et al.* (2017).

La separación cromatográfica líquida se modificó en base a investigaciones previas (Tian *et al.* 2019). Brevemente, se utilizó una columna de péptido Phenomenex Aeris XB-C18 (150 × 4,6 mm, 3,6 μm, Torrance, CA, EE. UU.) En el análisis de compuestos fenólicos. La fase móvil consistió en ácido fórmico / agua como solvente A (0.1 / 99.9, v / v) y ácido fórmico / acetonitrilo como solvente B (0.1 / 99.9, v / v). El programa de gradiente LC se optimizó de la siguiente manera: 0–15 min con 5–8 por ciento de disolvente B, 15–20 min con 8–10 por ciento de B, 20–25 min con 10–13 por ciento de B, 25–30 min con 13–15 por ciento B, 30–35 min con 15 por ciento B, 35–40 min con 15–20 por ciento B, 40–45 min con 20–25 por ciento B, 45–50 min con 25–30 por ciento B, 50–55 min con 30-60 por ciento B, 55-60 min con 60-5 por ciento B y 60-63 min con 5 por ciento B. Se inyectó una alícuota de 10 μL de los extractos en el sistema LC a 25 °C con un flujo total velocidad de 1,0 ml / min. Se registraron cromatogramas LC a las longitudes de onda de 280, 320 y 360 nm para ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos y flavonoles, respectivamente.

3.4.8 Cuantificación de compuestos fenólicos usando HPLC-DAD

El análisis cuantitativo se realizó en un sistema de cromatógrafo de líquidos Shimadzu LC-30AD, que incluye un muestreador automático SIL-30AC, un horno de columna CTO-20AC y un detector de matriz de fotodiodos SPD-M20A. La condición cromatográfica fue la misma que la descrita previamente. El análisis por HPLC se realizó en 3 repeticiones. Todos los compuestos identificados se cuantificaron usando curvas de calibración de área de pico de contenido de LC de patrones de referencia externos.

3.4.9 Análisis fisicoquímicos y físicos a las bebidas

3.4.9.1 pH

Se utilizó el método potenciométrico AOAC. 2005.02. donde la muestra fue diluida con agua destilada (1:10) y se procedió a medir el pH utilizando un potenciómetro.

3.4.9.2 Acidez titulable

Se determinó usando el método 942.15 de la AOAC (2000) y se expresará como porcentaje de ácido succínico. Donde la muestra se mezcló con agua destilada relación 1:10 y manteniendo la muestra en constante agitación se tituló con Hidróxido de sodio al 0.1N hasta llegar a un pH de 8.1. Se anotó el gasto total y se reemplazó en la Ec. (2).

$$\% \text{ acidez } \left(\frac{\text{g ácido succínico}}{100 \text{ ml}} \right): \frac{C*f*V*100}{v*N} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

- C: Concentración de la solución de Hidróxido de Sodio estandarizada al 0.1N
- f: Factor de conversación de eq. Ácido succínico (3.77)
- V: Volumen de gasto de NaOH estandarizada (ml)
- v: Volumen de la muestra (ml)
- N: Concentración ideal de la solución de Hidróxido de Sodio (0.1N)

3.4.9.3 Contenido de sólidos solubles

Se realizó utilizando el método 932.14 de la AOAC (2000), se colocó 1 ml de la muestra en el prisma del refractómetro y se observó por el ocular, el resultado se expresó como °Brix.

3.4.9.4 Estabilidad de la suspensión

Se utilizó la metodología de Kim *et al.* (2012), en donde se separa 25ml de la bebida mantenida a 4°C durante 2 días hasta que se divida en dos capas. Se mide el volumen de la capa inferior y se calcula el índice de estabilidad de la suspensión de la bebida como la ración de volumen de capa inferior / volumen total de la bebida.

3.4.9.5 Propiedades reológicas

Las propiedades reológicas de las bebidas base de granos andinos se midieron 1 día después estuvieron almacenadas a 4°C utilizando un reómetro programable (Brookfield DV-III, Ultra-reómetro Engineering Laboratories, Inc., EE. UU) controlado por ordenador. Se usó el husillo RV-1 con rotor cilíndrico. Las muestras se mantuvieron durante 10-15 min antes del análisis para estabilizar la temperatura a 20°C. Se midió la velocidad de cizallamiento incrementando y el porcentaje de torque se incrementó linealmente de 10 a 105 rpm en 5 min (curva ascendente) y el esfuerzo cortante resultante y la viscosidad aparente se midieron cada 15 s (Bourne 2002). Los datos obtenidos fueron procesados con el programa EXCEL 2016 para calcular parámetros reológicos de las bebidas mediante la aplicación de regresión no lineal utilizando Excel.

3.4.9.6 Determinación colorimétrica de las bebidas vegetales

La determinación de color se realizó a las bebidas vegetales, utilizando un colorímetro digital (3NH, NR200) con escala CIELAB, donde se registraron los siguientes parámetros: L* (0 “oscuro” - 100 “claro”), coordenadas cromáticas a* (+a*: rojo, -a*: verde), b* (+b*: amarillo, -b*: azul), Cromo C* (Ecuación 3), ángulo de tono h* (Ecuación 4) y diferencial de color ΔE (Ecuación 5).

El croma (C*):

$$C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad \text{Ec. (3)}$$

Y el ángulo hue, matiz (h*):

$$h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*) \quad \text{Ec. (4)}$$

Diferencial de color (ΔE^*):

$$\Delta E^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]} \quad \text{Ec. (5)}$$

3.4.10 Análisis sensorial de las bebidas

3.4.10.1 Primera Evaluación sensorial realizada en Finlandia

Fue realizada en el Laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Bioquímica de la Universidad de Turku (Finlandia), en la evaluación participaron 51 panelistas no entrenados o también llamados consumidores, con edades comprendidas de 25 a 63 años, en donde 42 por ciento fueron mujeres y 58 por ciento varones. Antes de la evaluación se les hizo una breve explicación sobre el llenado del Balotario y se les presentó un total de 7 vasos descartables claros conteniendo diferentes 15 ml de las muestras, codificados con números aleatorios de 3 dígitos, acompañado con un vaso con agua de mesa como borrador de entre muestras, tal como se muestra en el Cuadro 19.

Los descriptores presentados dentro del Balotario fueron en total 28 descriptores, desglosados en 3 partes: textura (grumoso, líquido, suave, granuloso, gelatinoso, homogéneo, pegajoso), color (muy ligero - casi incoloro, líquido, amarillo claro, amarillo, naranja, rojo, verde, marrón, plomo, oscuro) y olor (como el grano, hierbas frescas, hierbas secas, como hierba, caramelo, madera, tierra, químico, a nuez, quemado, otro). En Anexo 17 se muestra el Balotario. El control utilizado fue una bebida comercial con contenido de quinua 3 por ciento.

Cuadro 19: Tratamientos y codificación de la evaluación sensorial en Finlandia

Códigos	Formulación		Codificación sensorial	
	Tratamiento	Quinua (%)		Kiwicha (%)
F1	Malteado	100	0	134
F2	Malteado	0	100	794
F3	Con enzimas	100	0	904
F4	Con enzimas		100	850
F5	Malteado	50	50	263
F6	Con enzimas	50	50	383
F7	Control			520

3.4.10.2 Segunda Evaluación sensorial realizada en Perú

La evaluación fue realizada con la participación de 97 panelistas no entrenados entre las edades de 17 a 59 años, en donde 61 por ciento fueron mujeres y 39 por ciento varones, en su mayoría tenían previo conocimiento de bebidas vegetales y de cereales andinos. Se les presentó el balotario traducido de evaluación CATA utilizado en el estudio anterior. Se les presentó de la misma manera con 7 vasos descartables conteniendo 15 ml de las muestras codificadas con números aleatorios de tres dígitos y su vaso de agua como borrador entre muestras, tal como se muestra en el cuadro 20. La muestra control utilizado fue una bebida comercial disponible en Perú con contenido de quinua 3 por ciento. El Anexo 18 muestra el balotario utilizado en este estudio.

Cuadro 20: Tratamientos y codificación de la evaluación sensorial en Perú

Códigos	Formulación		Codificación sensorial	
	Tratamiento	Quinua (%)		Kiwicha (%)
F1	Malteado	100	0	826
F2	Malteado	0	100	559
F3	Con enzimas	100	0	622
F4	Con enzimas	0	100	655
F5	Malteado	50	50	951
F6	Con enzimas	50	50	350
F7	Control			796

3.5 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL DE LAS BEBIDAS

Se desarrollaron dos tipos de formulaciones, con el objetivo de aumentar el contenido de proteínas en las bebidas, evaluando los efectos sinérgicos o antagónicos de las materias primas de quinua y kiwicha en proporciones de 0, 30, 50, 70 y 100 por ciento. También, es conocido que las propiedades nutricionales cambian durante el proceso de germinación es por ello que fue uno de los tipos de formulación planteados en esta investigación. Y como anteriormente se menciona en el ítem 2.4.2, el uso de enzimas tales como α -amilasa, amiloglicosidasa y papaína en bebidas vegetales aumentan el contenido de proteínas siendo el otro tipo de formulación aplicado, a continuación, se detalla la elaboración de cada formulación.

3.5.1 Elaboración de las bebidas malteadas

Para el proceso de elaboración se realizaron las formulaciones de las mezclas de los germinados según el Cuadro 21. Para el caso de la quinua se realizó un proceso de remojo por 30 min y lavado para el retiro del pericarpio, en donde se concentra la mayor cantidad de saponina. Posteriormente fue secado en sombra por 24 horas a temperatura de ambiente. Usando estas muestras desamargadas se inició el proceso de germinación previamente detalladas en el ítem 3.4.1. Se siguió la metodología Kaur y Tanwar (2016) con algunas modificaciones, se muestra en la Figura 8. Las muestras de 72 h de germinación fueron secadas a 90°C por 5 minutos utilizando una tostadora de granos (Bar Well, SCR-301) durante ese proceso se realizó la remoción de los brotes, el proceso de malteado (germinado + tostado) por el aumento de la actividad de las enzimas proteolíticas, degradan proteínas a péptidos y aminoácidos aumentando su contenido total de proteína en la bebida, además Muyonga *et al.* (2014) mencionan que el tostado mejora la viscosidad de la muestra en pruebas realizadas en kiwicha. Se hizo una dilución de con agua en proporción de 1:7 (agua: germinados), se licuó en una homogeneizadora (Silverson, L5M –A) a 6000 rpm por 5 minutos, se filtró con la finalidad de homogeneizar el tamaño de partícula descartando carbohidratos insolubles y reteniendo las proteínas solubles, y se reajustó nuevamente la dilución con agua hasta una concentración final del germinado a 3 por ciento, esto se realizó con la finalidad de compararlo nutricionalmente

y sensorialmente con las marcas comerciales en donde usan la misma concentración. Se pasteurizó a 80°C por 20 minutos y se embotellaron en caliente utilizando botellas de vidrio previamente esterilizadas.

Cuadro 21: Proporción de materia prima por formulación para bebidas malteadas

Códigos	Quinua (%)	Kiwicha (%)
BM1	100	0
BM2	70	30
BM3	50	50
BM4	30	70
BM5	0	100

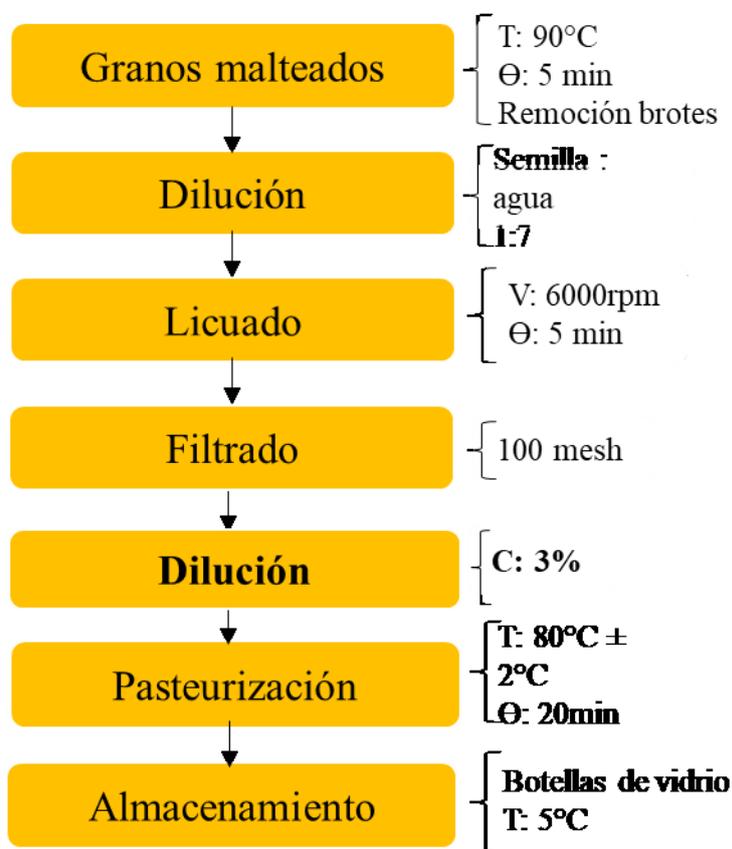


Figura 8: Elaboración de las bebidas malteadas

3.5.2 Elaboración de las bebidas con enzimas

Las formulaciones de materia prima y enzimas (α -amilasa, amiloglucosidasa y papaína) se describen en el Cuadro 22. Se usaron muestras de quinua desamargadas tal como se detalló en el ítem anterior. En las muestras de kiwicha no hubo tratamiento previo. Se siguieron las metodologías de Pineli (2015) y Mäkinen (2014) con modificaciones. Se utilizó agua filtrada con una proporción de 1:15 (agua: granos) Se pasteurizó a 90°C por 30 minutos, se licuó en una homogeneizadora (Silverson, L5M –A) a 6000 rpm por 5 minutos. El control de la temperatura y pH fue estricto para la activación e inactivación de las enzimas. Se filtró y diluyó con agua hasta una concentración final del germinado a 3 por ciento. Se pasteurizó a 95°C por 15 minutos y se embotelló. En la Figura 9 se muestra el proceso de elaboración de las bebidas con enzimas.

Cuadro 22: Proporción de materia prima y enzimas para bebidas con enzimas

Códigos	Quinua (%)	Kiwicha (%)	α -		
			amilasa (μ l)	Amiloglucosidasa (μ l)	Papaína (μ l)
B1	100	0	71	48	144
B2	70	30	72	48	155
B3	50	50	72	48	162
B4	30	70	73	49	169
B5	0	100	73	49	180

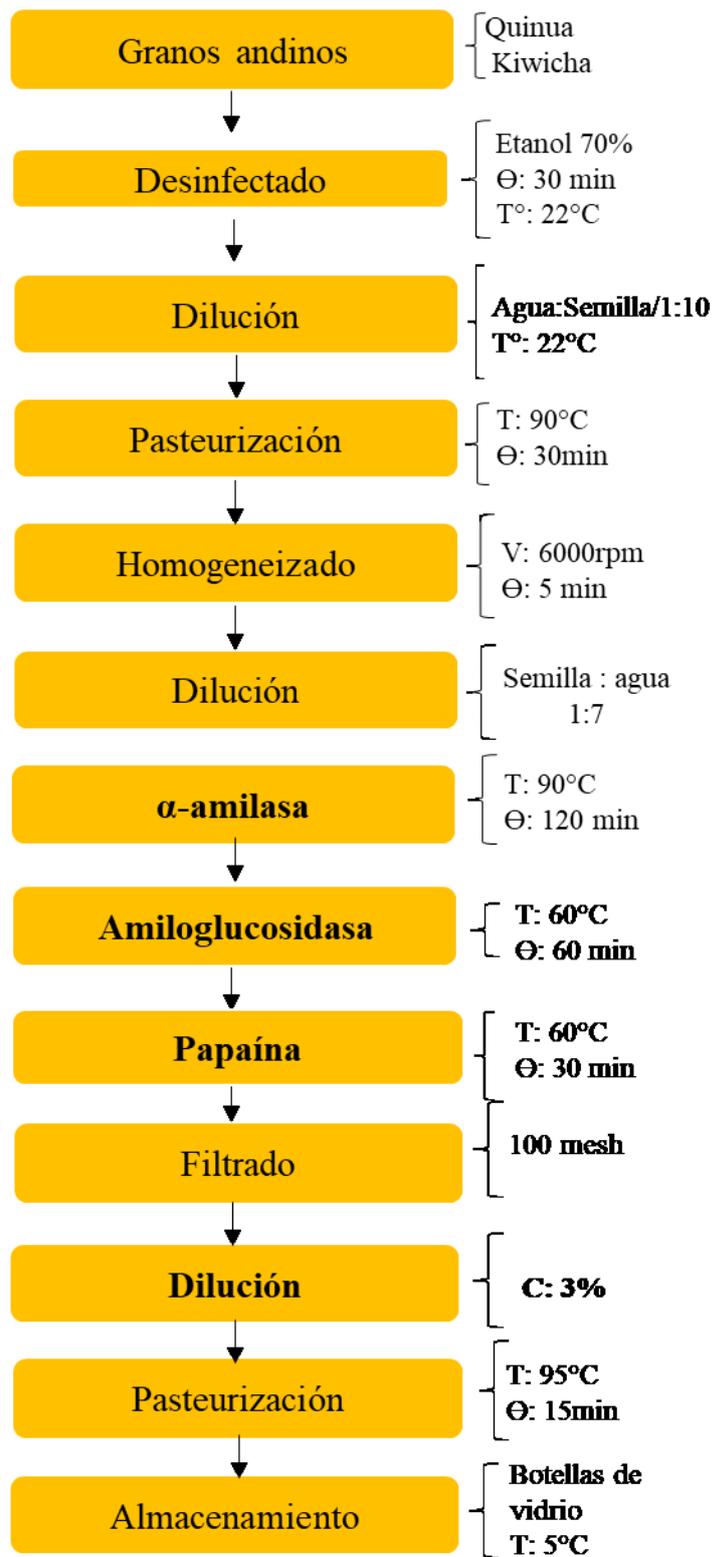


Figura 9: Flujograma de las bebidas con enzimas

3.6 ESQUEMA EXPERIMENTAL

Primera etapa – Caracterización de las materias primas: Se determinó la composición proximal, capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales, identificación y cuantificación de compuestos fenólicos (HLPC-MS-DAD). Los resultados fueron tratados como un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) teniendo como variables independientes: granos sin tratamiento, germinados de 24 h, 48 h, 72h y 72 h malteados y como variables dependientes los análisis proximales, los datos fueron analizados estadísticamente tal como lo especifica el ítem 3.7.

Segunda etapa – Elaboración de las bebidas malteadas y con enzimas: Se realizaron dos tipos de formulaciones de las bebidas o llamados también bebidas malteadas y con enzimas variando la composición de los granos de quinua y kiwicha, tal como se explica en el ítem 3.5, con el objetivo de aumentar el contenido de proteína.

Tercera etapa – Caracterización de las bebidas malteadas y con enzimas: los resultados también fueron tratados como un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) teniendo como variables independientes las bebidas malteadas (BM1, BM2, BM3, BM4 y BM5) y con enzimas (B1, B2, B3, B4 y B5) y como variables dependientes los análisis proximales y físico-químicos, los datos fueron analizados estadísticamente tal como lo especifica el ítem 3.7. Además, se realizó una evaluación sensorial usando del método CATA aplicado para describir el producto y su aceptación sensorial fue realizada en dos etapas (distintos lugares Finlandia y Perú), los análisis estadísticos fueron detallados en el ítem 3.7.

La Figura 10 muestra el esquema experimental de la investigación.

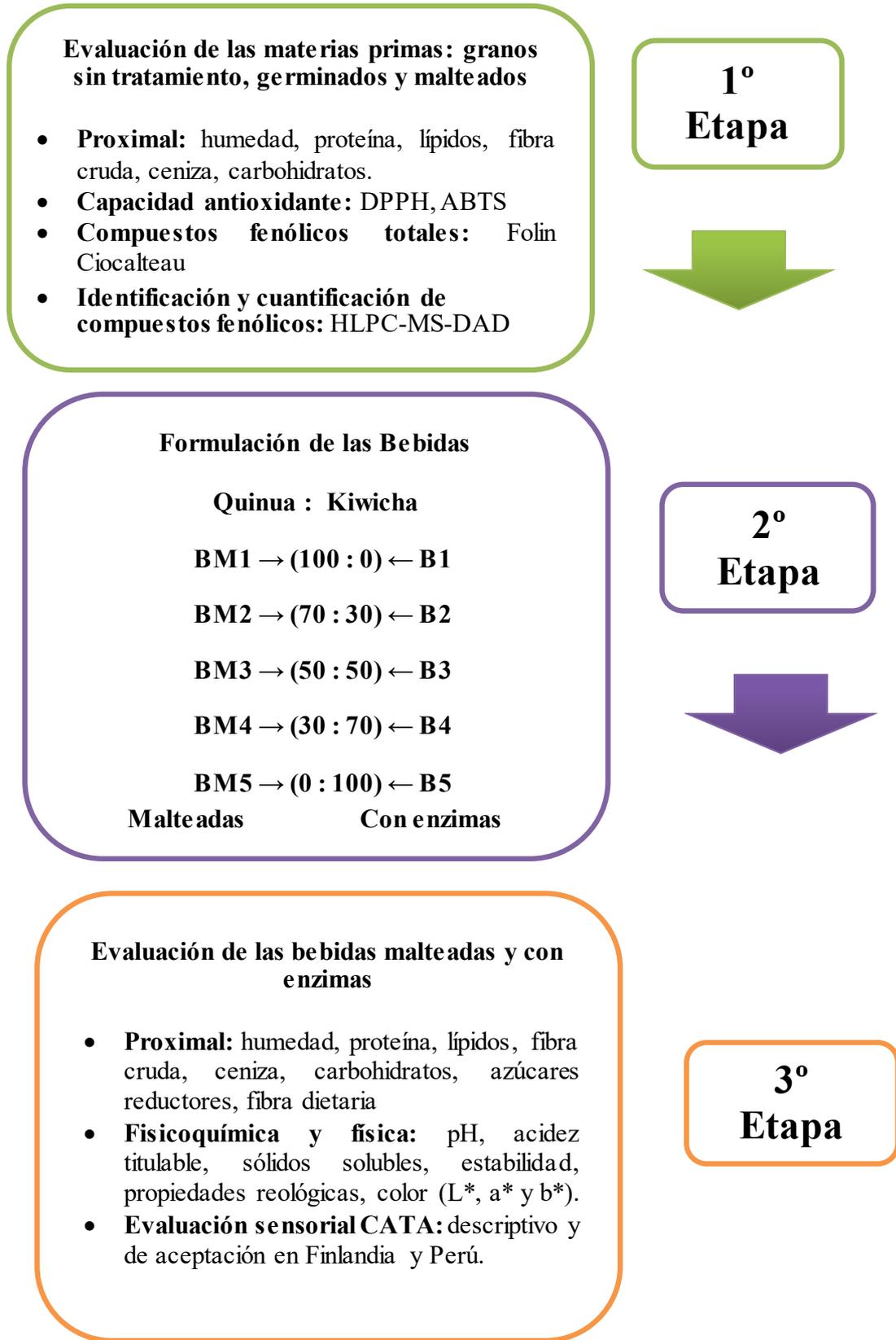


Figura 10 : Esquema experimental de la investigación

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados cuantitativos se expresaron como valor medio \pm desviación estándar (DE). El análisis estadístico se realizó con el software Statistica 13.0 (Stat Soft Inc., Tulsa, OK, EE. UU.) Y se establecieron diferencias significativas en $p < 0.05$. La diferencia en la composición química entre las muestras se analizó mediante un ANOVA de una vía con la prueba de significancia post-hoc de Tukey. Se aplicaron las pruebas de Bartlett y Shapiro-Wilks para evaluar la igualdad de varianza y la distribución normal, respectivamente.

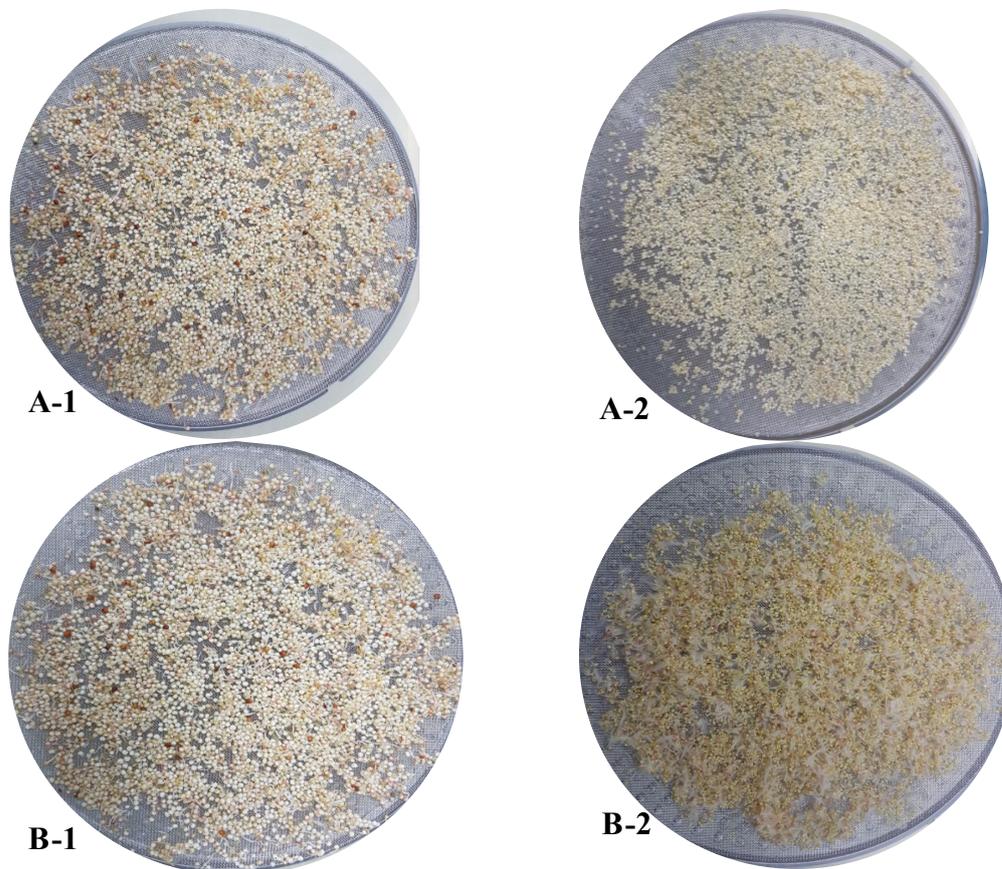
Para el análisis de los datos sensoriales se utilizó el software XLSTAT 2016 versión trial se utilizó la prueba de Q de Cochran para identificar las diferencias significativas entre las muestras para los términos CATA. Además, se hizo el análisis de correspondencia para preparar el mapa sensorial para describir los productos. Luego se aplicó un HMFA a los datos de Finlandia y Perú para conocer sus similitudes o diferencias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

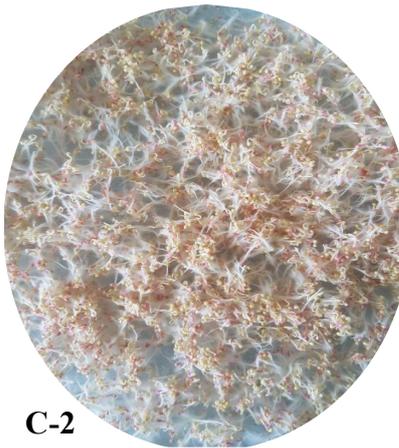
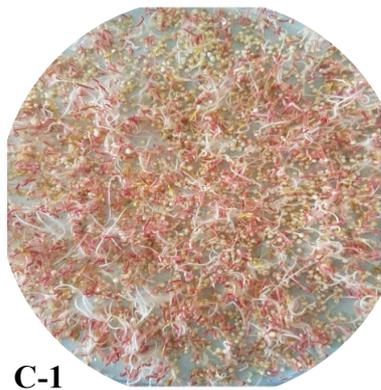
4.1.1 Proceso de Germinación y malteado

En las Figuras 11 y 12 se muestran los cambios producidos durante el proceso de germinación y malteado de los granos de quinua y kiwicha.



Donde: A-1: 24h de germinación de quinua, A-2: 24h de germinación de kiwicha, B-1: 48h de germinación de quinua, B-2: 48h de germinación de kiwicha.

Figura 11: Proceso de germinación en granos de quinua y kiwicha



Donde: C-1: 72h de germinación de quinua, C-2: 72h de germinación de kiwicha, D-1: 72h malteada de quinua, D-2: 72h malteada de kiwicha

Figura 12: Proceso de germinación y malteado en granos de quinua y kiwicha

4.1.2 Composición proximal de harinas sin tratamiento, germinadas y malteadas

El Cuadro 23 muestra los cambios en la composición proximal entre granos sin tratamiento, germinadas y malteadas. El contenido total de proteínas en la quinua se incrementó durante 72 h de germinación de 9.64 a 26.04 g / 100 g de peso seco (bs). Esta tendencia creciente también se observó en muestras de kiwicha, donde el contenido de proteína aumentó de 15.39 a 23.68 g / 100 g (bs) durante la germinación de 72 h. El aumento del contenido de proteínas durante la germinación puede expandirse mediante la generación y movilización de nutrientes de reserva en los granos. Bewley *et al.* (2013) afirman que, en las dicotiledóneas, como los pseudocereales, el contenido de aminoácidos libres aumenta durante los primeros 3 días de germinación en las semillas, favoreciendo una mayor concentración de la proteína, tornándola más disponible por la mejora de su digestibilidad, en kiwicha de hasta un aumento de 8 por ciento, también explicado porque durante la germinación disminuyen anti-nutrientes como el ácido fítico hasta 30 por ciento y oxalatos hasta un 38 por ciento (Najdi *et al.* 2016). La germinación se realizó con agua pura sin fuente de nitrógeno adicional, por lo que no se espera que cambie el contenido absoluto de proteínas. Xu *et al.* (2019) sugieren que el aumento relativo de la proteína cruda basado en el peso seco puede deberse a la pérdida de peso seco total durante la germinación como resultado de la pérdida metabólica y el brote; así, el contenido absoluto de proteína no cambia. Fouad y Rehab (2015) informaron resultados similares con un aumento del 5 por ciento en el contenido de proteínas en las semillas de lentejas germinadas que se atribuyó a la pérdida de peso debido principalmente a los carbohidratos en la respiración durante la germinación. Los resultados de Chavan *et al.* (1989) indican que la germinación aumenta la actividad proteolítica, lo que conduce a la degradación de las prolaminas y la consiguiente liberación de ácido glutámico y prolina, que proporciona nitrógeno para la síntesis del aminoácido limitante lisina, lo que conduce a una mejora de la calidad de la proteína.

Sorprendentemente, en este estudio, el proceso de tostado después de la germinación de 72 h causó una ligera disminución en la proteína total. En la quinua, el contenido total de proteínas disminuyó en 7.3 g / 100g bs y en kiwicha en 7.4 g / 100g bs. Aguilar *et al.* (2019) reportaron una ligera disminución de 12.5 por ciento y 8.7 por ciento en proteína

total después del proceso de cocción (48 h de germinación seguido de secado a 55 °C durante 24 h) en las variedades de quinua peruana "INIA Salcedo" y "Pasankalla Roja", respectivamente, pero un aumento en la variedad "Negra Collana". La disminución en el contenido de proteína total, en comparación con la proteína total después de la germinación, es lógica debido al hecho de que el producto final del catabolismo durante la germinación es la sacarosa que se transloca unida con proteínas y aminoácidos desde el embrión hasta las radículas. Las radículas se pierden como resultado del secado (etapa de eliminación de radículas), lo que provoca una disminución en el contenido total de proteínas (Bewley *et al.* 2013).

Aunque el contenido de lípidos de los granos en la investigación actual es alto en comparación con la literatura publicada anteriormente, los estudios anteriores sobre las variedades de quinua y kiwicha investigados en este estudio han sido escasos. Repo-Carrasco (2011) reportó 10.15 por ciento de grasa en kiwicha var. Oscar Blanco, que es relativamente alto para este pseudocereal. Los factores genéticos y las condiciones ambientales como el estrés hídrico, la salinidad y las condiciones de luz son las principales fuentes de variación de los nutrientes (Aguilar *et al.* 2019; Fischer *et al.* 2017). Contrariamente a la proteína, el contenido de lípidos disminuyó significativamente durante el proceso de germinación. Al final de la germinación (72 h), el contenido total de lípidos se redujo de 15.2 a 7.6 g / 100g (bs) en quinua y de 13.7 a 5.4 g / 100g (bs) en kiwicha. Esto puede deberse a los cambios bioquímicos en la conversión de lípidos a sacarosa durante la etapa de germinación de los granos. En general, el 25 por ciento de los lípidos en las semillas de grano se pueden hidrolizar para promover la actividad respiratoria y cumplir con los requisitos de energía durante el proceso de germinación (Bewley *et al.* 2013). La reducción del contenido de lípidos también se observó en un estudio de Park y Morita (2004), quienes encontraron una ligera disminución del 2 por ciento en la quinua cultivada en Perú, y en un estudio de Colmenares y Bressani (1990), quienes observaron un 3.2 por ciento disminución de kiwicha cultivada en Perú. Ambos estudios utilizaron muestras germinadas durante 72 h. Sin embargo, en el estudio de Pachari *et al.* (2019) que investigaron las variedades de quinua peruana nativa "Blanca de Juli", "Roja Pasankalla" y "Negra Collana", se observó un ligero aumento en el contenido

de lípidos de 1.2 por ciento, 1.6 por ciento y 1.1 por ciento, respectivamente, después de 72 horas de germinación.

El contenido relativamente alto de cenizas en las semillas de quinua en el estudio actual puede verse afectado por la composición del suelo del lugar de cultivo (Bewley *et al.* 2013). Se encontró una disminución significativa entre las semillas de quinua sin tratamiento y germinadas / malteadas. La concentración más baja (2.6 g / 100g bs) se observó después de las primeras 24 horas de germinación, después de lo cual la concentración aumentó lentamente a 4.5 g / 100g bs. Para las semillas de kiwicha, el efecto de la germinación sobre el contenido de cenizas no fue claro; sin embargo, las muestras malteadas contenían 2.5 g / 100 g de cenizas bs, que era 1.5 veces menor que el contenido en semillas crudas. En estudios en kiwicha germinados durante 48 h (Gamel *et al.* 2006) o 72 h (Colmenares y Bressani 1990), no se observaron cambios significativos en el contenido total de cenizas. Bewley *et al.* (2013) sugieren que la pérdida de contenido mineral puede deberse a la lixiviación en el agua durante el remojo y a la utilización de minerales como coenzimas para la catálisis de carbohidratos y proteínas durante la germinación, lo que lleva a su reubicación a las radículas que luego se eliminan en el desmoldado durante horneado.

Se observó una ligera disminución en el contenido de carbohidratos de las semillas de quinua no tratadas (64.6 g / 100 g bs) a las semillas germinadas durante 72 h (56.7 g / 100 g bs). En kiwicha, se observaron ligeras variaciones en los carbohidratos, y el valor más bajo fue observado en la muestra no tratada. En nuestro estudio, no hubo diferencias significativas en el contenido de fibra cruda en los granos. Colmenares y Bressani (1990) informaron resultados similares en kiwicha germinada durante 72 h.

Cuadro 23: Composición proximal de granos andinos sin tratamiento y procesados (g/100g bs)

Muestras		Humedad	Proteína	Lípidos	Fibra cruda	Cenizas	Carbohidratos
Quinua	Sin tratamiento	10.67 ± 0.31 ^{a,b}	9.64 ± 0.37 ^d	15.19 ± 1.09 ^a	6.22 ± 0.05 ^a	5.51 ± 0.37 ^a	64.58 ± 0.24 ^{a,b}
Chullpi	24 h	10.71 ± 0.19 ^a	15.59 ± 0.43 ^c	10.41 ± 0.68 ^b	6.20 ± 0.52 ^a	2.59 ± 0.38 ^c	66.01 ± 0.50 ^a
	48 h	8.50 ± 0.07 ^b	18.62 ± 0.17 ^b	7.35 ± 0.06 ^c	6.19 ± 0.73 ^a	3.04 ± 0.22 ^c	64.40 ± 0.56 ^{a,b}
	72 h	5.40 ± 0.16 ^c	26.04 ± 0.69 ^a	7.59 ± 1.00 ^c	7.40 ± 0.65 ^a	4.45 ± 0.38 ^b	56.65 ± 0.33 ^c
	72 h malteada	9.10 ± 0.16 ^{a,b}	18.73 ± 0.21 ^b	10.46 ± 0.38 ^b	7.30 ± 0.81 ^a	3.58 ± 0.04 ^{b,c}	61.71 ± 0.95 ^{a,b}
Kiwicha	Sin tratamiento	6.91 ± 0.28 ^c	15.39 ± 0.19 ^c	13.71 ± 0.52 ^a	7.53 ± 0.39 ^a	3.80 ± 0.32 ^a	57.10 ± 0.70 ^a
Oscar	24 h	11.42 ± 0.13 ^a	17.38 ± 0.13 ^{b,c}	9.33 ± 0.45 ^b	7.33 ± 0.11 ^a	3.40 ± 0.20 ^{a,b}	61.07 ± 0.53 ^{b,c}
Blanco	48 h	5.09 ± 0.12 ^{c,d}	20.21 ± 0.84 ^b	7.86 ± 0.25 ^c	7.18 ± 0.49 ^a	3.10 ± 0.42 ^{a,b}	62.62 ± 1.21 ^c
	72 h	4.64 ± 0.09 ^d	23.68 ± 0.60 ^a	5.38 ± 0.35 ^d	7.52 ± 0.57 ^a	3.70 ± 0.12 ^a	58.28 ± 0.05 ^{a,b}
	72 h malteada	9.31 ± 0.15 ^{b,c}	16.30 ± 0.21 ^c	8.49 ± 0.34 ^{b,c}	7.68 ± 1.16 ^a	2.54 ± 0.17 ^b	62.61 ± 0.07 ^c

Diferentes letras en la misma columna significan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre muestras, bs = base seca

4.1.3 Fenoles totales y Capacidad Antioxidante por los métodos DPPH y ABTS

El Cuadro 24 muestra el contenido de fenoles totales para las muestras de quinua los germinados de 72 h y 24 h mostraron una mayor concentración de 50.19 ± 0.20 y 38.81 ± 0.42 mg/g, respectivamente. La kiwicha muestra un aumento de FT en las muestras malteadas de 72 h (61.64 ± 0.87 mg/g) y germinada de 72 h (58.58 ± 0.48 mg/g). Comparando con el estudio más específico ejecutado por HPLC-DAD (ítem 4.4), los resultados obtenidos muestran una tendencia que evidencia el proceso de germinación y malteado favorece en la generación de estos compuestos. Estudios efectuados por Aguilar *et al.* (2019) reportaron un aumento en la concentración de FT en diferentes variedades de quinua, INIA Salcedo, Pasankalla roja y Negra Collana provenientes de Ayacucho – Perú, los resultados mostraron un incremento después del proceso de malteado del 44.2 por ciento, 17.9 por ciento y 62,6 por ciento, respectivamente. En muestras de quinua provenientes de Argentina Carciochi *et al.* (2014) reportaron incrementos del 100 por ciento FT en muestras sin tratamiento y germinadas en 72h, alcanzando una concentración final de 79.04 ± 1.18 (mg EAG/100g bs). Alvarez-Jubete *et al.* (2010^b) reportaron un incremento del 289 por ciento en muestras de kiwicha (provenientes de Perú) durante un periodo de germinación de 98 h y 105 por ciento en muestras de quinua (provenientes de Bolivia) germinadas por 82 h. La concentración final de FT después de la germinación, fueron de: 82.2 mg EAG/100g para kiwicha y 147 mg EAG/100g para quinua. Paško *et al.* (2009) reportaron contenido de FT en semillas sin tratamiento de *Amaranthus cruentus* v. Aztek, *Amaranthus cruentus* v. Rawa (provenientes de Polonia) y Quinua (proveniente de Bolivia); 2.95, 3.0 y 3.75 mg EAG/g bs, respectivamente. La diferencia entre los resultados obtenidos en este estudio de otras investigaciones puede ser explicado por el método de extracción y solventes utilizados en este proceso. Además, la presencia de estos compuestos está relacionada a factores como el genotipo, tipo de suelo y condiciones ambientales de cultivo, cosecha y post-cosecha (Carciochi *et al.* 2014; Vasco *et al.* 2008).

Para analizar la capacidad antioxidante se usaron el método de DPPH y ABTS los resultados mostraron un incremento estadísticamente significativo comparando las muestras sin tratamiento y después de 72h de germinación del 182 por ciento en quinua

y 868 por ciento en kiwicha, obteniendo una concentración final de 1.52 y 3.97 mg/g bs en DPPH, de quinua y kiwicha, respectivamente. Para el análisis de ABTS los resultados obtenidos fueron estadísticamente significativos en aumento con valores más altos en muestras germinadas por 72h, 2.08 mg TE/g bs para quinua y 2.06 mg TE/g bs para kiwicha. Carciochi *et al.* (2014) reportaron un incremento en el porcentaje de actividad antioxidante de 11.06 a 17.65 por ciento DPPH en muestras de quinua germinadas después de 72 h provenientes de Argentina. Por otro lado, Pellegrini *et al.* (2018) reportaron valores similares de actividad antioxidante en DPPH de 1.94 mg TE/g bs y de ABTS de 3.88 mg TE/g bs para muestras de quinua blanca proveniente de Perú. Otro estudio efectuado por Paško *et al.* (2009) reportaron actividad antioxidante en granos de quinua y kiwicha provenientes de Bolivia y Polonia, respectivamente. Usando el método DPPH obtuvieron concentraciones de 38.84 mmol trolox/kg bs para muestras de quinua, 3.15 y 4.42 mmol trolox/kg bs en kiwicha (*Amaranthus cruentus*) v. Rawa y v. Aztek. Valores más altos fueron reportados en el mismo estudio usando el método de ABTS TEAC₅₀ en concentraciones de 27.19 mmol trolox/kg bs para muestras de quinua, 11.42 y 12.71 mmol trolox/kg bs en kiwicha (*Amaranthus cruentus*) v. Rawa y v. Aztek. Alvarez-Jubete *et al.* (2010) determinaron la actividad antioxidante por DPPH sus resultados muestran que no hubo una diferencia estadísticamente ($p < 0.01$), obteniendo valores de 57.7 mg TE/100g bs en granos y 50.4 mg TE/100g bs en quinua germinadas por 82h, en muestras de kiwicha se obtuvieron de 28.4 mg TE/100g bs en granos a 27.1 mg TE/100g bs después de 98 h de germinación. Carciochi *et al.* (2016) evaluaron la actividad antioxidante por DPPH y ABTS en quinua v. Real proveniente de Argentina, sus resultados mostraron tendencias similares de un aumento significativo con un incremento superior al doble después de 72 h de germinación. Para hacer una comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio con otros, Pellegrini *et al.* (2018) recomienda que es importante considerar el tipo de protocolo de análisis utilizado, tipo de solvente, tiempos de reacción, expresión de los valores, todos estos parámetros afectan el resultado final. Además, recomiendan que los diferentes compuestos antioxidantes actúan por diferentes mecanismos en una misma matriz alimentaria y las interacciones sinérgicas podrían darse, no es posible evaluar la actividad antioxidante total por un solo método en este tipo de muestras (Pellegrini *et al.* 2003). Las diferencias numéricas entre los métodos utilizados podrían reflejar diferencias en la capacidad de los

compuestos antioxidantes para actuar contra los diferentes radicales presentes o formados durante cada reacción específica (Chirinos *et al.* 2013). Sobre los mecanismos de síntesis de antioxidantes en cereales y pseudocereales aún son inciertos aseveran Abderrahim *et al.* (2012). Por otro lado, el aumento de la capacidad antioxidante es el resultado de cambios metabólicos que ocurren durante la germinación de las semillas, lo que está asociado con el aumento de la actividad de las enzimas hidrolíticas endógenas (Bathgate 2016). Este fenómeno enzimático se refleja en la división de los nutrientes de reserva en componentes más simples que ejercen capacidad antioxidante, además de la biosíntesis de compuestos bioactivos (compuestos fenólicos y flavonoides) (Bewley *et al.* 2013). Brend *et al.* (2012), indican que es posible que, en algunas semillas de quinua, la actividad antioxidante también podría derivar de proteínas y otros compuestos no fenólicos. Venskutonis *et al.* (2013) mencionan que la capacidad antioxidante de la kiwicha depende potencialmente de las vitaminas presentes juntamente con los carotenoides, flavonoides y ácidos fenólicos, mientras que los antioxidantes lipofílicos más importantes son el escualeno y los tocoles.

Cuadro 24: Contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de granos andinos sin tratamiento y procesados

Muestras		Fenoles totales (mg EAG /100g bs)	DPPH (mg TE/g bs)	ABTS
Quinua	Sin tratamiento	22.28 ± 0.03 ^b	0.54 ± 0.11 ^c	1.14 ± 0.45 ^c
Chullpi	24 h germinada	38.81 ± 0.42 ^{a,b}	1.01 ± 0.09 ^b	1.57 ± 0.33 ^b
	48 h germinada	26.66 ± 0.15 ^b	1.09 ± 0.12 ^b	1.67 ± 0.36 ^b
	72 h germinada	50.19 ± 0.20 ^a	1.52 ± 0.09 ^a	2.08 ± 0.05 ^a
	72 h malteada	31.34 ± 0.86 ^b	1.24 ± 0.19 ^{a,b}	2.06 ± 0.13 ^a
Kiwicha	Sin tratamiento	34.29 ± 0.45 ^b	0.41 ± 0.01 ^d	1.01 ± 0.19 ^d
Oscar	24 h germinada	22.91 ± 0.81 ^b	0.73 ± 0.07 ^{c,d}	1.34 ± 0.09 ^c
Blanco	48 h germinada	25.22 ± 0.45 ^b	1.09 ± 0.07 ^c	1.68 ± 0.27 ^b
	72 h germinada	58.58 ± 0.48 ^a	3.97 ± 0.13 ^a	2.06 ± 0.06 ^a
	72 h malteada	61.64 ± 0.87 ^a	2.41 ± 0.24 ^b	2.04 ± 0.05 ^a

Diferentes letras en la misma columna significan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre muestras, bs = base seca

4.1.4 Composición fenólica por UPLC-DAD-ESI-MS

Los compuestos fenólicos de todas las muestras se caracterizaron comparando los espectros UV, el tiempo de retención LC y los iones/fragmentos típicos de MS con estándares de referencia y literatura previa. En total, se identificaron 21 compuestos fenólicos, principalmente ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos y flavonoles, en las muestras. La caracterización de compuestos fenólicos y cromatogramas LC de muestras se dan en el Cuadro 25 y en el Anexo 11.

Como se muestra en el Cuadro 25, los flavonoles fueron el grupo principal de compuestos fenólicos identificados en los extractos de semillas de quinua. Los fragmentos positivos m/z 303 y 287 a en los espectros de MS indicaron la presencia de quercetina y kaempferol, respectivamente. Estos dos flavonoles se representaron principalmente como derivados con tri y disacáridos como restos de azúcar. Los azúcares identificados consisten en β -D-galactopiranososa, α -L-ramnopiranososa, β -D-apiofuranosa y glucurónido (Gómez-Caravaca *et al.* 2011 y 2014). Basado en el estudio de Repo-Carrasco-Valencia *et al.* (2010), algunas variedades de quinua peruana también contienen otros flavonoles, como miricetina e isorhamnetina; sin embargo, ninguno de estos compuestos se detectó en este estudio. Los ácidos hidroxicinámicos identificados a partir de semillas de quinua contenían principalmente derivados de ácidos cumárico y ferúlico. El ácido ferúlico estaba presente conjugado con glucosa, mientras que el ácido cumárico se detectó tanto en forma libre como glicosilada. Aunque no era ácido *p*-cumárico como lo confirma el tiempo de retención LC del estándar externo; El ácido cumárico no se caracterizó con éxito en nuestro estudio, debido a la falta de estándares de referencia de otros isómeros del ácido cumárico. Hemalatha *et al.* (2016) y Tang *et al.* (2015) cuantificaron derivados del ácido hidroxibenzoico de los extractos de granos de quinua (blanco, rojo y negro) a niveles altos; Estos incluyen ácido gálico, ácido *p*-hidroxibenzoico, ácido 3,4-dihidroxibenzoico, ácido vanílico y ácido 4-glucósido vanílico. Sin embargo, en el presente estudio, el ácido vanílico 4-glucosilado fue el único ácido hidroxibenzoico identificado.

Los extractos de kiwicha demuestran una composición fenólica simple (Cuadro 25). Los ácidos hidroxicinámicos formaron los grupos dominantes de compuestos fenólicos, lo que estuvo de acuerdo con los resultados anteriores (Paucar-Menacho *et al.* 2017). Los principales subgrupos de ácidos hidroxicinámicos fueron los ácidos caféico, cumárico y ferúlico. A diferencia de la quinua, estos ácidos estaban presentes principalmente como ésteres con ácidos quínicos, al mostrar una alta intensidad de iones $[M + H]^+$ típicos a m/z 355 (ácido cafeoilquínico), 339 (ácido cumaroilquínico) y 369 (ácido feruloilquínico) en Espectros de MS. La identificación tentativa se realizó mediante los iones de fragmentos secundarios a m/z 179 (ácido caféico), 163 (ácido cumárico) y 193 (ácido ferúlico), respectivamente. La quercetina 3-*O*-rutinosido fue el único compuesto de flavonol encontrado en los extractos de kiwicha.

Los contenidos de los compuestos fenólicos identificados en las muestras de quinua y kiwicha se muestran en el Cuadro 26 y Cuadro 27, respectivamente. El Cuadro 26 muestra que, durante la germinación y el posterior proceso de cocción, los compuestos fenólicos en la quinua aumentaron su contenido en un 100 por ciento (de 2319.1 a 4656.9 $\mu\text{g/g}$ bs). Alvarez-Jubete *et al.* (2010^b) informaron un comportamiento similar en las semillas de quinua después de 82 horas de germinación. En nuestro estudio, los fenólicos más abundantes después de la germinación de 72 h fueron ácido cumárico (1346.4 $\mu\text{g/g}$ bs) y kaempferol-deoxihexosido-deoxihexosido-hexosido (725.8 $\mu\text{g/g}$ bs) aunque el contenido de este último compuesto disminuyó durante el proceso de germinación. Se observó una disminución de compuestos como acacetina / quercetina / apigenina-7-metileter durante el proceso de germinación de 72 h (de 311.46 a 83.0 $\mu\text{g/g}$ bs). Se informaron resultados similares en un estudio de Carciochi *et al.* (2016) donde los compuestos más abundantes después de 72 h de germinación de la quinua blanca fueron ácido *p*-cumárico y ácido vanílico (19.7 y 8.8 mg/kg bs, respectivamente). Alvarez-Jubete *et al.* (2010^b) demostraron una gran cantidad de glucósidos de quercetina (43.4 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ bs) y glucósidos de kaempferol (36.7 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ bs) en muestras de quinua (cultivadas en Bolivia) germinadas durante 82 h. En el presente estudio, estos compuestos tenían bajas concentraciones. En cuanto a la presencia de compuestos no flavonoides, compuesta principalmente por ácidos hidroxicinámicos, muestra un aumento del 64 por ciento en muestras malteadas. Por el contrario, en los compuestos flavonoides, se observa una

disminución de hasta 36 por ciento en las muestras malteadas. Un comportamiento similar fue reportado por Carciochi *et al.* (2016) con un aumento en los no flavonoides (33 por ciento) y una disminución en los compuestos flavonoides (10 por ciento). Además, Paucar-Menacho *et al.* (2018) informaron en la quinua germinada "Pasankalla" a 20 ° C durante 42 h un aumento del 32 por ciento en compuestos no flavonoides y, al contrario de nuestros resultados, informaron un aumento del 44 por ciento en los compuestos flavonoides. El compuesto flavonoide más abundante durante la germinación fue dirhamnosil-galactopiranosol kaempferol en un 1600 por ciento, un compuesto no determinado en la variedad de quinua en el presente estudio.

El Cuadro 27 demuestra el aumento de los compuestos fenólicos totales en kiwicha de 41.3 a 4504.6 µg/g bs. Resultados similares fueron reportados por Paucar-Menacho *et al.* (2017) después de 63 h de germinación de kiwicha var. Centenario (de 0.01 a 1.08 mg/g bs). En nuestro estudio, el compuesto más abundante después de 72 h de germinación fue el ácido cafeoilquínico (2700 µg/g bs), pero en el estudio de Centenario el compuesto no se detectó después de 63 h de germinación. En nuestro estudio, en muestras de kiwicha no tratadas, solo se detectó un compuesto desconocido. Repo-Carrasco-Valencia *et al.* (2010) detectaron ácido ferúlico (0.07 mg/g bs) en kiwicha no tratada; sin embargo, en el presente estudio, solo se detectó (como conjugado de glucosa) a partir de las 48 h después de la germinación. La presencia de compuestos no flavonoides en kiwicha es aproximadamente del 99 por ciento, lo que aumenta durante la germinación y el tostado. Con respecto a los compuestos flavonoides, solo se detectaron después de 72 h de germinación y se mantienen después de la cocción, su presencia es mínima (1 por ciento). Alvarez-Jubete *et al.*, (2010^b) no detectaron flavonoides en muestras germinadas de kiwicha, el único compuesto no flavonoide detectado fue el ácido protocatecuico (14 µmol/100 g).

Cuadro 25: Identificación de los compuestos fenólicos de quinua y kiwicha por UPLC-DAD-MS/MS

No.	Identificación Tentativa	UV λ_{max} (nm)	[M+H] ⁺ /[M-H] ⁻ (m/z)	[A+H] ⁺ /[A-H] ⁻ y otros iones (m/z)	Iones descendientes [M+H] ⁺ /[M+Na] ⁺ (m/z)
Quinua					
1	Acacetina/questina/apigenina-7-metil éter	234,262	285/283	569,450,328,207,166/851,567,32,183,151,137	285→153,136,133,115
2	Ácido vanílico 4-glucósido	253,290	331/329	353,169/659,167,137	331→186,169,125
3	Compuesto desconocido	278	205/203	409,188/407	205→188,170,159,146,132,118
4	Ácido coumárico - hexosido	295(sh),314	327/325	349,165/163	
5	Ácido ferúlico 4-glucósido	295(sh),330	357/355	195/193	
6	Ácido coumárico	295(sh),312	165/163		
7	Quercetina 3- <i>O</i> -(2,6-di- α -L-rhamnopiranosil)- β -D-galactopiranosido)	254,265(sh),353	757/755		757→611,465,449,303
8	Quercetina-deoxihexosido-pentosido-hexosido	255,265(sh),352	743/741	-/303	743→611,597,465,303
9	Kaempferol 3- <i>O</i> -(2,6-di- α -L-rhamnopiranosil)- β -D-galactopiranosido)	264,344	741/739	595,449,287/-	741→595,449,433,287
10	Kaempferol 3- <i>O</i> -(β -D-apiofuranosil- α -L-rhamnopiranosil)- β -D-galactopiranosido	263,338	727/725	595,287/593	727→595,581,449,287
11	Quercetina 3- <i>O</i> -glucuronido	254,265(sh),350	479/477	303/301	
12	Kaempferol-pentosido-hexosido	264,338	581/579	449,287/-	581→449,287
13	Kaempferol-deoxihexosido-hexosido	264,345	595/593		595→449,287
14	Kaempferol-pentosido-glucuronido	264,344	595/593		595→463,287
15	Kaempferol 3- <i>O</i> -glucuronido	264,344	463/461	287/285	463→287
Kiwicha					
1'	Compuesto desconocido	278	205/203	409,188/407	205→188,170,159,146,132,118
2'	Ácido ferúlico -glucósido	295(sh),329	357/355	379,195/193	379→217,185
3'	Ácido Cafeoilquinico	298(sh),329	355/353	709,163/707,191	355→163
4'	Ácido ferúlico-hexosido-hexosido	298(sh),319	519/157	357/355	541→379,185
5'	<i>Trans</i> -ácido ferúlico	298(sh),322	195/193		
6'	Ácido Coumaroilquinico	295(sh),313	339/337	361,147/173	339→147
7'	Ácido feruloilquinico	298(sh),328	369/367	391,177/173	369→177,145
8'	Quercetina 3- <i>O</i> -rutinósido	254,265(sh),350	611/609		611→465,303

Cuadro 26: Cantidad de compuestos fenólicos en muestras de quinua sin tratamiento, germinadas, y malteadas

No.	Compuestos fenólicos (µg/g bs)	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h malteado
1	Acacetina/questina/apigenina-7-metil éter	311.5 ± 10.7 ^a	149.2 ± 9.6 ^b	136.2 ± 27.8 ^{b,c}	83.0 ± 13.9 ^c	82.8 ± 16.0 ^c
2	Ácido vanílico 4-glucósido	18.5 ± 2.3 ^c	2.6 ± 1.4 ^d	22.5 ± 4.8 ^{b,c}	36.4 ± 5.1 ^a	33.4 ± 0.4 ^{a,b}
3	Compuesto desconocido	252.7 ± 2.8 ^a	264.9 ± 11.8 ^a	401.1 ± 56.1 ^b	382.4 ± 36.8 ^b	408.6 ± 12.0 ^b
4	Ácido coumárico - hexosido	n.d.	330.1 ± 57.5 ^a	382.0 ± 28.2 ^a	410.3 ± 72.1 ^a	771.0 ± 25.5 ^b
5	Ácido ferúlico 4-glucósido	n.d.	35.2 ± 0.6 ^a	45.2 ± 28.4 ^a	70.5 ± 2.7 ^a	74.2 ± 6.5 ^a
6	Ácido coumárico	n.d.	508.7 ± 18.8 ^a	1031.3 ± 57.7 ^b	1346.4 ± 40.5 ^c	1608.0 ± 28.4 ^d
7	Quercetina 3- <i>O</i> -(2,6-di- <i>α</i> - <i>L</i> -rhamnopiranosil)- <i>β</i> - <i>D</i> -galactopiranosido)	65.9 ± 1.0 ^a	52.6 ± 2.8 ^a	52.4 ± 11.0 ^a	64.2 ± 6.5 ^a	67.0 ± 7.2 ^a
8	Quercetina-deoxihexosido-pentosido-hexosido	113.5 ± 3.4 ^a	92.3 ± 4.4 ^a	84.6 ± 14.5 ^a	94.5 ± 10.7 ^a	93.0 ± 14.6 ^a
9	Kaempferol 3- <i>O</i> -(2,6-di- <i>α</i> - <i>L</i> -rhamnopiranosil)- <i>β</i> - <i>D</i> -galactopiranosido)	1055.8 ± 9.4 ^a	737.7 ± 31.4 ^b	767.7 ± 45.0 ^b	725.8 ± 53.0 ^b	773.5 ± 62.4 ^b
10	Kaempferol 3- <i>O</i> -(<i>β</i> - <i>D</i> -apiofuranosil- <i>α</i> - <i>L</i> -rhamnopiranosil)- <i>β</i> - <i>D</i> -galactopiranosido	270.1 ± 5.0 ^a	182.5 ± 11.4 ^b	167.6 ± 26.6 ^b	172.0 ± 9.2 ^b	180.2 ± 9.5 ^b
11	Quercetina 3- <i>O</i> -glucuronido	n.d.	15.0 ± 1.5 ^a	26.8 ± 13.9 ^{a,b}	50.4 ± 11.8 ^{a,b}	52.1 ± 13.8 ^b
12	Kaempferol-pentosido-hexosido	42.1 ± 0.8 ^a	39.0 ± 2.0 ^a	40.1 ± 3.2 ^a	38.1 ± 2.1 ^a	40.4 ± 2.4 ^a
13	Kaempferol-deoxihexosido-hexosido	9.3 ± 0.2 ^a	7.6 ± 0.7 ^a	39.1 ± 20.7 ^a	35.0 ± 4.6 ^a	25.6 ± 22.0 ^a
14	Kaempferol-pentosido-glucuronido	12.9 ± 0.2 ^a	8.1 ± 0.6 ^b	10.1 ± 1.9 ^{a,b}	12.9 ± 2.5 ^a	11.7 ± 0.4 ^{a,b}
15	Kaempferol 3- <i>O</i> -glucuronido	166.8 ± 4.9 ^a	155.8 ± 5.1 ^a	198.8 ± 73.8 ^a	403.8 ± 51.5 ^b	435.1 ± 44.8 ^b
	No Flavonoides Totales ¹	271.2 ± 4.3 ^a (12%)	1141.5 ± 108.2 ^b (44%)	1882.1 ± 176.5 ^c (55%)	2245.9 ± 155.6 ^d (57%)	2895.5 ± 44.7 ^e (62%)
	Flavonoides Totales ²	2047.9 ± 32.0 ^a (88%)	1439.8 ± 83.0 ^b (56%)	1522.7 ± 167.7 ^b (45%)	1679.7 ± 191.6 ^{a,b} (43%)	1761.4 ± 181.4 ^{a,b} (38%)
	Contenido Total fenólicos	2319.1 ± 28.9^a	2575.1 ± 163.2^a	3405.0 ± 210.1^b	3925.6 ± 204.2^b	4656.9 ± 197.8^c

Los valores se expresan como media ± DE (n = 3). Letras diferentes en la misma fila indican una diferencia significativa (p < 0.05) entre las muestras. n.d. significa no detectado. ¹El contenido total de compuestos no flavonoides se calculó sobre la base del contenido de los compuestos 2-6 (el valor porcentual significa la proporción del contenido total de fenólicos). ²El contenido total de flavonoides se calculó sobre la base del contenido de los compuestos 1 y 7-15 (el valor porcentual significa la proporción del contenido total de fenólicos).

Cuadro 27: Cantidad de compuestos fenólicos en muestras de kiwicha sin tratamiento, germinadas y malteadas

No	Compuestos fenólicos (µg/g dw)	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h malteado
1'	Compuesto desconocido	41.3 ± 3.8 ^a	399.6 ± 10.8 ^a	476.1 ± 103.1 ^{a,b}	1264.9 ± 172.4 ^c	897.0 ± 258.2 ^{b,c}
2'	Ácido ferúlico -glucósido	n.d.	n.d.	3.5 ± 2.6 ^a	8.3 ± 0.8 ^a	13.6 ± 5.1 ^a
3'	Ácido Cafeoilquínico	n.d.	83.3 ± 45.5 ^a	233.1 ± 399.8 ^a	2700.1 ± 655.7 ^{a,b}	3313.5 ± 1481.0 ^b
4'	Ácido ferúlico-hexosido-hexosido	n.d.	4.5 ± 1.0 ^a	8.5 ± 2.0 ^{a,b}	8.1 ± 2.6 ^{a,b}	12.2 ± 1.2 ^b
5'	<i>Trans</i> -ácido ferúlico	n.d.	7.5 ± 1.6 ^a	11.7 ± 1.3 ^a	52.5 ± 1.3 ^b	30.3 ± 15.3 ^{a,b}
6'	Ácido Coumaroilquínico	n.d.	46.6 ± 10.6 ^a	57.1 ± 24.6 ^a	149.2 ± 22.8 ^b	140.1 ± 15.8 ^b
7'	Ácido feruloilquínico	n.d.	6.5 ± 1.8 ^a	8.2 ± 7.3 ^a	104.7 ± 12.9 ^b	82.4 ± 8.7 ^b
8'	Quercetina 3- <i>O</i> -rutinósido	n.d.	n.d.	n.d.	26.2 ± 4.3 ^a	15.4 ± 2.2 ^b
	No-flavonoides Totales ¹	41.3 ± 3.8 ^a	547.9 ± 48.0 ^a	798.3 ± 435.5 ^a	4287.8 ± 985.1 ^b (99%)	4489.1 ± 1608.2 ^b (99%)
	Flavonoides Totales ²	n.d.	n.d.	n.d.	26.2 ± 4.3 ^a (1%)	15.4 ± 2.2 ^b (1%)
	Contenido Total	41.3 ± 3.8^a	547.9 ± 48.0^a	798.3 ± 435.5^a	4313.9 ± 806.0^b	4504.6 ± 1314.7^b

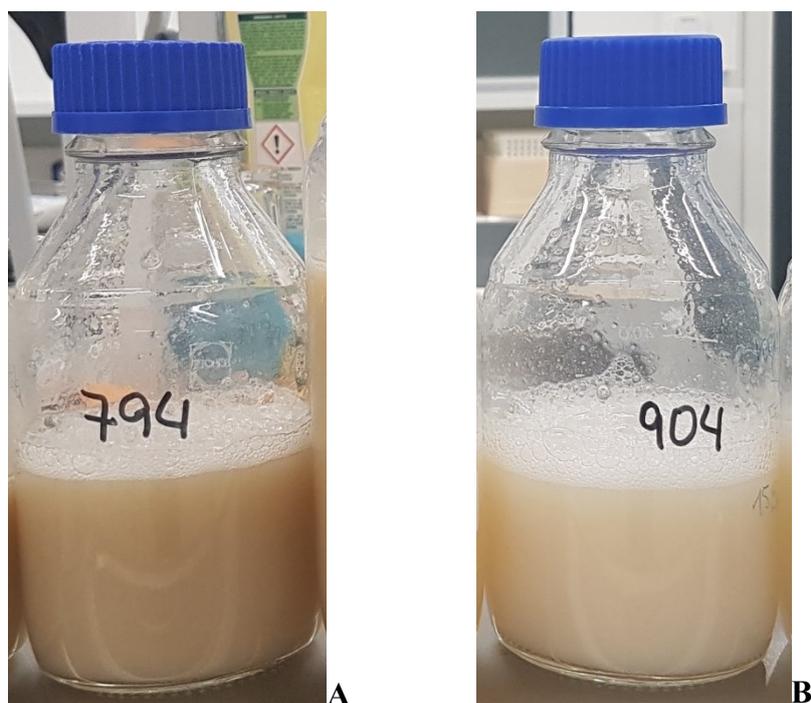
Los valores se expresan como media ± DE (n = 3). Letras diferentes en la misma fila indican una diferencia significativa (p < 0.05) entre las muestras. n.d. significa no detectado ¹El contenido total de compuestos no flavonoides se calculó sobre la base del contenido de los compuestos 1'-7' (el valor porcentual significa la proporción del contenido total de fenólicos). ²El contenido total de flavonoides se calculó sobre la base del contenido del compuesto 8' (el valor porcentual significa la proporción del contenido total de fenólicos).

4.2 ELABORACIÓN DE LAS BEBIDAS MALTEADAS Y CON ENZIMAS

En el Cuadro 28 se muestra las proporciones de materia prima de los 2 tipos de formulaciones, los tratamientos codificados con BM1 al BM5 representan a las bebidas malteadas, y las bebidas con enzimas tienen la codificación del B1 al B5, donde la suma de sus componentes es de 100 por ciento, en cada tratamiento solo varía la proporción de materia prima, el resto de ingredientes como el agua se mantienen constantes tal como se detallaron en las figuras 8 y 9, en las enzimas las proporciones varían de acuerdo al cuadro 22. Imágenes de las bebidas de ambos tratamientos se muestran en la Figura 13.

Cuadro 28: Proporciones de los tratamientos formulados para las bebidas malteadas y con enzimas

Códigos	Quinua (%)	Kiwicha (%)	Quinua (g)	Kiwicha (g)
BM1	100	0	60	0
BM2	70	30	42	18
BM3	50	50	30	30
BM4	30	70	18	42
BM5	0	100	0	60
B1	100	0	60	0
B2	70	30	42	18
B3	50	50	30	30
B4	30	70	18	42
B5	0	100	0	60



Donde: A: Bebida malteada (100 por ciento kiwicha) y B: Bebida con enzimas (100 por ciento quinua)

Figura 13: Bebida malteada y con enzimas

4.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS BEBIDAS MALTEADAS Y CON ENZIMAS

4.3.1 Composición fisicoquímica (pH, acidez y sólidos solubles) y proximal

En la caracterización fisicoquímica se evaluó pH, acidez y sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), los resultados se muestran en el Cuadro 29. Las formulaciones de las bebidas fueron presentaron de sus formulaciones descritas previamente en el ítem 4.2, recordando su codificación para las bebidas con enzimas (B1, B2, B3, B4 y B5) y bebidas malteadas (BM1, BM2, BM3, BM4 y BM5). En la evaluación del pH en forma general todas las bebidas presentaron valores ligeramente alcalinos, en el caso de las bebidas con enzimas B4 (70 por ciento kiwicha y 30 por ciento quinua) presentó un pH de 7.14 ± 0.25 parecido a la bebida control (6.27 ± 0.47), el B2 (70 por ciento quinua y 30 por ciento kiwicha) presentó un pH más ácido (4.69 ± 0.25). En las bebidas malteadas con mayor porcentaje

de kiwicha presentaron un pH estadísticamente no significativo, que son en el caso de BM3 (50 por ciento quinua malteada y 50 por ciento kiwicha malteada), BM4 (30 por ciento quinua malteada y 70 por ciento kiwicha malteada) y BM5 (100 por ciento kiwicha malteada), 5.62, 5.04 y 5.23, respectivamente. Comparados con otros estudios los resultados son similares, Chavan *et al.* (2018) reportaron bebidas en rangos de 5.33 a 5.86 en bebidas de soya, almendras y coco. Kaur y Tanwar (2016) obtuvieron rangos de pH de 5.9 a 6.5 en bebidas de quinua cruda, germinada, remojada y malteada. Mäkinen (2014) obtuvo pH en bebidas de quinua de 6.40, soya 6.80, arroz 7.47 y avena 6.80.

Los resultados de la acidez en las bebidas con enzimas tienen ligeras diferencias estadísticamente, presentando un rango de 0.01 – 0.09 por ciento en términos de ácido succínico, tal como Pellegrini *et al.* (2018) determinaron en muestras de quinua que era el ácido orgánico con mayor presencia. En las bebidas con germinados fueron más similares entre las formulaciones con un rango de 0.05 a 0.08 por ciento, con valores cercanos a la del control que fue de 0.04 por ciento. Otros estudios revelan resultados con valores similares, tal como Chavan *et al.* (2018) determinaron en bebidas probióticas (usando *L. acidophilus*) germinadas determinaron un rango de 0.1 a 1.5 por ciento, valores más ácidos que del presente estudio esto se debe por la actividad bacteriana de la bebida probiótica, además la acidez se expresó en términos de ácido láctico y no de ácido succínico como es el caso del presente estudio. Bianchi *et al.* (2015) determinaron la acidez en extractos de bebidas de quinua con valores de 0.07 a 0.09 por ciento y después del proceso de fermentación de una bebida probiótica a base de quinua obteniendo valores de 0.35 a 0.60 por ciento en términos de ácido láctico. Las medidas de pH y acidez están relacionadas, según Ashworth y Draper (1992) indican que durante el almacenamiento una bebida a base de germinados existe una disminución en el pH y un ligero aumento de la acidez, explicado por la movilización de los macronutrientes como proteínas, carbohidratos y grasas, liberando a su vez ácidos grasos y minerales.

Respecto a los sólidos solubles que se midieron son valores bajos debido a que no se adicionó azúcar o edulcorante, con el objetivo de presentar una bebida vegetal similar a las marcas comerciales, sin embargo, a pesar de ello la bebida control presentó un valor de sólidos solubles de 12.4 °Brix. En el presente estudio los valores de sólidos solubles

en bebidas con enzimas varían en un rango de 2.10 a 2.40 °Brix. Y en las bebidas malteadas los valores fluctúan en 1.43 a 3.10 °Brix. Estudios previos realizados por Solorzano (2013) reportó valores de 11°Brix en bebidas de quinua con enzimas α -amilasa y amiloglucosidasa, siendo éstas 2 enzimas las mismas utilizadas en esta investigación. La diferencia de los valores de °Brix medidos por Solorzano son mayores debido a que en su elaboración se utilizó una dilución menor (1:2, quinua: agua) a la utilizada en este estudio (1:15, quinua: agua) y posterior se hizo un autoclavado para hidrolizar los carbohidratos, dejando mayor lugar de actuación a las enzimas, aumentando la cantidad de sólidos solubles.

Los valores de la humedad en las bebidas con enzimas y malteadas varían en un rango de 88.55 por ciento al 94.79 por ciento, a comparación de la bebida control es diferente a la mayoría de las bebidas con una humedad del 87.26 por ciento, pero estadísticamente similar ($p < 0.05$) a BM5 (100 por ciento kiwicha). Resultados similares fueron reportados por Agrahar-Murugkar *et al.* (2020) donde determinaron la humedad de 88.2 por ciento a 89.1 por ciento de una bebida compuesta de sorgo (5.8 por ciento), mijo (5.8 por ciento), harina de germinados de soya (1,1 por ciento), y garbanzo verde (0.7 por ciento). Álvarez (2012) determinó valores de 86.06 por ciento y 88.63 por ciento en bebidas a base de quinua malteada y sin maltear. Solorzano (2013) determinó una humedad de 92.3 por ciento con una bebida a base de quinua con una dilución de 1: 7. La materia seca de las bebidas fueron calculadas con la diferencia 100 – porcentaje de humedad, varían en un rango de 5.21 por ciento a 11.45 por ciento, la bebida control tiene un mayor contenido de materia seca con un 12.73 por ciento, el valor alto se debe a su formulación que tiene 14 por ciento de arroz, 3 por ciento de quinua se debe a mayor presencia de otro cereal.

La grasa determinada en las bebidas con enzimas presenta un rango de 0.09 a 0.16g/100ml y en las bebidas malteadas 0.24 a 0.32 g/100ml. Estudios realizados por Kaur y Tanwar (2016) determinaron valores similares con 0.23 a 0.93 g/100ml. Pineli *et al.* (2015) reportaron valores de 0.2 ± 0.1 g/100g para bebida de quinua con enzimas (amiloglucosidasa y α – amilasa) y dilución de 1:7 (quinua: agua). Bianchi *et al.* (2015) reportaron 5 formulaciones de extractos de quinua y soya con rangos de lípidos de 0.11 a 0.43 por ciento. Es conocido que el contenido de lípidos en granos andinos es bajo según

lo reportando en el cuadro 23. Aunque las bebidas vegetales son bajas en grasas saturadas y la mayoría de los productos tienen un recuento calórico comparable al de la leche desnatada, algunos productos contienen tanta energía como la leche entera, originada principalmente de azúcares y otros carbohidratos (Mäkinen *et al.* 2013).

El contenido de proteína en las bebidas con enzimas tiene un rango de 3.16 a 5.02 g/100ml, el tratamiento B3 es que el contiene más proteína 5.02 g/100ml se observa un efecto sinérgico entre las mezclas de 50 por ciento de quinua y 50 por ciento de kiwicha. Comparando estos resultados con las bebidas a base de germinados los valores son menores con un rango de 5.04 a 8.11g/100ml, la bebida con mayor contenido de proteína es la BM5 (100 por ciento germinado de kiwicha) con 8.11 g/100ml, debido también a que los germinados de kiwicha presentaron mayor contenido de proteína (Cuadro 22), se observa también un efecto sinérgico similar al tratamiento B3 con el tratamiento BM3 (50 por ciento germinados de quinua y 50 por ciento germinados de kiwicha) siendo así la segunda bebida con mayor contenido de proteína (7.67g/100ml). En las bebidas con enzimas se usaron proteínas según estudios previos que podrían aumentar la solubilidad de proteica, inicialmente se aplicó la α -amilasa, mediante sacarificación y, posteriormente, dextrinización, con la amiloglucosidasa. Cabe resaltar que el tipo de α -amilasa utilizada es fúngica, normalmente utilizada para panificación, se usó para que ayude en la textura final de la bebida haciéndola más viscosa según previos estudios realizados por Mitchell y Mitchell (1988). Solorzano (2013) estudió la variación de concentración de solución Salina de NaCl para aumentar el rendimiento de la bebida y a la vez aumentar el contenido de proteínas, sin embargo, el contenido de proteína se mantuvo constante. En el presente estudio para potenciar el aumento de proteína se usó como tercera enzima la papaína, donde estudios preliminares indicaron un aumento de proteína en bebida de maní (Abdo y King 1967; Mäkinen *et al.* 2013). Sin embargo, el aumento no fue tan promisorio en comparación a las bebidas malteadas, las mismas razones presentadas en el ítem 4.1.2 sobre el aumento de proteínas durante el proceso germinativo respaldada por estudios previos (Fouad y Rehab 2015; Chavan *et al.* 1989; Aguilar *et al.* 2019). Comparando el contenido de proteínas con otros estudios son similares y hasta un poco superiores, Kaur y Tanwar (2016) determinaron valores de 2.9 g/100ml de proteína en bebidas malteadas (germinadas de 72h y tostadas), 1.5g/100ml de

proteína en bebidas germinadas de 72 h. Bianchi *et al.* (2015) determinaron la proteína de bebidas de extractos de quinua y soya obteniendo un rango de 0.8 a 2.92 por ciento, valores más altos de proteína fueron determinados en este estudio por bebidas fermentadas por *L. casei* con 2 por ciento de soya y quinua, los valores fueron de rango de 1.65 a 4.80 por ciento. Mäkinen *et al.* (2013) describen una realidad hasta momento conocida en relación a la calidad nutricional de las bebidas vegetales quienes detallan las bajas perspectivas en comparación a la leche de vaca con un contenido de proteína mayor (2.9 a 3.7 por ciento), según Food Standards Agency (2002) las bebidas vegetales con mayor contenido de proteína y casi similar a la leche de vaca son las bebidas de soya (2.9 a 3.7 por ciento), en valores menores bebidas de kiwicha (0.6 por ciento) y quinua (1.5 por ciento). Sethi *et al.* (2016) recolectó información de las etiquetas de bebidas comerciales, el contenido de proteína para una bebida con quinua (marca Silk) fue de 1.88 g/100ml, una bebida de soya (marca Silk) contiene 2.91g/100ml y una bebida de almendras (marca Silk) 1.25 g/100ml. Pineli *et al.* (2015), reportaron 1.7 g/100g un valor mayor valor de proteína con 5.6 veces más que la leche de arroz (0.30 g/100g) y a la mitad del valor de la leche de vaca (3.15 g/100g), sin embargo, hasta el momento poco se ha estudiado las bebidas a base de germinados, el presente estudio demuestra claramente que son una alternativa con mayor calidad nutricional considerando que la calidad de la proteína de la quinua y kiwicha son bastante completos en comparación a otro cereal, además del valor de PER que son de 2.7 y 2.6 en quinua y kiwicha respectivamente, cercana a la leche de vaca con un PER de 3.1. (Ranhotra *et al.* 1993; Ruales *et al.* 2002; García *et al.* 1987; Escudero *et al.* 2004).

El contenido de cenizas de las bebidas en las bebidas con enzimas y malteadas apenas existen una diferencia significativa entre ellos, el rango en general varía entre 0.02 a 0.07g/100ml, el tratamiento que resalta por su alto contenido de ceniza es el BM5 (100 por ciento kiwicha malteada). Bianchi *et al.* (2013) reportaron valores un poco más altos de ceniza en extractos de soya y quinua con un rango de 0.13 a 0.33 por ciento, en bebidas fermentadas la ceniza incrementó un poco con valores de 0.32 a 0.63 por ciento. Otro estudio de Kaur y Tanwar (2016) reportaron valores de 0.19g/100ml en bebidas malteadas de quinua y 0.28g/100ml en bebidas malteadas de quinua. Los valores de ceniza reportados en este estudio son menores en comparación con los estudios mencionados

anteriormente, esto puede ser explicado en las bebidas malteadas que ocurre una pérdida de minerales por la lixiviación en el agua durante el remojo, y el uso de minerales para catalizar carbohidratos y proteínas durante la germinación, lo que lleva a su reubicación a las radículas que son eliminadas durante el malteado y por ende disminuido el contenido de minerales Bewley *et al.* (2013).

El contenido de carbohidratos determinado en las bebidas con enzimas tiene un rango de 1.52 a 2.20 g/100ml y similares a las bebidas malteadas con un rango de 1.91 a 2.92g/100ml. En la muestra control son mayores de 12g/100ml, la diferencia entre estos puede ser explicada porque en su formulación además de contener 3 por ciento de quinua tiene 14 por ciento de arroz, dando un aporte mayor en los carbohidratos totales, resultados bastante similares a las bebidas comerciales a base de arroz con un rango de 9.4 a 12.2 por ciento. Una bebida comercial de quinua presenta un mayor contenido de carbohidratos (3.7 por ciento) y lo mismo con la kiwicha (8 por ciento) (Food Standards Agency, 2002). Otros estudios presentan un rango de carbohidrato mayor en bebidas con germinados y malteados (14.9 y 14.70 g/100ml), y de 1.68 a 4.10 por ciento en extractos de quinua y kiwicha, además de valores más altos en bebidas fermentadas (17.32 a 18.53 por ciento). La diferencia entre los resultados de este estudio con los otros mencionados, puede explicarse a la menor presencia de materia seca en la formulación siendo 5 veces menor a otras (Bianchi *et al.* 2013; Kaur y Tanwar 2016).

Por último, los azúcares reductores fueron determinados usando el método de Fehling, el control tiene una cantidad mayor de azúcares con 830 mg/100ml, relacionado también a su mayor contenido de carbohidratos. En el caso de las bebidas con enzimas el rango de la presencia varía entre 133 a 612 mg/100ml, y en bebidas malteadas varían entre 339 a 655mg/100ml. Los valores determinados son bajos en comparación con otros estudios en donde el promedio de azúcares en bebidas de quinua tiene 9.7 – 14.38 g/100ml (Kaur y Tanwar 2016; Pineli *et al.* 2015), siendo más cercanos con algunas bebidas comerciales a base de quinua y kiwicha, 2.5 por ciento y 5 por ciento, respectivamente (Mäkinen *et al.* 2013). Un aspecto nutricional importante para obtener bebidas vegetales a partir de cereales almidonados es la liberación de azúcares libres por acción enzimática, por ello las amilasas son importantes para hacer que la bebida sea fluida y dulce. Sin embargo, en

el presente estudio a pesar del uso de esas enzimas no se logró liberar una cantidad importante de azúcares, según Solorzano (2013) se pudo haber realizado un autoclavado para liberar más carbohidratos y así dar más sitios activos a las enzimas posteriormente añadidas como la α -amilasa y amiloglucosidasa, liberando posteriormente una mayor cantidad de azúcares libres y por ende aumentando el porcentaje de sólidos solubles, tornándolo más dulce y agradable a la bebida. Un estudio realizado por Pineli *et al.* (2015) determinó que la glucosa fue el único azúcar encontrado en el análisis HPLC-RID. Los carbohidratos y el azúcar totales fueron 15 por ciento y 32 por ciento más altos en la leche de quinua que en la de arroz.

En el Anexo 16 se muestra el análisis estadístico del Cuadro 29 con mayor detalle.

Cuadro 29: Composición fisicoquímica y proximal de las bebidas

Muestra	pH	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Grasa (g/100ml)	Proteína (g/100ml)	Ceniza (g/100ml)	Carbohidratos (g/100ml)	Azúcares Reductores (mg Glucosa/100ml)	
Control	6.27 ± 0.47 ^{a,b,c}	12.40 ± 0.00 ^a	0.04 ± 0.00 ^{c,d}	87.26 ± 0.01 ^g	12.73 ± 0.01 ^a	1.00 ± 0.00 ^a	3.76 ± 0.12 ^c	NR	12.00 ± 0.00 ^a	830.00 ± 0.00 ^a	
Bebidas con enzimas	B1	5.83 ± 0.34 ^{b,c,d}	2.40 ± 0.01 ^{c,d,e}	0.05 ± 0.01 ^c	94.25 ± 0.26 ^{a,b}	5.75 ± 0.26 ^{f,g}	0.16 ± 0.01 ^{c,d}	3.53 ± 0.12 ^c	0.02 ± 0.00 ^b	1.92 ± 0.13 ^{b,c}	239.89 ± 3.57 ^f
	B2	4.69 ± 0.25 ^c	2.27 ± 0.00 ^{c,d}	0.09 ± 0.00 ^a	94.13 ± 0.81 ^{a,b}	5.87 ± 0.81 ^{f,g}	0.12 ± 0.04 ^d	3.98 ± 0.13 ^{d,c}	0.02 ± 0.01 ^b	1.61 ± 0.62 ^c	243.59 ± 5.94 ^f
	B3	5.76 ± 0.35 ^{b,c,d}	2.10 ± 0.00 ^{d,e,f}	0.05 ± 0.00 ^c	93.35 ± 0.31 ^{a,b,c}	6.65 ± 0.31 ^{e,f,g}	0.11 ± 0.02 ^d	5.02 ± 0.02 ^{c,d}	0.03 ± 0.00 ^b	1.52 ± 0.31 ^c	133.80 ± 0.96 ^g
	B4	7.14 ± 0.25 ^a	2.03 ± 0.00 ^{e,f}	0.01 ± 0.00 ^c	94.79 ± 0.05 ^a	5.21 ± 0.05 ^g	0.09 ± 0.01 ^d	3.23 ± 0.18 ^c	0.04 ± 0.00 ^b	1.67 ± 0.11 ^{b,c}	612.90 ± 10.22 ^b
	B5	6.17 ± 0.26 ^{a,b,c}	2.40 ± 0.00 ^{c,d,e}	0.03 ± 0.00 ^d	94.39 ± 0.12 ^a	5.61 ± 0.12 ^g	0.12 ± 0.00 ^d	3.16 ± 0.09 ^c	0.04 ± 0.00 ^b	2.20 ± 0.03 ^{b,c}	256.76 ± 3.57 ^f
	Bebidas malteadas	BM1	6.47 ± 0.30 ^{a,b}	1.43 ± 0.00 ^g	0.05 ± 0.00 ^c	92.53 ± 0.20 ^{b,c}	7.47 ± 0.20 ^{e,t}	0.26 ± 0.01 ^{b,c}	5.04 ± 0.07 ^c	0.05 ± 0.01 ^{a,b}	2.06 ± 0.12 ^{b,c}
BM2	5.73 ± 0.18 ^{b,c,d}	1.87 ± 0.00 ^f	0.07 ± 0.00 ^b	90.47 ± 0.18 ^{d,e}	9.53 ± 0.18 ^{c,d}	0.30 ± 0.01 ^b	6.86 ± 0.21 ^b	0.04 ± 0.00 ^b	2.13 ± 0.01 ^{b,c}	655.17 ± 10.92 ^b	
BM3	5.62 ± 0.18 ^{b,c,d,e}	2.43 ± 0.00 ^{c,d,e}	0.07 ± 0.00 ^{a,b}	90.02 ± 0.13 ^{e,f}	9.98 ± 0.13 ^{b,c}	0.28 ± 0.01 ^{a,b}	7.67 ± 0.11 ^b	0.04 ± 0.00 ^b	2.10 ± 0.00 ^{b,c}	500.00 ± 6.76 ^c	
BM4	5.04 ± 0.20 ^{d,e}	3.10 ± 0.00 ^b	0.08 ± 0.00 ^a	91.95 ± 0.44 ^{c,d}	8.05 ± 0.44 ^{d,e}	0.24 ± 0.01 ^{b,c}	5.48 ± 0.38 ^{b,c}	0.03 ± 0.00 ^b	1.91 ± 0.05 ^{b,c}	413.04 ± 9.39 ^d	
BM5	5.23 ± 0.18 ^{c,d,e}	2.70 ± 0.00 ^{b,c}	0.08 ± 0.00 ^{a,b}	88.55 ± 0.14 ^{f,g}	11.45 ± 0.14 ^{a,b}	0.32 ± 0.04 ^a	8.11 ± 0.04 ^b	0.07 ± 0.00 ^a	2.92 ± 0.14 ^b	351.85 ± 6.77 ^c	

Diferentes letras en la misma columna significan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre muestras, bs = base seca

4.3.2 Análisis colorimétrico de las bebidas

Para la evaluación del color de las bebidas se usaron los espacios de color de L^* (luminosidad, 0 a 100), a^* mide valores de grados de rojo (valores positivos) y verde (valores negativos), b^* mide valores de amarillo (valores positivos) y azul (valores negativos), h^* ángulo de tono (ángulo de tono: $0^\circ =$ rojo, $90^\circ =$ amarillo, $180^\circ =$ verde, $270^\circ =$ azul) y C^* es croma (nivel de saturación de h , de 0 a 100), el parámetro de color ΔE (diferencial total de color), que mide la distancia entre dos puntos dentro del espacio $L^*a^*b^*$, midiendo los cambios de tono y saturación, los resultados se muestran en el Cuadro 30 y el análisis estadístico en el Anexo 17. Con respecto al valor de luminosidad el nivel más bajo fue presentado por la bebida B5 (8.40), que es la bebida a base de 100 por ciento kiwicha con enzimas y F1 (8.23) bebida a base de 100 por ciento quinua con enzimas. La bebida con mayor luminosidad fue BM2 (21.83) bebida a 70 por ciento quinua y 30 por ciento kiwicha malteadas y BM5 (21.69) a base de 100 por ciento kiwicha malteada. Las bebidas con germinados presentaron en general más luminosidad que las bebidas con enzimas, esto se puede explicar por la acción de las enzimas α -amilasa y amiloglucosidasa que hicieron más homogéneo las muestras por la ruptura de los carbohidratos y por ende un poco más turbios se puede corroborar por los valores negativos de a^* y positivos de b^* . La muestra control por otro lado tiene una luminosidad superior con un valor de 44.52, la presencia de carbohidratos en la muestra es mayor según se observó en el cuadro 27. Valores de L altos se relaciona a una bebida más homogénea, por el pequeño tamaño de partícula que afectan a su reflectancia de la luz y capacidad de dispersión (Tamime y Robinson 1999; Ciron *et al.* 2012). Por otro lado, Grasso *et al.* (2020) reportaron valores L^* superiores a 60 en bebidas fermentadas de soya, coco, almendras y cajú, explicando sus datos están relacionado al brillo de por el tamaño de las partículas tanto de los glóbulos de grasa como de las proteínas. Los valores b^* más altos (color amarillo) en las bebidas con germinados, se debe al color natural de los granos estudiados que por lo general en kiwicha se reportan con tendencias al amarillo (Chamorro 2018). Agrahar-Murugkar *et al.* (2020) determinaron valores por encima de 50 en bebidas a base de sorgo, mijo, soja germinada, garbanzo germinado y coco, esto se asociada a una mayor homogeneidad.

En el caso de las bebidas con enzimas presentaron valor a^* negativos (eje rojo-verde) resultados similares a otros estudios con bebidas vegetales (Mei *et al.* 2017; Grasso *et al.* 2020), y las bebidas malteadas presentaron valores a^* positivos acentuando ligeramente una tendencia al rojo, esto se debe al proceso de malteado al finalizar la germinación. En cuando a los valores de h^* la bebida control tiene un valor de 95° cercano al color amarillo, valores superiores se evidencia en las bebidas con enzimas con valores que van de un rango de 122.59° a 178.45° , indicando la presencia de color amarillo a verde. En las bebidas malteadas los valores varían de un rango de 46.78° a 66.23° indicando colores entre rojo y amarillo, es decir marrones, esto se debe al proceso de malteado al que fueron sometidos los germinados antes de la preparación de la bebida. Los valores de croma, pureza, saturación o intensidad del color las bebidas son bajos, indicando que son colores son poco intensos, a la vez asociados a los bajos valores de luminosidad presentados anteriormente. Es importante enfatizar la importancia de la evaluación del color en forma cuantitativa con respecto a la calidad de alimentos, las valoraciones están relacionadas con las evaluaciones del consumidor de referencia para la comparación de medidas instrumentales (Rincon *et al.* 2020). Los valores del ΔE son altos, debido a las diferencias cromáticas de las muestras con la bebida control, en general los valores promedios de $L^*a^*b^*$ son muy diferentes por el tipo de formulación (malteados y con enzimas) y además, por las propiedades fisicoquímicas descritas anteriormente, que en consecuencia afectaron también a su color.

Cuadro 30: Análisis colorimétrico de las bebidas

Muestra	L*	a*	b*	h°	C*	ΔE
Control	44.52 ± 0.84 ^a	0.69 ± 2.86 ^c	7.03 ± 0.43 ^c	95.58 ± 0.23 ^d	7.06 ± 2.79 ^d	-
B1	8.23 ± 0.07 ^f	-14.91 ± 0.21 ^d	1.513 ± 0.04 ^g	173.50 ± 3.84 ^a	14.99 ± 0.13 ^{a,b}	81.67 ± 2.64 ^a
B2	14.64 ± 0.17 ^e	-3.18 ± 0.12 ^c	3.00 ± 0.02 ^f	136.63 ± 2.27 ^b	4.37 ± 0.07 ^{d,e}	69.94 ± 0.27 ^b
B3	17.09 ± 0.07 ^d	-1.737 ± 0.17 ^c	2.71 ± 0.08 ^f	122.59 ± 1.69 ^c	3.22 ± 0.11 ^e	68.12 ± 0.16 ^b
B4	15.27 ± 0.28 ^e	-2.62 ± 1.18 ^c	2.80 ± 0.01 ^f	132.99 ± 2.24 ^b	3.84 ± 1.18 ^{d,e}	69.41 ± 0.10 ^b
B5	8.40 ± 0.28 ^f	-16.81 ± 0.11 ^d	0.44 ± 0.09 ^h	178.45 ± 0.86 ^a	16.82 ± 0.12 ^a	83.70 ± 1.06 ^a
BM1	19.60 ± 0.23 ^c	7.45 ± 0.21 ^a	7.93 ± 0.07 ^b	46.78 ± 00.66 ^f	10.88 ± 0.07 ^c	57.74 ± 0.20 ^{d,e}
BM2	21.83 ± 0.66 ^b	7.96 ± 0.23 ^a	9.44 ± 0.18 ^a	49.87 ± 0.09 ^f	12.35 ± 0.14 ^{b,c}	55.51 ± 0.18 ^e
BM3	20.15 ± 0.09 ^c	8.74 ± 0.13 ^a	9.37 ± 0.18 ^a	47.01 ± 1.13 ^f	12.82 ± 0.22 ^{b,c}	55.76 ± 0.28 ^e
BM4	16.97 ± 0.34 ^d	3.01 ± 0.09 ^b	5.64 ± 0.16 ^e	61.88 ± 1.89 ^e	6.39 ± 0.13 ^{d,e}	63.20 ± 0.29 ^c
BM5	21.69 ± 0.05 ^b	2.84 ± 0.03 ^b	6.44 ± 0.01 ^d	66.23 ± 0.51 ^e	7.04 ± 0.01 ^d	60.90 ± 0.22 ^{c,d}

Diferentes letras en la misma columna significan una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre muestras.

4.3.3 Estabilidad de la suspensión de las bebidas

En el Cuadro 31 se muestran los resultados del análisis de estabilidad de la suspensión de las bebidas, fue importante realizar este análisis debido a que en la formulación no se consideró la adición de algún estabilizante, similar a la mayoría de las bebidas comerciales. Los índices de estabilidad son bajos en un rango de 0.05 a 0.31, estadísticamente similares ($p < 0.05$) entre las formulaciones, siendo el valor igual 1 a la estabilidad de la leche de vaca comercial. Deshpande *et al.* (2008) reportaron valores de 0.87 a 0.99 en bebidas chocolatadas saborizadas con maní a base de soya, para lograr estos valores altos utilizaron como estabilizantes y para mejorar la consistencia: carragenina, maltodextrina y lecitina de soya. Otro estudio realizado por Hinds *et al.* 1997^b, determinaron valores de índice de estabilidad de 0.4 a 0.5 en bebidas vegetales a base de maní tostado, utilizando estabilizantes como CM (carragenina kappa y iota) y HV (mono y diglicéridos hidrogenados), explican que la baja estabilidad se debió a las proteínas desnaturalizadas resultantes del tostado, adicionalmente midieron el NSI (índice de solubilidad de nitrógeno) hallando valores bajos que indican la desnaturalización de la proteína, explican que la temperatura de cocción de 71°C antes de la homogeneización mejoraría la desnaturalización y la exposición de los grupos no polares en las moléculas de proteína (BeMiller y Whistler 1996). Yadav *et al.* (2017) indican que las bebidas vegetales contienen partículas insolubles, como proteínas, almidón, fibra y otros materiales celulares, sumado a la diferencia de densidad, estas partículas se depositan y hacen que el producto sea inestable; por ello se recomiendan disminuir el tamaño de las partículas con una buena homogeneización o utilizando hidrocoloides y emulsionantes (Durand *et al.* 2003). Otro factor que afecta la estabilidad es el tratamiento térmico por la coagulación producida por el desplegamiento de las proteínas, esto como resultado de la exposición de aminoácidos no polares al agua, lo que mejora las interacciones proteína-proteína y da como resultado la agregación y sedimentación o gelificación. La estabilidad térmica de las proteínas depende del pH, la fuerza iónica y la presencia de otros compuestos como minerales y carbohidratos (Phillips *et al.* 1994; McSweeney *et al.* 2004).

Cuadro 31: Índice de Estabilidad de las bebidas

Muestra	Índice de estabilidad
Control	0.07 ± 0.01 ^a
B1	0.10 ± 0.01 ^a
B2	0.16 ± 0.02 ^a
B3	0.09 ± 0.01 ^a
B4	0.06 ± 0.01 ^a
B5	0.05 ± 0.01 ^a
BM1	0.22 ± 0.07 ^a
BM2	0.26 ± 0.09 ^a
BM3	0.31 ± 0.12 ^a
BM4	0.17 ± 0.04 ^a
BM5	0.13 ± 0.06 ^a

4.3.4 Propiedades reológicas de las bebidas

Los parámetros reológicos de las bebidas elaboradas fueron descritos por la ley de la potencia, se encuentran en el Cuadro 32. Las formulaciones presentadas son de acorde con las descritas en el cuadro 28 para las bebidas malteadas (BM) y para las bebidas con enzimas (B), la temperatura de las muestras durante el análisis fue de 20°C. El coeficiente de determinación (R^2) para el modelo osciló de 0,99 a 1, mostrando un ajuste adecuado de las curvas de flujo. Los valores del índice de comportamiento de flujo muestran un $n > 1$, varían en un rango de 1.29 a 1.47, indicando el comportamiento de un fluido dilatante poco común en los alimentos. Valores similares fueron reportados por Dail y Steffe (1990) con soluciones diluidas de almidón de maíz, obtuvieron valores n entre 1.1 y 1.9., la mejor explicación para esta observación fue que las pequeñas tensiones de cizallamiento en el fluido, debidas a altas temperaturas, bajas velocidades de cizallamiento y bajas concentraciones de almidón, no podían deformar los gránulos de almidón relativamente rígidos. Esto sigue la misma lógica utilizada por Christianson *et al.* (1982) y Christianson y Bagley (1983) por sus observaciones sobre la dilatación.

Cuadro 32: Parámetros reológicos de las bebidas con granos andinos

Muestra	Coefficiencia de Consistencia (k, Pa.s)	Indice del comportamiento de flujo (n)	R²	Viscosidad aparente (Pa.s)	R²
Control	4.70	1.47	1.00	22.09	0.99
B1	4.48	1.46	1.00	20.66	0.99
B2	4.67	1.43	1.00	19.90	0.99
B3	5.28	1.39	0.99	20.21	0.97
B4	5.09	1.39	0.99	19.59	0.97
B5	5.71	1.36	0.99	19.68	0.99
BM1	4.92	1.46	0.99	22.24	0.98
BM2	8.34	1.31	1.00	23.84	0.99
BM3	9.05	1.29	0.99	23.70	0.98
BM4	6.03	1.39	0.99	21.87	0.99
BM5	5.17	1.43	0.99	22.32	0.98

Las gráficas de esfuerzo de corte con velocidad de corte se muestran en la Figura 14 y 15, los reogramas obtenidos para todos los tratamientos de las bebidas con enzimas y germinados son similares. Se utilizó la ley de la potencia para describir el comportamiento reológico. Se calculó el índice de consistencia para el control 4.70 Pa.s., para las bebidas con enzimas presentaron un rango de 4.48 a 5.71 Pa.s. y un rango de 4.92 a 9.05 Pa.s para bebidas con germinados. Se determinó que el efecto enzimático influyó en el comportamiento, resultando en un fluido dilatante, debido a que el valor de n es mayor a 1. El resultado se puede explicar por la presencia de almidones libres en la quinua y kiwicha debido a la aplicación de las enzimas α -amilasa y amilogucosidasa. Similar comportamiento en las bebidas a base de germinados por la movilización de nutrientes durante el proceso germinativo pudo también influir en su comportamiento (Bewley *et al.* 2013).

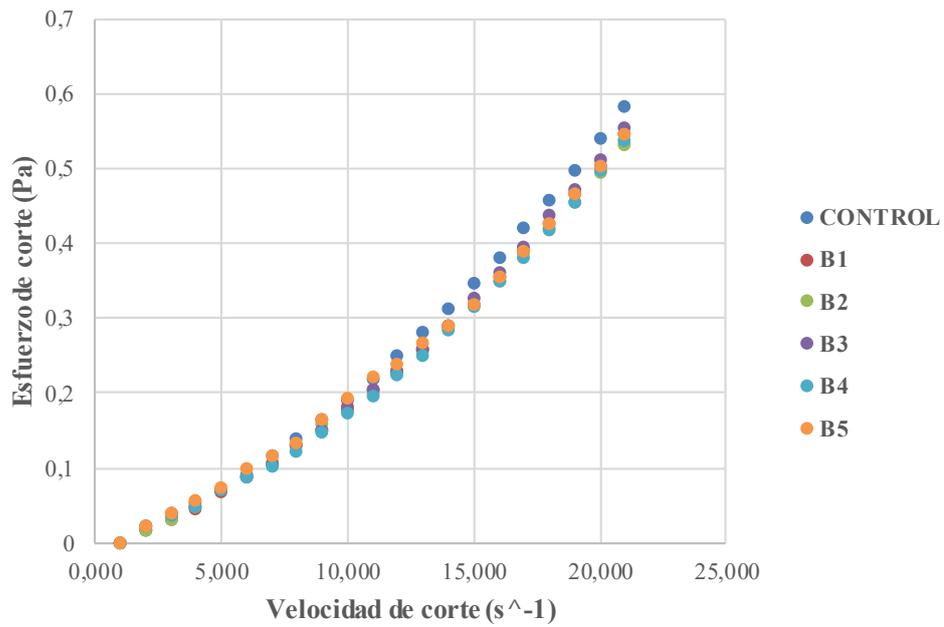


Figura 14: Curvas de la relación de esfuerzo de corte por velocidad de corte para la bebida control y bebidas con enzimas

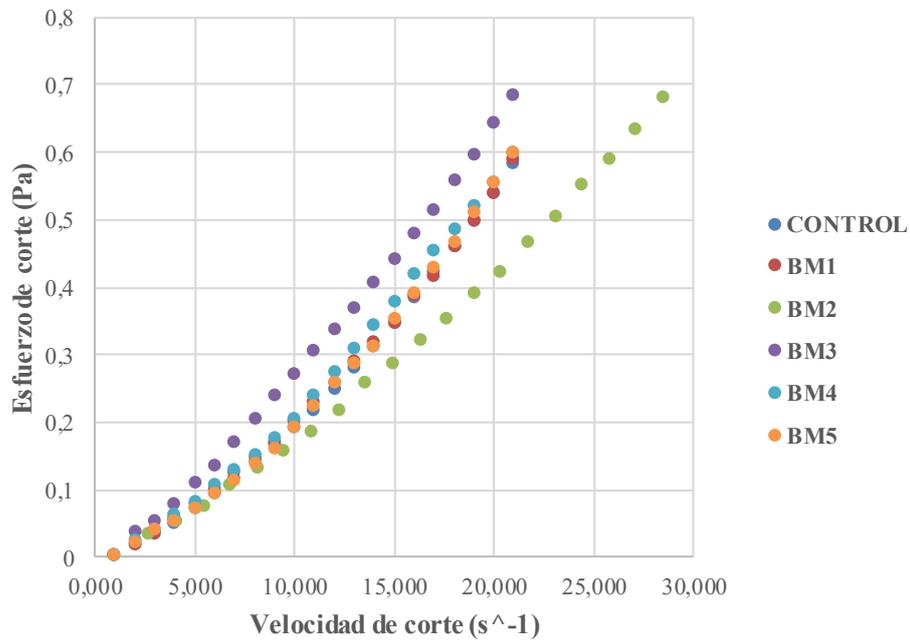


Figura 15: Curvas de la relación de esfuerzo de corte por velocidad de corte para la bebida control y bebidas malteadas

Las Figuras 16 y 17 muestran la relación de la viscosidad aparente con la velocidad de corte para las bebidas con enzimas y malteadas, respectivamente. Fueron calculados a partir de los reogramas mediante el modelo de la ley de potencia, se observa que los valores de esfuerzo de corte aumentan con el incremento de la viscosidad aparente. El incremento de la viscosidad se puede atribuir por el contenido del almidón presente, esta tendencia puede deberse al efecto de la gelatinización del almidón realizado en el proceso de pasteurización de la bebida. Este es un comportamiento típico de la viscosidad del almidón de cereales, es decir, un aumento significativo de la viscosidad y una reducción con la agitación, debido a la rotura del gránulo de almidón. (Faccin *et al.* 2009). Vitali y Rao (1984) indican que la viscosidad aparente depende de la velocidad del corte y temperatura, dicho comportamiento se identifica como un fluido dilatante, poco común en alimentos. El comportamiento fue similar para la bebida control que según su formulación contiene 14 por ciento de arroz, puede deberse a las características del almidón de arroz, el pronóstico de comportamiento fue un aumento de la viscosidad debido a la retrogradación del almidón. La presencia de lípidos (1g/100ml) en la bebida podría haber evitado la formación de enlaces de hidrógeno entre amilosa / amilosa, amilosa / amilopectina y amilopectina / amilopectina en soluciones (Whistler *et al.* 1965).

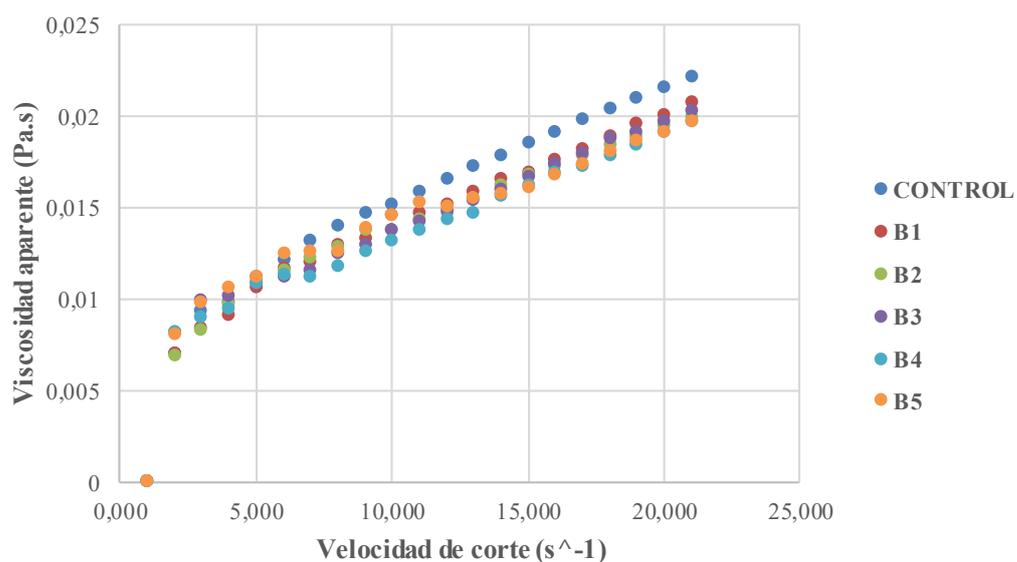


Figura 16: Curvas de la relación de viscosidad aparente por velocidad de corte para la bebida control y bebidas con enzimas

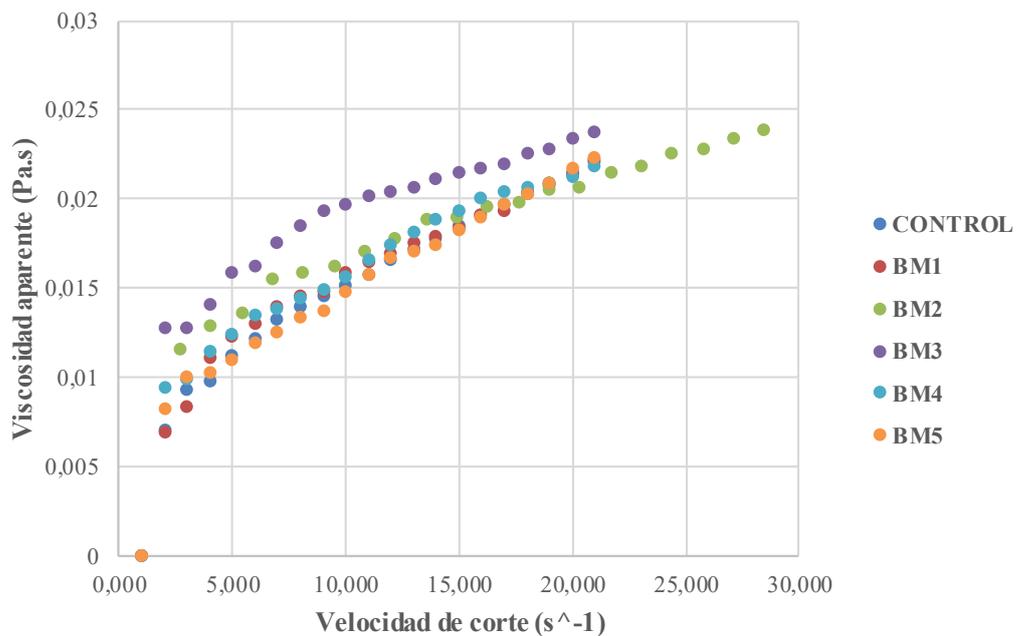


Figura 17: Curvas de la relación de viscosidad aparente por velocidad de corte para la bebida control y bebidas malteadas

4.3.5 Análisis sensorial CATA en consumidores de Perú

En el Cuadro 33 se presentan los resultados de la prueba Q de Cochran para los consumidores peruanos, de los 28 atributos evaluados, no se encontraron diferencias significativas en 7 atributos verde, plomo, hierbas frescas, hierbas secas, como pasto, gelatinoso y pegajoso, descriptores relacionados al color y olor, es decir los evaluadores indicaron que estos atributos son similares entre las formulaciones. Respecto a los descriptores amarillo, blanco y rojo, se observó un comportamiento similar para todas las formulaciones a excepción de F2, F7, F1 y F5, para cada atributo, respectivamente. Los atributos de olor a madera, tierra y nuez fueron bajos para la F7 y en el caso de F5, fue respecto a la textura líquida, suave y homogénea, aunque obtuvo valores altos para grumoso, granuloso, debido a la presencia de partículas en la bebida para esta formulación. En la F1 obtuvo valores superiores para oscuro, marrón, rojo, olor como el grano y tierra, textura grumosa, suave, granulosa y homogénea e inferiores para el resto de atributos. La F2 registró valores inferiores para casi incoloro, color ligero, blanco, rojo,

marrón, oscuro, olor como el grano, olor a caramelo, olor a nuez, olor a soya, textura grumosa y valores superiores para los demás atributos. Respecto a la F3 presentó calificaciones superiores para casi incoloro, color ligero, amarillo, olor como el grano, olor a madera, olor a tierra, olor quemado, olor a soya, textura líquida, suave y homogéneo. En la F4 se encontraron valores altos en casi incoloro, color ligero, olor al grano, olor a madera, olor a tierra, olor a soya y textura líquida. La F5 presentó altos valores para rojo, marrón, oscuro, olor a madera, olor a tierra, olor químico, olor a quemado, textura grumosa y granulosa. En F6 valores superiores para casi incoloro, color ligero, olor como el grano, olor a madera y textura líquida. Finalmente, para F7 se obtuvieron valores altos para color ligero, blanco, olor como el grano, olor a caramelo, olor a nuez, olor a soya, textura líquida, suave y homogéneo. Un similar comportamiento registró Marcano *et al.* (2015) quienes encontraron diferencias significativas en 29 de los 32 términos relacionados con la textura y el sabor en muestras de tartas de queso, sugiriendo que el método todo lo que corresponda (CATA) permite distinguir los atributos de las muestras de acuerdo a la percepción de los consumidores. Del mismo modo, Pramudya y Seo (2018) en muestras de arroz cocido como Esmerino *et al.* (2017) en muestras de yogurt griego.

Cuadro 33: Test de Q Crochran de los datos CATA de los consumidores peruanos

Atributos	valores-p	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Casi incoloro	0.000	0.103 (a)	0.175 (a)	0.412 (b)	0.567 (b)	0.093 (a)	0.454 (b)	0.144 (a)
Ligero	0.000	0.206 (ab)	0.330 (abc)	0.371 (bc)	0.320 (abc)	0.165 (a)	0.402 (c)	0.361 (bc)
Amarillo claro	0.000	0.103 (a)	0.381 (b)	0.247 (ab)	0.124 (a)	0.103 (a)	0.247 (ab)	0.113 (a)
Amarillo	0.024	0.062 (a)	0.155 (b)	0.113 (a)	0.052 (a)	0.052 (a)	0.052 (a)	0.062 (a)
Blanco	0.000	0.041 (a)	0.113 (a)	0.052 (a)	0.103 (a)	0.062 (a)	0.103 (a)	0.381 (b)
Rojo	0.028	0.021 (b)	0.000 (a)	0.000 (a)	0.000 (a)	0.031 (b)	0.000 (a)	0.000 (a)
Verde	0.370	0.010 (a)	0.010 (a)	0.000 (a)	0.000 (a)	0.000 (a)	0.021 (a)	0.000 (a)
Marrón	0.000	0.680 (b)	0.031 (a)	0.021 (a)	0.021 (a)	0.629 (b)	0.000 (a)	0.021 (a)
Plomo	0.300	0.031 (a)	0.052 (a)	0.041 (a)	0.041 (a)	0.041 (a)	0.010 (a)	0.082 (a)
Oscuro	0.000	0.113 (c)	0.031 (ab)	0.010 (a)	0.010 (a)	0.103 (bc)	0.010 (a)	0.010 (a)
Como el grano	0.000	0.526 (c)	0.237 (a)	0.381 (abc)	0.443 (bc)	0.330 (ab)	0.392 (abc)	0.443 (bc)
Hierbas frescas	0.094	0.082 (a)	0.165 (a)	0.113 (a)	0.196 (a)	0.144 (a)	0.175 (a)	0.082 (a)
Hierbas secas	0.224	0.134 (a)	0.175 (a)	0.155 (a)	0.113 (a)	0.134 (a)	0.206 (a)	0.093 (a)
Como pasto	0.096	0.165 (a)	0.165 (a)	0.186 (a)	0.113 (a)	0.113 (a)	0.124 (a)	0.052 (a)
Caramelo	0.000	0.021 (a)	0.021 (a)	0.000 (a)	0.031 (a)	0.021 (a)	0.031 (a)	0.237 (b)
Madera	0.031	0.134 (ab)	0.196 (b)	0.124 (ab)	0.134 (ab)	0.196 (b)	0.165 (ab)	0.052 (a)
Tierra	0.000	0.196 (bc)	0.247 (c)	0.144 (abc)	0.113 (abc)	0.196 (bc)	0.082 (ab)	0.031 (a)
Químico	0.000	0.021 (a)	0.082 (ab)	0.052 (a)	0.010 (a)	0.155 (b)	0.010 (a)	0.031 (a)
Nuez	0.000	0.103 (a)	0.062 (a)	0.082 (a)	0.062 (a)	0.082 (a)	0.082 (a)	0.237 (b)
Quemado	0.013	0.062 (ab)	0.124 (b)	0.041 (ab)	0.021 (a)	0.072 (ab)	0.021 (a)	0.041 (ab)
Soya	0.006	0.000 (a)	0.000 (a)	0.010 (ab)	0.021 (ab)	0.000 (a)	0.000 (a)	0.052 (b)
Grumoso	0.000	0.165 (abc)	0.258 (bc)	0.072 (a)	0.113 (ab)	0.309 (c)	0.144 (ab)	0.113 (ab)
Líquido	0.000	0.680 (ab)	0.639 (ab)	0.773 (b)	0.742 (b)	0.515 (a)	0.784 (b)	0.691 (b)
Suave	0.005	0.247 (ab)	0.175 (a)	0.258 (ab)	0.320 (ab)	0.165 (a)	0.237 (ab)	0.361 (b)
Granuloso	0.000	0.196 (ab)	0.216 (ab)	0.186 (ab)	0.165 (ab)	0.309 (b)	0.155 (a)	0.072 (a)
Gelatinoso	0.244	0.072 (a)	0.082 (a)	0.052 (a)	0.021 (a)	0.072 (a)	0.021 (a)	0.062 (a)
Homogéneo	0.002	0.134 (ab)	0.103 (ab)	0.082 (ab)	0.072 (a)	0.052 (a)	0.072 (a)	0.196 (b)
Pegajoso	0.224	0.021 (a)	0.010 (a)	0.010 (a)	0.000 (a)	0.052 (a)	0.031 (a)	0.021 (a)

En la Figura 18, se observa los resultados mediante el análisis de correspondencia. El cual explica el 79.89 por ciento del total de la variabilidad de los datos. Se observaron la conformación de tres grupos, el primer grupo F1 y F5 fueron descriptos como pegajosos, gelatinosos, grumoso, olor a químico y oscuro. El segundo grupo conformado por F2, F3, F4 y F6 se describieron como líquido, caso incoloro, amarillo claro, amarillo, olor ligero, olor a hierbas secas y olor a hierbas frescas. Finalmente, el tercer grupo por la muestra F7 caracterizadas por ser blanco, olor a nuez y de textura homogénea. Estos resultados son similares a los reportados por Henrique *et al.* (2014) para muestras de jamón cocido

encontrando una varianza del 82.9 por ciento en las dos primeras dimensiones. Donde la primera dimensión describió términos de aspecto uniforme, blando, delicioso y sabroso relacionados a atributos positivos y para los atributos negativo como mal sabor, sabor extraño y duro. De igual manera, Esmerino *et al.* (2017) reportó para la primera y segunda dimensiones una varianza de 71.47 por ciento en muestras de yogur griego, generando un 44.36 por ciento para la primera dimensión, donde se representó positivamente a los atributos de sabor a vainilla y olor a vainilla; y negativamente a los atributos principales de sabor a queso, olor a queso y salado.

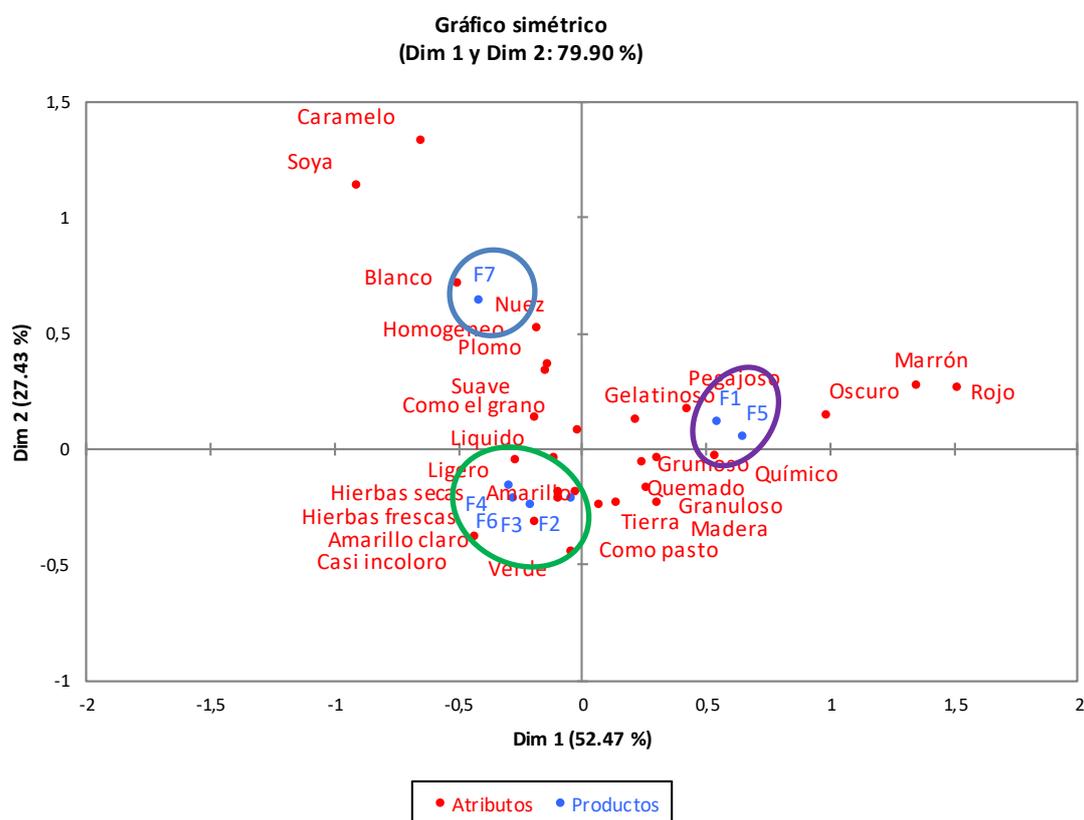


Figura 18: Análisis de correspondencia a los datos CATA de Perú.

4.3.6 Análisis sensorial CATA en consumidores de Finlandia

En el Cuadro 32 se presenta los resultados de la prueba Q de Cochran para los consumidores finlandeses, de los 28 atributos evaluados, no se encontraron diferencias significativas en 9 atributos amarillo claro, rojo, verde, olor a hierbas frescas, olor a hierbas secas, grumosa, líquido y suave y pegajoso, por lo que, los evaluadores indicaron que estos atributos son similares entre las formulaciones, específicamente en términos de color y textura. Respecto a los descriptores casi incoloro, oscuro, blanco, marrón y plomo, se observó un comportamiento similar para todas las formulaciones donde se observó la conformación de dos grupos para cada atributo. Los atributos de color ligero, amarillo, blanco, olor como grano, olor caramelo, olor a nuez, olor a soya y gelatinosos fueron bajos para la F1. Respecto al descriptor amarillo, blanco, olor a pasto, olor químico, textura granulosa, registraron valores bajos en la bebida F4.

En la Figura 19 se muestra el análisis de correspondencia del CATA para los consumidores finlandeses, el cual explica el 79.54 por ciento del total de la variabilidad de los datos, a diferencia de los consumidores peruanos, los evaluadores finlandeses representaron cuatro grupos. El primer grupo conformado por F3, F4 y F6 descriptos como textura líquida, suave, olor como el grano y color ligero. Respecto al segundo grupo F1 y F5 fueron calificados como textura homogénea, oscuro y marrón. El tercer grupo F2 caracterizado por olor a tierra, olor a madera, olor a hierbas secas y olor como pasto. Para el cuarto grupo conformado por F7, fue descrito como nuez, caramelo, amarillo y amarillo claro. Estos resultados guardan relación con los atributos y el porcentaje de varianza hallados por Marcano *et al.* (2015) en muestras de tartas de queso, donde registraron una varianza del 92.72 por ciento en las dos primeras dimensiones, siendo el 77.65 por ciento para la primera dimensión se encontraron los atributos de sabor a caramelo, suave, cremoso, sabor a leche, dulce y húmedo como atributos positivos; respecto a duro, gomoso, sabor desagradable, seco y sabor harina utilizados como descriptores negativos.

Cuadro 34: Test de Q Crochran de los datos CATA de los consumidores de Finlandia

Atributos	valores-p	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Casi incoloro	0.003	0.000 (a)	0.000 (a)	0.129 (a)	0.129 (a)	0.000 (a)	0.129 (a)	0.000 (a)
Ligero	0.000	0.000 (a)	0.290 (ab)	0.806 (c)	0.645 (bc)	0.129 (a)	0.839 (c)	0.677 (c)
Oscuro	0.000	0.742 (b)	0.452 (b)	0.032 (a)	0.000 (a)	0.548 (b)	0.000 (a)	0.032 (a)
Amarillo claro	0.316	0.032 (a)	0.032 (a)	0.097 (a)	0.129 (a)	0.065 (a)	0.097 (a)	0.161 (a)
Amarillo	0.000	0.032 (a)	0.161 (ab)	0.032 (a)	0.419 (b)	0.226 (ab)	0.161 (ab)	0.323 (ab)
Blanco	0.000	0.000 (a)	0.032 (a)	0.645 (b)	0.581 (b)	0.065 (a)	0.548 (b)	0.645 (b)
Rojo	0.423	0.032 (a)	0.000 (a)	0.000 (a)	0.000 (a)	0.032 (a)	0.000 (a)	0.000 (a)
Verde	0.193	0.000 (a)	0.032 (a)	0.000 (a)	0.000 (a)	0.032 (a)	0.000 (a)	0.065 (a)
Marrón	0.000	0.903 (b)	0.742 (b)	0.000 (a)	0.032 (a)	0.806 (b)	0.032 (a)	0.032 (a)
Plomo	0.001	0.161 (ab)	0.258 (ab)	0.226 (ab)	0.129 (ab)	0.032 (a)	0.290 (b)	0.032 (a)
Como el grano	0.011	0.258 (a)	0.355 (ab)	0.548 (ab)	0.387 (ab)	0.323 (ab)	0.645 (b)	0.419 (ab)
Hierbas frescas	0.537	0.129 (a)	0.194 (a)	0.226 (a)	0.129 (a)	0.161 (a)	0.194 (a)	0.065 (a)
Hierbas secas	0.081	0.258 (b)	0.161 (ab)	0.097 (ab)	0.129 (ab)	0.129 (ab)	0.097 (ab)	0.000 (a)
Como pasto	0.000	0.290 (ab)	0.516 (b)	0.129 (a)	0.290 (ab)	0.452 (b)	0.032 (a)	0.065 (a)
Caramelo	0.001	0.000 (a)	0.000 (a)	0.129 (ab)	0.032 (ab)	0.000 (a)	0.129 (ab)	0.226 (b)
Madera	0.013	0.323 (ab)	0.258 (ab)	0.129 (ab)	0.161 (ab)	0.387 (b)	0.161 (ab)	0.097 (a)
Tierra	0.000	0.355 (ab)	0.613 (b)	0.355 (ab)	0.194 (a)	0.548 (b)	0.161 (a)	0.032 (a)
Químico	0.000	0.258 (ab)	0.000 (a)	0.065 (a)	0.419 (b)	0.129 (a)	0.000 (a)	0.129 (a)
Nuez	0.000	0.097 (a)	0.032 (a)	0.323 (ab)	0.097 (a)	0.032 (a)	0.452 (bc)	0.774 (c)
Quemado	0.000	0.226 (b)	0.032 (a)	0.000 (a)	0.032 (a)	0.032 (a)	0.000 (a)	0.000 (a)
Soya	0.017	0.097 (a)	0.387 (b)	0.129 (ab)	0.161 (ab)	0.258 (ab)	0.226 (ab)	0.129 (ab)
Grumoso	0.180	0.194 (a)	0.129 (a)	0.323 (a)	0.129 (a)	0.194 (a)	0.226 (a)	0.290 (a)
Líquido	0.671	0.645 (a)	0.742 (a)	0.742 (a)	0.774 (a)	0.645 (a)	0.742 (a)	0.645 (a)
Suave	0.323	0.355 (a)	0.452 (a)	0.387 (a)	0.323 (a)	0.355 (a)	0.516 (a)	0.516 (a)
Granuloso	0.000	0.258 (b)	0.097 (ab)	0.000 (a)	0.065 (ab)	0.258 (b)	0.000 (a)	0.065 (ab)
Gelatinoso	0.052	0.419 (a)	0.452 (a)	0.581 (a)	0.484 (a)	0.452 (a)	0.484 (a)	0.710 (b)
Homogéneo	0.002	0.290 (b)	0.129 (ab)	0.097 (ab)	0.097 (ab)	0.226 (ab)	0.032 (a)	0.000 (a)
Pegajoso	0.334	0.065 (a)	0.000 (a)	0.032 (a)	0.032 (a)	0.097 (a)	0.000 (a)	0.032 (a)

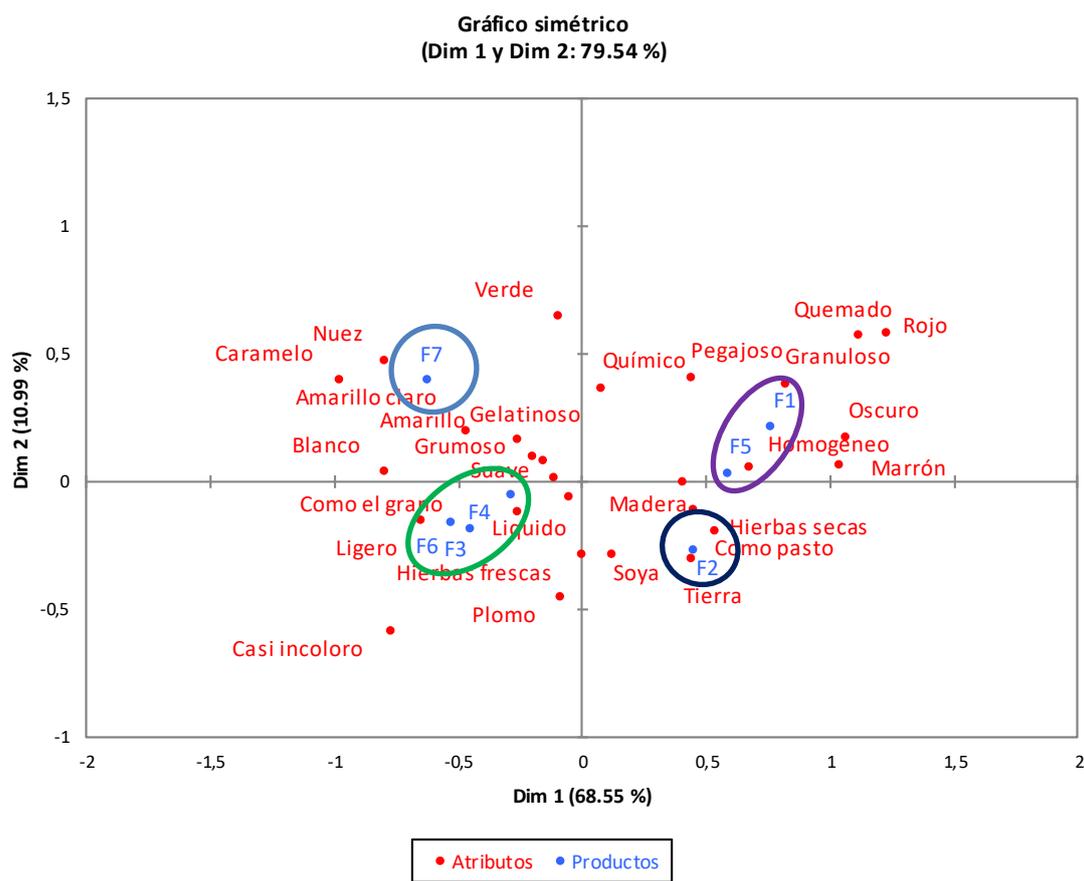


Figura 19: Análisis de correspondencia a los datos CATA de Finlandia.

4.3.7 Comparación de las muestras por el método CATA para los consumidores peruanos y finlandeses.

La comparación de los datos obtenidos por el método marque todo lo que corresponda (CATA) aplicando el análisis de correspondencia (CA) para los consumidores peruanos y finlandeses, fue evaluado a través del coeficiente R_v , como se observa en el Cuadro 35, se obtuvo un coeficiente R_v de 0.77 ± 0.25 , el cual indica una similitud entre las configuraciones de las muestras obtenidas en la evaluación realiza por los consumidores de los diferentes países. Por lo tanto, estos métodos rápidos pueden favorecer en la descripción sensorial de los productos indistintamente del lugar de origen del evaluador. En un estudio realizado por Liu *et al.* (2018) obtuvieron un coeficiente R_v comparando diferentes métodos, el análisis descriptivo convencional y el Perfil Flash registrando

valores de 0.858 y 0.804 entre el Perfil Flash y el Perfil de Libre Elección en vinos, valores similares a los encontrados en el presente estudio. Estos resultados son consistentes con Esmerino *et al.* (2017) en muestras de yogur griego para las comparaciones realizadas entre el Perfil de pivote y marque todo lo que corresponda (CATA), mapeo proyectivo con marque todo lo que corresponda (CATA) y Perfil de pivote con mapeo proyectivo quienes informaron coeficientes RV de 0.82; 0.83 y 0.88 respectivamente, indicando una adecuada correlación entre las configuraciones de las muestras.

Cuadro 35: Coeficiente Rv para los resultados del CATA para los consumidores peruanos y finlandeses

Muestras	CATA Perú		CATA Finlandia	
	Dim 1	Dim 2	Dim 1	Dim 2
F1	0.5412	0.1168	0.7616	0.2185
F2	-0.0498	-0.2087	0.4494	-0.2650
F3	-0.2129	-0.2394	-0.4493	-0.1786
F4	-0.3008	-0.1590	-0.2892	-0.0467
F5	0.6507	0.0517	0.5830	0.0370
F6	-0.2807	-0.2099	-0.5328	-0.1563
F7	-0.4205	0.6402	-0.6233	0.3984
Coficiente Rv	0.77 ±0.25			

En la Figura 20, se observa la relación de las muestras mediante el análisis jerárquico de factores múltiples (HMFA). Donde se explica el 67.19 por ciento del total de la variabilidad de los datos, los consumidores indistintamente del país de origen ubican de manera similar a las muestras F1, F2, F3, F4, F5 y F6, aunque para la muestra F7 presentan ligeras diferencias. Al evaluar las configuraciones, es claro que se muestran un patrón similar a los mapas sensoriales de cada país. Se conformaron cuatro grupos, el primer grupo F1 y F5, segundo grupo F3, F4 y F6 y el tercer y cuarto grupo F2 y F7, respectivamente. Este análisis concuerda con el coeficiente Rv encontrado de 0.77 y es similar los registrado por Vidal *et al.* (2019) hallaron coeficientes RV de 0.70 utilizando el método CATA y TCATA. Alexi *et al.* (2018) encontraron valores altos de coeficientes RV entre el análisis descriptivo con panelistas capacitados y el método CATA con individuos semi-entrenados y consumidores, manifestando similitudes entre las muestras estudiadas.

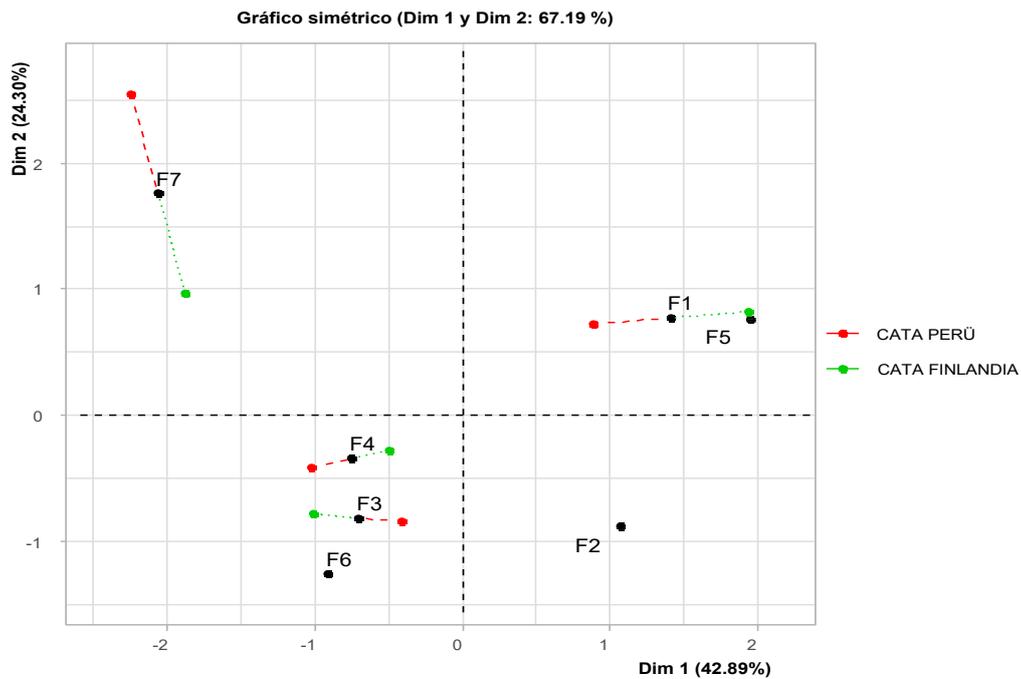


Figura 20: Relación de las muestras mediante HMFA para Perú y Finlandia.

Se aplicó el análisis jerárquico de factores múltiples (HMFA) para identificar la similitud o diferencias de los resultados obtenidos para los consumidores de Perú y Finlandia (Figura 21). Los resultados indican un gran similitud y concordancia de agrupación respecto a las muestras estudiadas, donde se muestra una relación de semejanza entre ambos países. Es decir, indistintamente del país de origen o de donde se realice el análisis sensorial mediante CATA, los consumidores describen y agrupan a las muestras de forma similar. Ares *et al.* (2010^b) menciona que al trabajar con los con diferentes consumidores o métodos, la proximidad de los resultados obtenidos proporciona información para determinar similitudes o disimilitudes, indicando su alta o baja concordancia entre los dos consumidores o métodos.

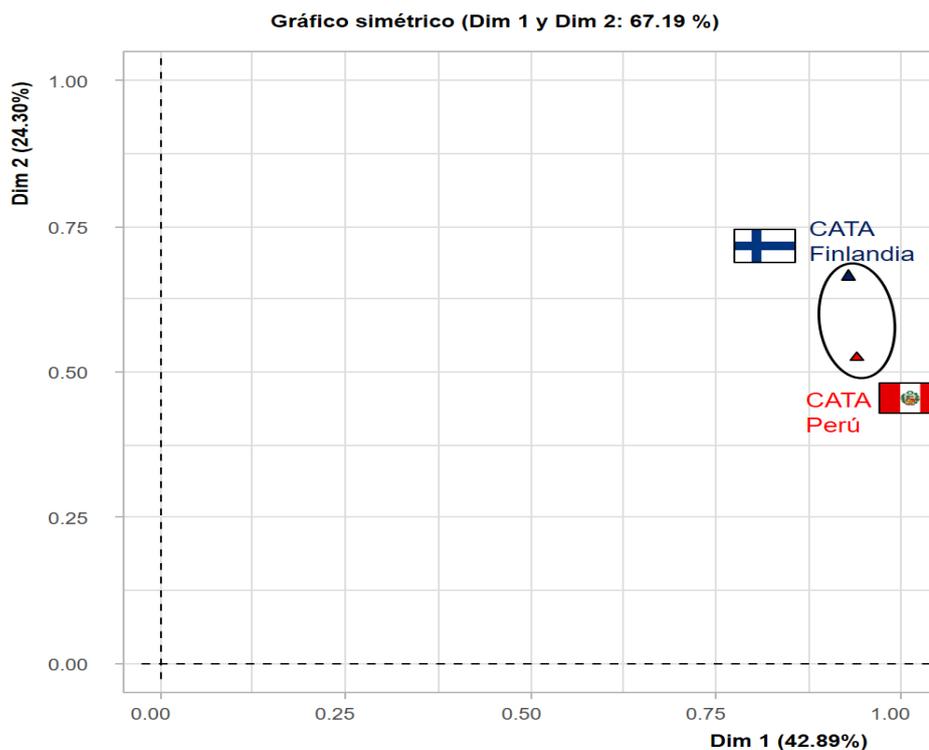


Figura 21: Relación del mapa sensorial mediante HMFA para los consumidores de Perú y Finlandia.

4.3.8 Aceptabilidad de las muestras por los consumidores peruanos

La evaluación de la aceptación sensorial solo se pudo definir en el estudio realizado en Perú por el número mayor de panelistas no entrenados que participaron en el estudio. En la Figura 22 se muestra el análisis de correspondencia de los descriptores respecto a la aceptabilidad, se observó que la muestra F7 (muestra control) es la más aceptada por los consumidores peruanos. Sin embargo, el grupo conformado por F2 (100 por ciento kiwicha malteada), F3 (100 por ciento quinua con enzimas), F4 (100 por ciento kiwicha con enzimas) y F6 (50 por ciento quinua y 50 por ciento kiwicha con enzimas), podrían ser reformulados para alcanzar mejores valores de aceptabilidad. En la Figura 23 se muestran las medias de aceptabilidad del producto el F4 (100 por ciento kiwicha con enzimas) obtuvo mayor aceptación que cualquier otra bebida del estudio.

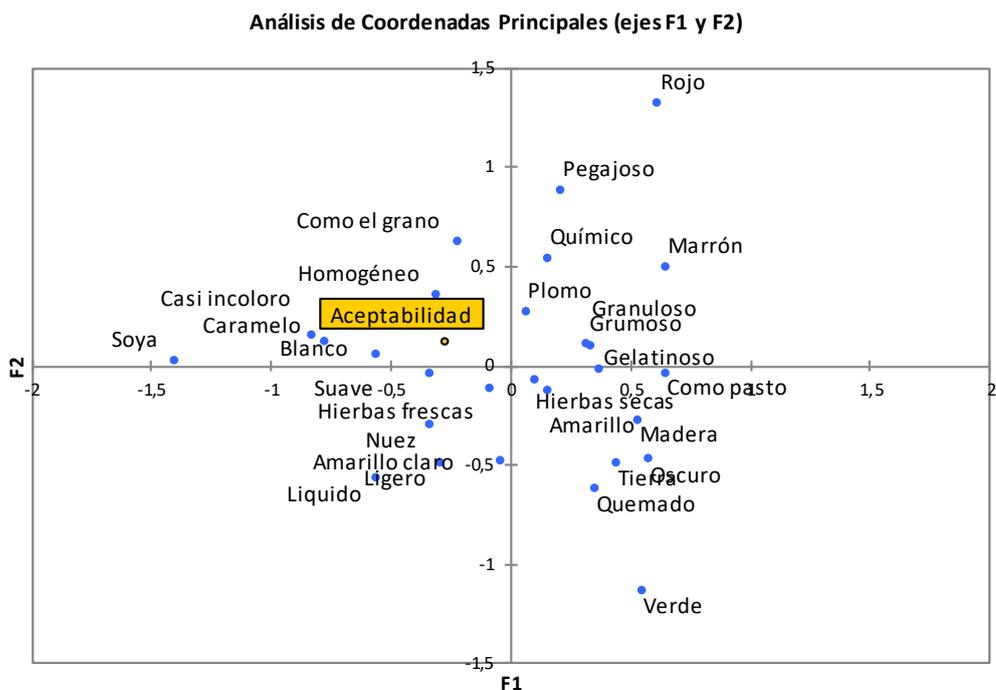


Figura 22: Análisis de correspondencia de aceptabilidad

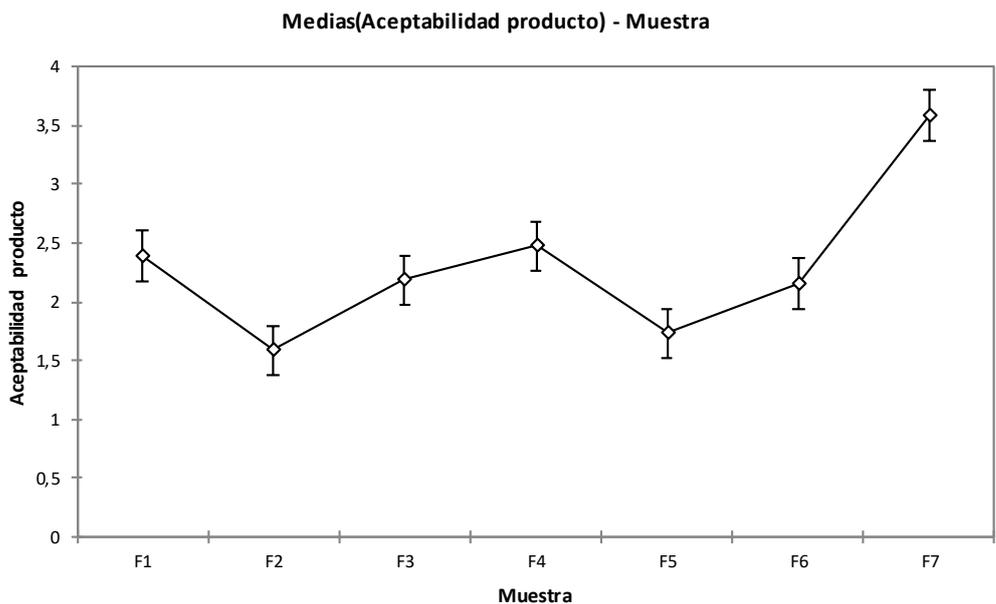


Figura 23: Medias de la aceptabilidad de las muestras en Perú

V. CONCLUSIONES

1. La composición proximal de los granos andinos como materia prima muestra una diferencia significativa en el aumento del contenido de la proteína de 1.5 y 2 veces mayor en kiwicha y quinua, respectivamente, durante la germinación. Hubo una disminución significativa de los lípidos durante la germinación del 50 por ciento en la quinua y 30 por ciento en la kiwicha. Los procesos de germinación y malteado mejoran la composición nutricional de la quinua y la kiwicha al aumentar la calidad de la proteína por la producción del aminoácido limitante lisina. Además, ambos procesos favorecen la acumulación de compuestos fenólicos en los granos, aumentando significativamente su capacidad antioxidante. Los resultados fomentan la aplicación de quinua y kiwicha germinadas y malteado como ingredientes potenciales para el desarrollo de productos innovadores y nutritivos
2. En la elaboración de las bebidas a base de granos andinos, se utilizó 3% de dilución de los granos andinos en ambas bebidas al igual que en la bebida control con el fin de comparar los resultados proximales. Además, se utilizaron dos tratamientos de malteado y con enzimas, ambos tratamientos se enfocaron en aumentar sus propiedades nutritivas en relación al contenido de proteínas. El proceso de malteado fue el más favorecedor al aumentar el contenido de las proteínas, obteniendo resultados similares a estudios previos por otros investigadores. La aplicación sinérgica de las enzimas α -amilasa, amiloglucosidasa y papaína presentaron un efecto menor en el aumento del contenido de las proteínas comparado con las bebidas malteadas.
3. La caracterización proximal de las bebidas, aquellas con mayor proteína fueron los de 100 por ciento kiwicha malteada y bebida con enzimas de 50 por ciento quinua y 50 por ciento kiwicha con 8.11 g y 5.02 g de proteína por 100ml de muestra,

respectivamente. Obteniendo valores de 1.5 a 2 veces mayor a la leche de vaca que contiene 2.9 a 3.7 g/100ml. En relación a las propiedades fisicoquímicas de las bebidas malteadas y con enzimas los valores de pH y acidez fueron similares a estudios previos, sin embargo, hubo una diferencia marcada en los sólidos solubles presentando valores bajos de 1.43 a 3.10°Brix, esto se debió por la no adición de azúcar en la formulación y se pudo añadir un proceso de autoclavado en las bebidas con enzimas para hidrolizar mejor los carbohidratos, teniendo como resultado el aumento de la concentración de sólidos solubles totales. En cuando al análisis sensorial, los consumidores peruanos como los finlandeses, no encontraron diferencias significativas en los atributos relacionados al color, olor y textura de las bebidas. Y las bebidas con enzimas tuvieron mayor aceptación en comparación con las bebidas malteadas, siendo la bebida con 100 por ciento kiwicha la de mayor aceptación. Estos resultados confirman que los métodos descriptivos rápidos como el CATA, son adecuados para percibir diferencias o similitudes entre los productos y que pueden ser una herramienta útil para comprender las percepciones de los consumidores de diferentes países.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio más profundo en las formulaciones de las bebidas malteadas, con objetivo de mejorar su aceptabilidad sensorial.
- Realizar análisis de digestibilidad de la proteína de las bebidas malteada con mayor contenido de proteína.
- Realizar análisis de índice glucémico de las bebidas.
- Realizar análisis de compuestos fenólicos y antioxidantes en las formulaciones presentadas en este estudio.
- Estudios de vida en anaquel para las bebidas malteadas, con el fin de formular una bebida más saludable insentas de conservantes químicos similar a las bebidas comerciales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abderrahim, F; Huanatico, E; Repo-Carrasco-Valencia, R; Arribas, SM; Gonzalez, MC; Condezo-Hoyos, L. 2012. Effect of germination on total phenolic compounds, total antioxidant capacity, Maillard reaction products and oxidative stress markers in canihua (*Chenopodium pallidicaule*) (en línea). *Journal of Cereal Science* 56(2):410-417. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.04.013>.
- Abdo, K. M., and King, K. W. 1967. Enzymic modification of the extractability of protein from soybeans, *Glycine max*. *J. Agric. Food Chem.* 15: 83-87.
- Abugoch James, LE. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties (en línea). 1 ed. s.l, Elsevier Inc., (58): 1-31. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1).
- Abugoch, L. E., Romero, N., Tapia, C. A., Silva, J., Rivera, M. 2008. Study of some physicochemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd) protein isolates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 56(12): 4745-4750.
- Adams, J., Williams, A., Lancaster, B. and Foley, M. 2007, “Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks,” Poster Presented at *7th Pangborn Sensory Science Symposium* , 12–16 August 2007. Minneapolis, USA.
- Adhikari, K; Dooley, LM; Chambers IV, E; Bhumiratana, N. 2010. Sensory characteristics of commercial lactose-free milks manufactured in the United States (en línea). *LWT - Food Science and Technology* 43(1):113-118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.06.017>.
- AEDES (Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible). 2015. Manual de producción de kiwicha orgánica. Manual de la Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible. Arequipa, Perú. 1-39.
- Agrahar-Murugkar, D; Bajpai-Dixit, P; Kotwaliwale, N. 2020. Rheological, nutritional, functional and sensory properties of millets and sprouted legume based beverages (en línea). *Journal of Food Science and Technology* 57(5):1671-1679. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04200-y>.

- Aguilar, J; Miano, AC; Obregón, J; Soriano-Colchado, J; Barraza-Jáuregui, G. 2019. Malting process as an alternative to obtain high nutritional quality quinoa flour. *Journal of Cereal Science* 90(06). DOI: 10.1016/j.jcs.2019.102858.
- Alexi, N., Nanou, E., Lazo, O., Guerrero, L., Grigorakis, K., Byrne, D. 2018. Check-All-That-Apply (CATA) with semi-trained assessors: Sensory profiles. *Food Quality and Preference*, 64: 11-20. DOI: 10.1016/j.foodqual.2017.10.009
- Allen, J. C. 1994. "Nutrition of macrominerals and trace elements," *Functional Foods, Designer Foods, Pharmafoods and Nutraceuticals*, Goldberg, I., London, UK: Chapman & Hall. pp. 323-354.
- Aluko, R.E., Monu, E., 2003. Functional and bioactive properties of Quinoa and Amaranth. *Food Chem. Toxicol.* 68: 1254–1258
- Alvarez, Y. 2012. Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una a base de quinua malteada y la otra a base de quinua sin maltear (*Chenopodium quinoa*)” Tesis (en línea). :375. Tesis de título profesional Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna Disponible en https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/10089/TD_Martinez_Peralta.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alvarez-Jubete L., Hulse, M., Hansen, A., Arendt E.K., Gallagher, E. 2009. Impact of baking on vitamin E content of pseudocereals amaranth, quinoa, and buckwheat. *Cereal Chemistry* 86: 511–515.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., Gallagher, E. 2010a. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 21(2): 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>
- Alvarez-Jubete, L; Wijngaard, H; Arendt, EK; Gallagher, E. 2010b. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking (en línea). *Food Chemistry* 119(2):770-778. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.07.032.
- Ando, H; Chen, YC; Tang, H; Shimizu, M; Watanabe, K; Mitsunaga, T. 2002. Food Components in Fractions of Quinoa Seed. *Food Science and Technology Research* 8(1):80-84. DOI: 10.3136/fstr.8.80.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis*, eighteenth ed. AOAC International, Gaithersburg.
- Apaza, V.; Cáceres, G.; Estrada, R.; y Pinedo, R. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú, MINAGRI-INIA- FAO. 79.

- Ares, G. Varela, P. 2014. Comparison of novel methodologies for sensory characterization. In: Varela, P. Ares, G. (eds) *Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling*. Boca Raton: CRC Press, pp. 365–389
- Ares, G., Dauber, C., Fernandez, E., Gimenez, A., Varela, P. 2012. Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation. *11th Sensometrics*. Rennes, France.
- Ares, G., Deliza, R., Barreiro, C., Giménez, A., y Gámbaro, A. 2010^b. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. *Food Quality and Preference*, 21(4): 417–426. DOI: 10.1016/j.foodqual.2009.10.006
- Ares, G., Giménez, A., Bruzzone, F. 2010^a. “Identifying consumers’ texture vocabulary of milk desserts. Application of a check-all-that-apply question and free listing”. *Braz. J Food Technol.* 98–105, DOI: 10.4260/ BJFT201114E000112.
- Ares, G., Varela, P., Rado, G., Giménez, A. 2011. “Are consumer profiling techniques equivalent for some product categories? The case of orange flavoured powdered drinks,” *Int J Food Sci Technol.* 46: 1600–1608
- Ares, G; Jaeger, SR. 2015. Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: Experimental considerations and impact on outcome (en línea). s.l., Woodhead Publishing Limited. 227-245 p. DOI: <https://doi.org/10.1533/9781782422587.2.227>.
- Ashworth, A. Draper, A. 1992. The potential of traditional technologies for increasing the energy density of weaning foods: a critical review of existing knowledge with particular reference to malting and fermentation. / by Ann Ashworth and Alizon Draper. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/61642>
- Atwell, WA, Hyldon, RG, Godfrey, PD, Galle, EL, Sperber, WH, Pedersen, DC, Evans, WD, Rabe, GO. 1988. Germinated quinoa flour to reduce the viscosity of starchy foods. *Cereal Chem* 65:508-509
- Balasubramanian, T, Sadasivam, S. 1989. Changes in carbohydrate and nitrogenous components amylase activities during germination of grain amaranth. *Plant Foods Hum Nutr* 39:327-330.
- Barba De La Rosa, AP, Silva, Sánchez C, González, De Mejía E. 2007. Amaranth: An Ancient Crop for Modern Technology. In: *Hispanic Foods: Chemistry and Flavor*. Tunick M.H. González De Mejía E. Eds. Publisher: American Chemical Society Washington DC. 103-116.
- Barceló, J.; Gregorio, N.; García, B. Sánchez, R. 2001. *Fisiología vegetal*. Madrid, España: Editorial Pirámide.

- Bathgate, G.N., 2016. A review of malting and malt processing for whisky distillation. *J. Inst. Brew.* 122, 197–211.
- Becker, R; Wheeler, EL; Lorenz, K; Stafford, AE; Grosjean, OK; Betschart, AA; Saunders, RM. 1981. A Compositional Study of Amaranth Grain. *Journal of Food Science* 46(4):1175-1180. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb03018.x>.
- Belton, P.; Taylor, J. 2001. Pseudocereals and Less Common Cereals (en línea). First edit. New York, Springer Berlin Heidelberg. 1-281 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56680-6>.
- BeMiller, JN, Whistler, RL. 1996. Carbohydrates. In OR Fennema (ed.) *Food Chemistry* 3rd edn., pp 157-223. New York: Marcel Dekker
- Berna, E. 1995. *Obtención y caracterización de harinas a partir de germinados de cañihua *Chenopodium Pallidicaule* y lenteja *Lens culinaris**. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
- Betschart, AA., Wood, ID., Shepherd, AD., Saunders, RM. 1981. Amaranthus cruentus: milling characteristics, distribution of nutrients within seed components, and the effects of temperature on nutritional quality. *J Food Sei* 46: 1181-1187.
- Bewley, Derek J.; Bradford, Kent J.; Hilhorst, H.W.M., Nonogaki, H., 2013. *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*, 3rd editio. ed. Springer, Londres.
- Bianchi, F; Rossi, E; Gomes, R; Sivieri, K. 2015. Potentially synbiotic fermented beverage with aqueous extracts of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and soy (en línea). *Food Science and Technology International* 21(6):403-415. DOI: 10.1177/1082013214540672.
- Bode, S.; Gudmand-Høyer, E. 1988. Incidence and clinical significance of lactose malabsorption in adult coeliac disease. *Scand. J. Gastroenterol.* 23: 484-488.
- Bois, JF; Winkel, T; Lhomme, JP; Raffailac, JP; Rocheteau, A. 2006. Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature: Effects on germination, phenology, growth and freezing. *European Journal of Agronomy* 25(4): 299-308. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.06.007>.
- Bourne, M.C. 2002. *Food Texture and viscosity*. New York, Ed. Academic Press
- Brady, K., Ho, C.-T., Rosen, R. T., Sang, S., Karwe, M. 2007. Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. *Food Chem.*, 100, 1209–1216.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. 1995. Use of a Free Radical

- Bravo, M., Reyna, J., Gómez-Sánchez, P., Huapaya M. 2013. Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Kiwicha (*Amaranthus Caudatus*). *Revista Peruana de Ingeniería Química*. 16(1): 54-60.
- Brend, Y; Galili, L; Badani, H; Hovav, R; Galili, S. 2012. Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Red and Yellow Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) Seeds as Affected by Baking and Cooking Conditions. *Food and Nutrition Sciences* 03(08):1150-1155. DOI: 10.4236/fns.2012.38151.
- Bressani R. 1994. Composition and nutritional properties of amaranth. In: Paredes-Lopez Amaranth - biology, chemistry, and technology. CRC Press, London, 185-206.
- Bressani, R. 1989. "The proteins of grain amaranth," *Food Rev. Int.* 5:13-38.
- Brinegar, C., Goundan, S., 1993. Isolation and characterization of chenopodin, the 11S seed storage protein of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41: 182-185.
- Brinegar, C., Sine, B., Nwokocha, L., 1996. High-cysteine 2S seed storage proteins from quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 1621–1623
- Broekaert, WF; Marien, W; Terras, RG; De Bolle, FC; Proost, P; Van Damme, J; Dillen, L; Claeys, M; Rees, SB; Vanderleyden, J; Cammue, BPA. 1992. Antimicrobial peptides from *Amaranthus caudatus* seeds with sequence homology to the cysteine/glycine-rich domain of chitin-binding proteins. *Biochemistry*. 3:1353-1358.
- Bruzzone, F.; Ares, G.; Giménez, A. 2012. Consumers' texture perception of milk desserts. II - comparison with trained assessors' data. *Journal of Texture Studies*, 43(3): 214–226.
- Buck, D.; Kemp, S. F. 2018. Check all that apply and free choice descriptors. In S. Kemp, J. Hort, T. Hollowood (Eds.), *Descriptive analysis in sensory evaluation*. John Wiley. Chapter 17. Pp 579-607
- Burisov'a A, Tom'a'skov'a B, Sasinkov'a V, Ebringerov'a A. 2001. Isolation and characterization of the non-starch polysaccharides of amaranth seeds. *Chem Pap* 55: 254–60
- Bus, A., and Worsley, A. 2003. Consumers' health perceptions of three types of milk: a survey in Australia. *Appetite*. 40 : 93-100.
- Cáceres E. 1993. *Cultivos Andinos*. Editorial Producciones FM. Bolivia. 25.

- Carciochi, R.A., Galván-D'Alessandro, L., Vandendriessche, P., Chollet, S. 2016. Effect of Germination and Fermentation Process on the Antioxidant Compounds of Quinoa Seeds. *Plant Foods Hum. Nutr.* 71: 361–367.
- Carciochi, RA; Manrique, GD; Dimitrov, K. 2014. Changes in phenolic composition and antioxidant activity during germination of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). *International Food Research Journal* 21(2):767-773.
- Chamorro, RE. 2018. Valor nutricional y compuestos bioactivos de 30 accesiones de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) del INIA-Perú (Tesis de maestría) Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina :128.
- Chavan JK, Kadam SS. 1989. Nutritional improvement in cereals by sprouting. *CRC Crit Rev Food Sei Nutrit* 28:401-437.
- Chirinos, R; Pedreschi, R; Rogez, H; Larondelle, Y; Campos, D. 2013. Phenolic compound contents and antioxidant activity in plants with nutritional and/or medicinal properties from the Peruvian Andean region (en línea). *Industrial Crops and Products* 47:145-152. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.02.025.
- Christianson, D; Baker, F; Lofferredo, A; Bagley, E. 1982. Correlation of microscopic structure of cornstarch granules with rheological properties of cooked pastes. *Food Microsture.* 1:13
- Christianson, D; Blagley, E. 1983. Apparent viscosities of dispersions of swollen cornstarch granules. *Cereal Chemistry.* 60(2):116.
- Ciron, C.I.E.; Gee, V.L.; Kelly, A.L.; Auty, M.A.E. 2012. Modifying the microstructure of low-fat yoghurt by microfluidisation of milk at different pressures to enhance rheological and sensory properties. *Food Chem.* 130: 510–519
- Codex Alimentarius. 1999. CODEX STAN 206-1999.
- Collazos, C. 1993. La Composición de Alimentos de Mayor Consumo en el Perú. 6ta ed. Lima, Perú: Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición. Banco Central de Reserva.
- Colmenares De Ruiz AS, Bressani R. 1990. Effect of germination on the chemical composition and nutritive value of amaranth grain. *Cereal Chem* 67:519-522
- Conforti, F.; Statti, G.; Loizzo, M.; Sacchetti, G.; Poli, F. y Menichini, F. 2005. In Vitro Antioxidant Effect and Inhibition of α -Amylase of Two Varieties of *Amaranthus caudatus* Seeds. *Biol. Pharm. Bull. Pharmaceutical Society of Japan.* 18 (6): 1098-1102
- Crittenden, RG; Bennett, LE. 2005. Cow's milk allergy: A complex disorder. *Journal of the American College of Nutrition* 24(8):582S-591S. DOI: <https://doi.org/10.1080/07315724.2005.10719507>.

- Cronquist, A. 1981. An integrated system of the classification of flowering plants. Columbia univ. Press. New York. 924.
- Dail, R V.; Steffe, JF. 1990. Dilatancy in Starch Solutions Under Low Acid Aseptic Processing Conditions. *Journal of Food Science* 55(6):1764-1765. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb03624.x>.
- Das, S. 2016. *Amaranthus: A promising crop of future*. Springer (ed.). s.l., Springer. 1-208 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-10-1469-7>.
- Debruyne, I., 2006. Soy base extract: soymilk and dairy alternatives, in: Riaz, M.N. (Ed.), *Soy Applications in Foods*. Taylor & Francis, Boca Raton, Florida, U.S.A, pp. 111–134.
- Deshpande, RP; Chinnan, MS; Phillips, RD. 2008. Original article Process development of a chocolate-flavoured peanut – soy beverage. :886-894. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01537.x>.
- Diarra, K., Nong, Z. G., and Jie, C., 2005. Peanut milk and peanut milk based products production: A review. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 45: 405-423
- Dini, I., Tenore, G. C., Dini, A. 2004. Phenolic constituents of *Kancolla* seeds. *Food Chemistry.* 84: 163-168.
- Dooley, L., Lee, Y.S., Meullenet, J.F. 2010. “The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping,” *Food Qual Prefer.* 21. 394–401.
- Driesener, C., Romaniuk, J. 2006. “Comparing methods of brand image measurement,” *Int J Market Res.* 48: 681–698.
- Durand A, Franks G, Hosken R. 2003. Particle sizes and stability of UHT bovine, cereal and grain milks. *Food Hydrocoll* 17: 671-678.
- Dutau, G., Rancé, F. (2011). Food allergy in 2010: what's new? *Revue Française d'Allergologie*, 5: 2-9.
- Eriksen, S., 1983. Application of enzymes in soy milk production to improve yield. *J. Food. Sci.* 48, 445-447.
- Escudero, N., De Arellano, M., Luco, J., Giménez, M., and Mucciarelli, S. 2004. Comparison of the chemical composition and nutritional value of *Amaranthus cruentus* flour and its protein concentrate. *Plant Food Hum. Nutr.* 59 : 15-21.
- Esmerino, E., Tavares, E., Thomas, B., Ferraz, J., Silva, H., Pinto, L., Freitas, M., Cruz, A., Bolini, H. 2017. Consumer-based product characterization using Pivot Profile, Projective Mapping and Check-all-that-apply (CATA): A comparative case with

- Greek yogurt samples. *Food Research International*, 99(1): 375–384. doi:10.1016/j.foodres.2017.06.001
- Espinoza E. 2013. Evaluación sensorial de los alimentos. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna.
- Faccin, GL; Miotto, LA; Vieira, L do N; Barreto, PLM; Amante, ER. 2009. Chemical, Sensorial and Rheological Properties of a New Organic Rice Bran Beverage. *Rice Science* 16(3):226-234. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1672-6308\(08\)60083-9](https://doi.org/10.1016/S1672-6308(08)60083-9).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura). 1998. The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO, Rome, Italy.
- FAO/OMS/UNU. 1985. Necesidades de energía y de proteínas, Informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos, Serie de Informes Técnicos, No.724, 56-68, OMS, Ginebra.
- Fernández, M. L.; J. W. Berry. 1988. "Nutritional evaluation of chickpea and germinated chickpea flours," *Plant Foods Hum. Nutr.* 38:127-132.
- Fernández-Rivas, M.; Asero, R. 2014. Which Foods Cause Food Allergy and How is Food Allergy Treated. *Risk Management for Food Allergy*. 2: 25-43.
- Fischer, S., Wilckens, R., Jara, J., Aranda, M., Valdivia, W., Bustamante, L., Obal, I. 2017. Protein and antioxidant composition of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) sprout from seeds submitted to water stress, salinity and light conditions. *Industrial Crops and Products*, 107: 558–564.
- Food Standards Agency. 2002. McCance and Widdowson's The Composition of Foods, Sixth summary edition. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Fouad, A. A., Rehab, F. M. A. 2015. Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*Lens culinaris medik.*) sprouts. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 14(3): 233–246.
- Franke W. 1989. *Nutzpflanzenkunde*. Thieme-Verlag, Stuttgart
- Gamel TH, Linssen JP, Mesallam AS, Damir AA, Shekib LA. 2006. Effect of seed treatments on the chemical composition of two amaranth species: oil, sugars, fibres, minerals and vitamins. *J Sci Food Agric* 86:82–9.
- Gamel TH, Mesallam AS, Damir AA, Shekib LA, Linssen JP. 2007. Characterization of amaranth seed oils. *J Food Lipids* 14:323–34.
- Garcia, L. A., Alfaro, M. A., and Bressani, R. 1987. Digestibility and protein quality of raw and heat-processed defatted and nondefatted flours prepared with three amaranth species. *J. Agric. Food. Chem.* 35 : 604-607.

- Gawlik-Dziki U, Swieca M, Sułkowski M, Dziki D, Baraniak B, Czyz J. 2013. Antioxidant and anticancer activities of *Chenopodium quinoa* leaves extracts - in vitro study. *Food Chem. Toxicol.* 57: 154-60. Doi: 10.1016/j.fct.2013.03.023.
- Glowienke S, Kuhn M. 1998. Bedeutsame verwendung und zusammensetzung von amaranth *Amaranthus* spp.. Parte 1: Revisión de literatura. *Cereales, harina y pan* 52: 195-196
- Gómez-Caravaca, A.M., Iafelice, G., Verardo, V., Marconi, E., Caboni, M.F., 2014. Influence of pearling process on phenolic and saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Food Chem.* 157: 174–178.
- Gómez-Caravaca, A.M., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., Caboni, M.F., 2011. Simultaneous determination of phenolic compounds and saponins in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) by a liquid chromatography-diode array detection-electrospray ionization-time-of-flight mass spectrometry methodology. *J. Agric. Food Chem.* 59: 10815–10825.
- Gorinstein, S., Lojek, A., Cîz, M., Pawelzik, E., Delgado-Licon, E., Medina, O. J., Moreno, M., Salas, I. A., Goshev, I. 2008. Comparison of composition antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. *International Journal of Food Science & Technology* 43: 629–637.
- Grasso, N; Alonso-Miravalles, L; O'Mahony, JA. 2020. Composition, physicochemical and sensorial properties of commercial plant-based yogurts. *Foods* 9(3). DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9030252>.
- Gross, R.; Koch, F.; Malaga, I; Miranda, F.A.; Schoeneberg, H.; Trugo, I., C. 1989. Chemical composition and protein quality of some local Andean food sources. *Food Chem.*, 34: 25 – 34.
- Guzman-Maldonado, S. Paredes-Lopez, O. 1998. Functional Products of Plant Indigenous to Latin America. Amaranth and Quinoa, Common Beans and Botanicals. In: *Functional Foods. Biochemical and Processing Aspects*. Mazza, G. (ed.) Technomic Publishing Company. Pennsylvania, USA.
- Hemalatha, P., Bomzan, D.P., Sathyendra Rao, B. V., Sreerama, Y.N., 2016. Distribution of phenolic antioxidants in whole and milled fractions of quinoa and their inhibitory effects on α -amylase and α -glucosidase activities. *Food Chem.* 199: 330–338.
- Henrique, N., Deliza, R., Rosenthal, A. 2015. Consumer Sensory Characterization of Cooked Ham Using the Check-All-That-Apply (CATA) Methodology. *Food Engineering Reviews*, 7(2): 265–273. doi:10.1007/s12393-014-9094-7

- Hertog, M.G.L., Fesrens, E.J.M., Hollman, P.C.H., Katan, M.B.; Kromhout, D. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart diseases. *Lancet* 342: 1007-1011.
- Hinds, M. J., Beuchat, L. R., Chinnan, M. S., 1997a. Properties of a thermal- processed beverage prepared from roasted partially defatted peanuts. *International Journal of Food Science and Technology*, 32(3): 203-211.
- Hinds, MJ; Beuchat, LR; Chinnan, MS. 1997b. Effects of homogenization pressure and stabilizers on some physical characteristics of a beverage prepared from partially defatted, roasted peanuts. *Plant Foods for Human Nutrition* 50(4):269-277. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02436073>.
- Hough, J. 1990. *Biotechnología de la cerveza y de la malta*. Zarazoga, España: Editorial Acribia.
- IFT (Institute of Food Technologists). 1974. *Style Guide for Research Papers*. 3dr Rev. Chicago.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2015. *El Mercado Y La Producción De Quinoa En El Perú*. Lima – Perú. 1-38.
- Jago, D., 2011. Free from foods - Mintel report. FreeFrom Allergy and Intolerance 2011; FDIN seminar. Daventry, UK.
- Kalinova, J; Dadakova, E. 2009. Rutin and total quercetin content in amaranth (*Amaranthus* spp.). *Plant Foods for Human Nutrition* 64(1):68-74. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0104-x>.
- Kattan, J.D.; Cocco, R.R.; Järvinen, K.M. 2011. Milk and Soy Allergy. *Pediatric Clinics of North America*. 58: 407-426.
- Katz, Y Rajuan, N.; Goldberg, M. R.; Eisenberg, E.; Heyman, E.; Cohen, A.; Leshno, M. 2010. Early exposure to cow's milk protein is protective against IgE-mediated cow's milk protein allergy. *J Allergy immunol. Israel*, 126: 1.
- Kaur, I; Tanwar, B. 2016. Quinoa beverages: Formulation, processing and potential health benefits. *Romanian Journal of Diabetes, Nutrition and Metabolic Diseases* 23(2):215-225. DOI: <https://doi.org/10.1515/rjdnmd-2016-0026>.
- Kent, N. L., Evers, A. D. 1994. Kent's Technology of Cereals. *Kent's Technology of Cereals*. 218–232. <https://doi.org/10.1533/9781855736603.218>
- Kim D-M, Lee H, Yoo S-H. 2012. Compositional changes and physical properties of soymilk prepared with pre-soaked-fermented soybean. *J Kor Soc App Bio Chem* 55: 121–126.
- Klimczak, M., Malecka, M., Pacholek, B. 2002. Antioxidant activity of ethanolic extracts of amaranth seeds. *Nahrung/Food*. 46: 184–186.

- Kneepkens, CMF; Meijer, Y. 2009. Clinical practice. Diagnosis and treatment of cow's milk allergy. *European Journal of Pediatrics* 168(8):891-896. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00431-009-0955-7>.
- Koziol, M. 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*. 5(1): 35–68. [https://doi.org/10.1016/0889-1575\(92\)90006-6](https://doi.org/10.1016/0889-1575(92)90006-6)
- Lawless, H.T. and Heymann, H. 2010. *Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices*. New York, Springer.
- Lindeboom, N. 2005. Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa *Chenopodium quinoa* Willd., University of Saskatchewan. Tesis de Grado de doctor.
- Liu, J., Bredie, W., Sherman, E., Harberton, J., Heymann, H. 2018. Comparison of rapid descriptive sensory methodologies: Free-Choice Profiling, Flash Profile and modified Flash Profile. *Food Research International*, 892-900. doi:10.1016/j.foodres.2018.01.062
- López Mejía, A., López Malo, A., Palou, E. 2014. Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) seeds or leaves O. *Industrial Crops and Products*. 53: 55-59.
- Lorenz, K. 1980. "Cereal sprouts: composition, nutritive value and food applications," *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 13:353-380.
- Mäkinen, O. 2014. Studies on quinoa (*Chenopodium quinoa*) for novel food and beverage applications. s.l., University College Cork. 1-252 p.
- Mäkinen, O. E., Uniacke-low, T., Mahony, J. A. O., Arendt, E. K. 2015. Physicochemical and acid gelation properties of commercial UHT-treated plant-based milk substitutes and lactose free bovine milk. 168: 630–638. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.036>
- Mäkinen, O. E., Zannini, E., Koehler, P., Arendt, E. K. 2016. Heat-denaturation and aggregation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) globulins as affected by the pH value. *Food Chemistry*. 196: 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.069>
- Mäkinen, O; Wanhalinna, V; Zannini, E; Arendt, E. 2013. Foods for special dietary needs: Non-dairy plant based milk substitutes and fermented dairy type products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*
- Mammasse, N., and Schlich, P. 2014. "Adequate number of consumers in a liking test. Insights from resampling in seven studies," *Food Qual Prefer.* 31: 124–128.

- Marcano, J., Varela, P., Fiszman, S. 2015. Relating the effects of protein type and content in increased-protein cheese pies to consumers' perception of satiating capacity. *Food & Function*, 6(2), 532-41. doi:10.1039/C4FO01019A
- Marsh, K; Zeuschner, C; Saunders, A. 2012. Health Implications of a Vegetarian Diet (en línea). *American Journal of Lifestyle Medicine* 6(3):250-267. DOI: <https://doi.org/10.1177/1559827611425762>.
- McSweeney SL, Mulvihill DM, O Callaghan DM. 2004. The influence of pH on the heat-induced aggregation of model milk protein ingredient systems and model infant formula emulsions stabilized by milk protein ingredients. *Food Hydrocolloid*. 18: 109-125.
- Mei, J.; Feng, F.; Li, Y. 2017. Effective of different homogeneous methods on physicochemical, textural and sensory characteristics of soybean (*Glycine max L.*) yogurt. *CyTA J. Food*. 15: 21–26.
- Mendonça, S. 2006. Efeito hipocolesterolemizante da proteína de amaranto (*Amaranthus cruentus* BRS-Alegria) em hamster. Tese de Doutorado. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo. 1-234p.
- Mendosa, D. 2008. Revised International Table of Glycemic Index (GI) an Glycemic Load (GL) Values. Mendosa website. Consultado en: 06 de julio de 2017. Disponible en: <http://www.mendosa.com/gilists.htm>.
- Meyners, M.; Castura, J. C.; Carr, B. T. 2013. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. *Food Quality and Preference*, 30(2): 309–319.
- MINAGRI/SIEA – (Ministerio de Agricultura y Riego / Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias). 2018. Datos Excel Anuario Agrícola. Consultado setiembre 2019. Disponible en: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras>
- Mintel. 2011. In the shadow of competition, the soy market slumps. Mintel Press Release. Consultado en julio de 2017. Disponible en: <http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/in-the-shadow-of-competition-the-soy-market-slumps>.
- Mitchell, C. R.; Mitchell, P. R. 1988. Nutritional rice milk production Patent Number: 4,744,992, Date of Patent: May 17.
- Morales, E., J. Lembcke G.G. Graham. 1988. "Nutritional value for young children of grain amaranth and maize-amaranth mixtures: effect of processing," *J. Nutr.* 118:78-83.
- Morrison, W., Scott, D., Karkalas, J. 1986. Variation in the composition and physical properties of barley starches. *Starch/Stärke* 38: 374–379.

- Mosha AC, Svanberg U. 1983. Preparation of weaning foods with high nutrient density using flour of germinated cereals. *Food Nutrit Bull* 5:10-14
- Muller, R., 1991. The effects of mashing temperature and mash thickness on wort carbohydrate composition. *J. Inst. Brew.* 97: 85–92.
- Muyonga, JH; Andabati, B; Ssepuuya, G. 2014. Effect of heat processing on selected grain amaranth physicochemical properties. *Food Science & Nutrition* 2(1):9-16. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.75>.
- Nascimento, AC; Mota, C; Coelho, I; Gueifão, S; Santos, M; Matos, AS; Gimenez, A; Lobo, M; Samman, N; Castanheira, I. 2014. Characterization of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays* L.) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements (en línea). *Food Chemistry* 148:420-426. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.155>.
- National Academy of Sciences. 2004. Comprehensive DRI table for vitamins, minerals and macronutrients, organized by age and gender. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board, Beltsville, MD.
- National Research Council. 1984. *Amaranth: Modern Prospects for an Ancient Crop*, Washington, DC: National Academy Press
- Navruz-Varlı, S; Sanlier, N. 2016. Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). 69. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.004>.
- Nieto, Q. 1999. Efecto del malteo sobre la composición química de la quinua *Chenopodium quinoa* Willd. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- NMPF (Federación Nacional de Productores de Leche). 2019. Dairy defined: the over-hyped shift to plant-based beverages. Consultado en: 27.10.2019. Disponible en: <https://www.nmpf.org/dairy-defined-the-over-hyped-shift-to-plant-based-beverages/>
- Nowak, V., Du, J., Charrondière, R. 2016. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*. 193: 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111>
- Nsimba, R. Y., Kikuzaki, H., Konishi, Y. 2008. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food Chemistry* 106: 760-766. Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentos NEPA. 2011 Tabela brasileira de composição de alimento-TACO. 4ª Ed. Campinas: NEPA-UNICAMP. 161p.

- Ogungbenle, HN. 2003. Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54(2):153-158. DOI: <https://doi.org/10.1080/0963748031000084106>.
- Onning, G.; Wallmark, A.; Persson, M.; Åkesson, B.; Elmståhl, S.; Öste, R. 1999. Consumption of Oat Milk for 5 Weeks Lowers Serum Cholesterol and LDL Cholesterol in Free-Living Men with Moderate Hypercholesterolemia. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 43: 301–309.
- Pachari Vera, E., Alca, J.J., Rondón Saravia, G., Callejas Campioni, N., Jachmanián Alpuy, I., 2019. Comparison of the lipid profile and tocopherol content of four Peruvian quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) cultivars ('Amarilla de Marangani', 'Blanca de Juli', INIA 415 'Roja Pasankalla', INIA 420 'Negra Collana') during germination. *J. Cereal Sci.* 88: 132–137.
- Packaged Facts. 2012. Dairy Alternative Beverages in the U.S.: Soy Milk, Almond Milk, Rice Milk and Other Dairy Milk Alternatives. Packaged Facts, Rockville, Maryland, U.S.A.
- Paredes-Lopez O, Mora-Escobedo R. 1989. Germination of amaranth seeds: effects on nutrient composition and color. *J. Food Sci* 54:761-762
- Park, S.H., Morita, N., 2004. Changes of bound lipids and composition of fatty acids in germination of quinoa seeds. *Food Sci. Technol. Res.* 10: 303–306.
- Pascual, G. Ramos, C. 2000. Manual de prácticas de tecnología de cereales y leguminosas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Paško, P., Barton, H., Zagrodzki, P., Chłopiczka, J. Izewska. A., Gawlik, M., Gawlik, M., Gorinsteind, S. 2011. Effect of amaranth seeds in diet on oxidative status in plasma and selected tissues of high fructose-fed rats. *Food Chem.*, 126: 85–90.
- Paško, P., Barton, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Fołta, M., Zachwieja, S. 2009. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chemistry*. 115: 994-998.
- Patisaul, H. B., and Jefferson, W. 2010. The pros and cons of phytoestrogens. *Front. Neuroendocrin.* 31: 400-419.
- Paucar-Menacho, L.M.; Martínez-Villaluenga, C.; Dueñas, M.; Frias, J.; Peñas, E. 2018. Response surface optimisation of germination conditions to improve the accumulation of bioactive compounds and the antioxidant activity in quinoa. *Int. J. Food Sci. Technol.* 53: 516–524.
- Paucar-Menacho, LM; Peñas, E; Dueñas, M; Frias, J; Martínez-Villaluenga, C. 2017. Optimizing germination conditions to enhance the accumulation of bioactive compounds and the antioxidant activity of kiwicha (*Amaranthus caudatus*) using

- response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology* 76: 245-252. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.038>.
- Pellegrini, M., Lucas-Gonzales, R., Ricci, A., Fontecha, J., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A., Viuda-Martos, M., 2018. Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. *Ind. Crops Prod.* 111: 38–46.
- Pellegrini, N; Serafini, M; Colombi, B; Del Rio, D; Salvatore, S; Bianchi, M; Brighenti, F. 2003. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Journal of Nutrition* 133(9): 2812-2819. DOI: <https://doi.org/10.1093/jn/133.9.2812>.
- Perales-Sánchez, J.X.K., Reyes-Moreno, C., Gómez-Favela, M.A., Milán-Carrillo, J., Cuevas-Rodríguez, E.O., Valdez-Ortiz, A., Gutiérrez-Dorado, R., 2014. Increasing the antioxidant activity, total phenolic and flavonoid contents by optimizing the germination conditions of amaranth seeds. *Plant Foods Hum. Nutr.* 69: 196–202.
- Phillips L, Whitehead D, Kinsella J. 1994. Chemical nature of proteins and polypeptides. In: *Structure-Function Properties of Food Proteins*, Academic Press: San Diego, CA, USA, pp. 3-23.
- Pineli, LLO; Botelho, RBA; Zandonadi, RP; Solorzano, JL; de Oliveira, GT; Reis, CEG; Teixeira, D da S. 2015. Low glycemic index and increased protein content in a novel quinoa milk. *LWT - Food Science and Technology* 63(2). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.094>.
- Pramudya, R., Seo, H.-S. 2018. Using Check-All-That-Apply (CATA) method for determining product temperature-dependent sensory-attribute variations: A case study of cooked rice. *Food Research International*, 105, 724-732. doi:10.1016/j.foodres.2017.11.075
- Price, T. V. 1988. "Seed sprout production for human consumption-a review," *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 21: 57-85.
- Ranhoira, G., Gelroth, J., Glaser, B., Lorenz, K., Johnson, D. 1993. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal Chemistry*, 70: 303–305.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26(9–10): 1231–1237. [http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Repo-Carrasco R., Espinoza C., Jacobsen S.-E. 2001. Valor nutricional y usos de la quinua (*Chenopodium quinoa*) y de la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). En *Memorias, Primer Taller Internacional sobre Quinoa – Recursos Genéticos y*

- Sistemas de Producción (Jacobsen S.-E., Portillo Z., Editores), 10–14 May, UNALM, Lima, Perú, 391-400
- Repo-Carrasco, R. 1998. Introducción a la Ciencia y Tecnología de Cereales y de Granos Andinos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima- Perú.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S.-E. 2003. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food Reviews International. 19(1–2): 179–189. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
- Repo-Carrasco-Valencia, R., 2011. Andean indigenous food crops: nutritional value and bioactive compounds. University of Turku, Turku.
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Hellström, J. K., Pihlava, J. M., Mattila, P. H. 2010. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Food Chemistry. 120(1): 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.087>
- Repo-Carrasco-Valencia, R., Peña, J., Kallio, H., Salminen, S. 2009. Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Journal of Cereal Science. 49(2): 219–224. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.10.003>
- Rincon, L; Braz Assunção Botelho, R; de Alencar, ER. 2020. Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut (en línea). LWT 128:109479. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109479>.
- Romero R. 1981. Evaluación de las Características Físicas, químicas y biológicas de ocho variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Maestro, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Ruales, J., Grijalva, Y., Lopez-Jaramillo, P., Nair, B. M. 2002. The nutritional quality of an infant food from quinoa and its effect on the plasma level of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in undernourished children. Int. J. Food Sci. Nutr. 53 : 143-154.
- Ruales, J; Nair, BM. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. Food Chemistry 48(2):131-136. DOI: [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(93\)90047-J](https://doi.org/10.1016/0308-8146(93)90047-J).
- Rustom, I., Lopez-Leiva, M. H., Nair, B. M., 1993. Extraction of peanut solids with water-effect of the process and enzymatic hydrolysis. LWT - Food Sci. Technol. 26: 72-75.

- Rustom, I., Lopez-Leiva, M., Nair, B. M., 1991. A study of factors affecting extraction of peanut (*Arachis hypogaea* L.) solids with water. *Food Chem.* 42: 153-165.
- Sahi, T., 1994. Genetics and epidemiology of adult-type hypolactasia. *Scand. J. Gastroenterol.* 29: 7-20.
- Saunders RM, Becker R. 1984. *Amaranthus*: a potential food and feed resource. In: Pomeranz Y ed *Advances in cereal science and technology*, vol VI. American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN, pp 357-396
- Scalin, L. A.; Stone, M. B.; Burnett, C. 2010. Quinoa concentrate production and functionality. United States Patent Application Publication, Florida. 1-19.
- Segura-Nieto, M., Vásquez-Sánchez, N., Rubio-Velásquez, H., Olguín-Martínez, L., Rodríguez-Nester, C., Herrera-Estrella, L. 1992. Characterization of *Amaranthus hypochondriacus* L.) seed proteins. *J Agric Food Chem.* 40:1553-8.
- Senft J 1979 Protein quality of amaranth grain. In *Proceedings of 2nd Amaranth Conference* Rodale Research Center Kutztown, PA, 13–14 September, Rodale Press, Emmaus, PA
- Sethi, S; Tyagi, SK; Anurag, RK. 2016. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. *Journal of Food Science and Technology* 53(9):3408-3423. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- Sierra Exportadora. 2013. Perfil comercial: Kiwicha. Consejo de Presidencia de Ministros. Perú. 1-39.
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with Phosphomolybdic - phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144–158.
- Smyth, J.D., Dillman, D.A., Christian, L.M. and Stern, M.J. 2006. “Comparing check-all and forced-choice question formats in web surveys,” *Public Opin Quart.* 70: 66–77.
- Solorzano, J. 2013. Desenvolvimento de bebida à base de quinoa real: Uma alternativa ao leite de vaca. Tesis para obter el grado de magíster. Universidade de Brasília. 105p.
- Stone, H.; Sidel. J.; Oliver, S.; Woosley, A.; 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*, 28:24-3.
- Swagerty, D.L., Walling, A.D Klein, R.M., 2002. *Am. Fam. Physician.* 65: 1845- 1850.
- Tamime, A.Y.; Robinson, R.K. 1999. *YOGHURT-Science and Technology*, 2nd ed.; Woodhead Publishing Limited: Cambridge, UK.

- Tang, H., Watanabe, K., Mitsunaga, T. 2002. Characterization of storage starches from quinoa, barley and adzuki seeds. *Carbohydr. Polym.* 49: 13–22.
- Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, P. X. Liu, R., Tsao, R. 2015. Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food Chem.*, 166, 380–388.
- Tang, Y; Li, X; Chen, PX; Zhang, B; Liu, R; Hernandez, M; Draves, J; Marcone, MF; Tsao, R. 2016. Assessing the fatty acid, carotenoid, and tocopherol compositions of amaranth and quinoa seeds grown in Ontario and their overall contribution to nutritional quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64(5):1103-1110. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05414>.
- Tang, Y; Tsao, R. 2017. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *s.l., s.e., vol.61*. DOI: <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600767>.
- Tarantola, J.; Wujastyk, L. 2009. Alternative Milk Beverages. *Journal of Renal Nutrition*. 19: 1-10.
- Tari, T., Annapure, U., Singhal, R., and Kulkarni, P. 2003. Starch-based spherical aggregates: Screening of small granule sized starches for entrapment of a model flavouring compound, vanillin. *Carbohydr. Polym.* 53: 45–51
- Thuresson, C. 2015. Development and studies on a gluten free, liquid suspension based on quinoa (*Chenopodium quinoa*). Tesis de maestría en Ciencia de Alimentos. Departamento en Ciencias de Alimentos. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Tian, Y., Laaksonen, O., Haikonen, H., Vanag, A., Ejaz, H., Linderborg, K., Karhu, S., Yang, B., 2019. Compositional diversity among blackcurrant (*Ribes nigrum*) cultivars originating from European countries. *J. Agric. Food Chem.* 67: 5621–5633.
- Tian, Y., Liimatainen, J., Alanne, A.L., Lindstedt, A., Liu, P., Sinkkonen, J., Kallio, H., Yang, B., 2017. Phenolic compounds extracted by acidic aqueous ethanol from berries and leaves of different berry plants. *Food Chem.* 220: 266–281.
- Tukomane, T., Varavinit, S. 2008. Classification of rice starch amylose content from rheological changes of starch paste after cold recrystallization. *Starch/Stärke*, 60: 292–297.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2018. National Nutrient Database for Standard Reference Release, 28, Basic Reports. Consultado marzo 2018. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>

- USDA (United States Department of Agriculture). 2018. National Nutrient Database for Standard Reference Release, 28, Basic Reports. Consultado agosto de 2018. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>.
- Valencia S, Svanberg U, Sandberg AS, Ruales J. 1999. Processing of quinoa *Chenopodium quinoa*, Willd: effects on in vitro iron availability and phytate hydrolysis. *Int J Food Sei Nutrit* 50: 203-211
- Valencia-Chamorro, SA. 2015. Quinoa: Overview (en línea). 2 ed. s.l., Elsevier Ltd., vols.1-4. 341-348 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00041-3>.
- Varela, P. and Ares, G. 2012. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International* 48: 893–908.
- Varela, P; Ares, G. 2014. Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling. 1-392 p. DOI: <https://doi.org/10.1201/b16853>.
- Vasco, C., Ruales, J. and Kmala-Eldin. A. 2008. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food Chem.* 111: 816–823.
- Vega, M. 2013. Efecto de la humectación y proporción de la mezcla sobre el grado de gelatinización de extruidos obtenidos de mezclas binarias de kiwicha *Amaranthus caudatus* con griz de maíz *Zea mays* L. Tesis para optar título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Vega-Gálvez, A; Miranda, M; Vergara, J; Uribe, E; Puente, L; Martínez, EA. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90(15):2541-2547. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>.
- Venskutonis, PR; Kraujalis, P. 2013. Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 12(4). DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12021>.
- Vidal, L., Antúnez, L., Ares, G., Cuffia, F., Lee, P.-Y., Le Blond, M., Jaeger, S. 2019. Sensory product characterisations based on check-all-that-apply questions: Further insights on how the static (CATA) and dynamic (TCATA) approaches perform. *Food Research International*, 125. doi:10.1016/j.foodres.2019.108510
- Vietmeyer, N. 1989. Lost crops of the Incas - Little known plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. Washington D.C. National Academy Press. 149-161. Consultado junio de 2017. Disponible en: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=1398&page=159.

- Villanueva, O; Arnao, I. 2007. Purificación de una proteína de 35 kDa rica en lisina, de la fracción albúmina de *Amaranthus caudatus* (kiwicha). *Anales de la Facultad de Medicina* 68(4):344-350.
- Vitali AA, Rao MA. 1984. Flow properties of low-pulp concentrated orange juice: effect of temperature and concentration. *J Food Sci* 49(3):882–888.
- Whistler R L, Paschall E F. 1965. *Starch: Chemistry and Technology*. Vol. 1. Fundamental Aspects. New York and London: Academic Press: 579.
- Wolf, W.J., 1993. Sulfhydryl content of glycinin: effect of reducing agents. *J. Agric. Food Chem.* 41: 168–176.
- Wright, KH; Pike, OA; Fairbanks, DJ; Huber, CS. 2002. Composition of *Atriplex hortensis*, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *Journal of Food Science* 67(4):1383-1385. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10294.x>.
- Xu, M., Jin, Z., Simsek, S., Hall, C., Rao, J., Chen, B., 2019. Effect of germination on the chemical composition, thermal, pasting, and moisture sorption properties of flours from chickpea, lentil, and yellow pea. *Food Chem.* 295: 579–587.
- Yadav, Deep; Bansal, Sangita; Jaiswal, A. 2017. Plant Based Dairy Analogues: An Emerging Food. *Agricultural Research & Technology: Open Access Journal* 10(2). DOI: <https://doi.org/10.19080/artoaj.2017.10.555781>.
- Zhu, N., Sheng, S., Li, D., Lavoie, E. J., Karwe, M. V., Rosen, R. T., Ho, C-T. 2001. Antioxidative flavonoid glycosides from quinoa seeds *Chenopodium Quinoa*. *Journal of Food Lipids* 81: 37–44.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Determinación de humedad (AOAC 925.09)

Se realizó el análisis de humedad AOAC (925.09) (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales [AOAC], 2005) bajo el método gravimétrico de pérdida de peso por eliminación de agua en estufa bajo condiciones normalizadas, hasta peso constante.

Se pesó 2 g de muestra en una placa Petri y se llevó a estufa a 105°C por 3 hora hasta obtener un peso constante, posterior se transfirió a una campana de desecación por 30 minutos, se registraron los pesos iniciales y finales para calcular el porcentaje de humedad mediante la Ecuación (5).

$$\% \text{ Humedad: } \frac{(M_1 - M_2) * 100}{M_1} \quad (5)$$

Donde:

- M_1 : Masa inicial de muestra (g)
- M_2 : Masa de la muestra seca (g)

Anexo 2: Determinación de proteínas (AOAC 960.52)

Se colocó 1 g de catalizador de sulfato de potasio (K_2SO_4) y sulfato de cobre ($CuSO_4$), 0.1 g de muestra y 3 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4). La digestión se realizó dentro una campana de extracción por 6 horas a 400°C. Posteriormente se le agregó 5 ml de agua destilada a la muestra catalizada, 10 ml de NaOH al 40 por ciento y 2 gotas de fenolftaleína al 1 por ciento para la alcalinizar la muestra. En la base del destilador de nitrógeno se colocó 10 ml de ácido bórico al 2.5 por ciento y para recepcionar el amoniac o

se colocó 2 gotas de indicador rojo metilo al 0.5 por ciento y verde bromocresol al 1 por ciento. Finalmente, se tituló con Ácido clorhídrico (HCl) al 0.01N. El gasto fue anotado para calcular el porcentaje de proteínas aplicando la Ecuación. (6).

$$\% \text{ Proteína: } \left(\frac{V \cdot N \cdot \text{meqN} \cdot 100}{\text{peso muestra} \cdot 1000} \right) * 6.25 \quad (6)$$

Donde:

- V: Gasto del HCl al 0.01N (ml)
- N: Normalidad del HCL
- Meq: mil-equivalente 14/1000
- 100: Porcentaje al 100 por ciento
- 6.25: Factor, relación nitrógeno-proteína 100/16

Anexo 3: Determinación de lípidos (AOAC 2003.05)

Se pesó 2 g de muestra en cartuchos de papel filtro y colocadas en el sistema Soxhlet. La extracción se ejecutó calentando 250 ml de éter de petróleo por 5 horas. Para las bebidas vegetales el tiempo de extracción fue de un promedio de 10 horas, debido a su formulación.

Luego se colocaron los cartuchos en una estufa a 100°C por 30 minutos, se anotó el peso para calcular el porcentaje de lípidos mediante la Ecuación (7).

$$\% \text{ Lípidos: } \left(\frac{P_1 - P_2}{P_1} \right) * 100 \quad (7)$$

Donde:

- P₁: Peso inicial del cartucho con muestra (g)
- P₂: Peso final del cartucho (g)

Anexo 4: Determinación de cenizas (AOAC 923.03)

Se pesó en un crisol 2 gramos de muestra, luego fue transferido a una mufla a 550°C durante 8 horas, la muestra mostró un color gris claro, se dejó enfriar en un desecador y se registró el peso para calcular el porcentaje de cenizas usando la ecuación. (8).

$$\% \text{ Cenizas: } \frac{(P_3 - P_2) * 100}{(P_1 - P_2)} \quad (8)$$

Donde:

P₁: Peso de crisol + muestra (g)

P₂: Peso del crisol (g)

P₃: Peso de crisol + ceniza (g)

Anexo 5: Determinación de fibra total (AOAC 978.10)

La determinación de fibra cruda es por hidrólisis ácida con una solución de 1,25 por ciento de H₂SO₄ para la extracción de almidón y azúcares, seguida por hidrólisis alcalina con una solución de 1,25 por ciento de NaOH, eliminando proteínas, parte de la hemicelulosa y lignina.

Se colocó en el balón 0,5 g muestra con 50 ml de HCl 1,25 por ciento, y se sometió a destilación en reflujo a ebullición por 30 minutos. Posteriormente, se le añadió 50 ml de NaOH 3,52 por ciento y se le sometió a ebullición por 30 minutos. A parte se pesó el papel filtro y se procedió a filtrar con agua caliente hasta que el pH el cambió de pH a ácido, se lavó con alcohol y se dejó secar el papel filtro con la muestra en la estufa a 100°C por 30 minutos y se enfrió en la campana desecadora por 30 minutos y finalmente se pesó. Para calcular el porcentaje de fibra cruda se usó la ecuación. (9).

$$\% \text{ Fibra cruda: } \frac{(P_3 - P_2) * 100}{(P_1)} \quad (9)$$

Donde: P₁: Peso de la muestra (g)

P₂: Peso de papel filtro (g)

P₃: Peso de papel filtro seco (g)

Anexo 6: Metodología de la determinación de Azúcares Reductores

Para la determinación de azúcares reductores totales se siguió el método de Fehling, se tomó 25 ml del filtrado y se pasó a un matraz volumétrico de 100 ml. Se adicionó a 20 ml de agua, 10 ml de ácido clorhídrico concentrado y se mezcló. Se colocó calentó el matraz en baño maría a 70°C por 15 min contados a partir del momento en que la temperatura interna del matraz alcanzó a 96°C. Se enfrió y adicionó gotas de fenolftaleína para neutralizarla con solución de NaOH. Se tituló usando la solución obtenida en lugar de la solución patrón. La cantidad de mg de azúcares reductores fue determinada por la siguiente ecuación (10):

$$mg \text{ de azúcar reductor}/100ml \text{ de disolución} = \frac{\text{Factor de reactivo} \times 100}{\text{Gasto (ml)}} \quad (10)$$

Anexo 7: ANOVA del análisis proximal de quinua

	Prueba de homogeneidad de varianzas			Prueba de Normalidad	
	Bartlett	df	p	Shapiro-Wilks	p
Humedad (%)	1,361611	4	0,850839	0,902300	0,232200
Proteína (%)	1,662233	4	0,797566	0,927800	0,426400
Fibra cruda (%)	3,060940	4	0,547680	0,928900	0,437100
Carbohidratos (%)	1,519595	4	0,823165	0,855000	0,066700
Cenizas (%)	5,760255	4	0,217782	0,964600	0,796800
Lípidos (%)	3,651087	4	0,455280	0,908000	0,147200

Análisis de varianza para la Caracterización Físicoquímica de la Quinoa, muestras sin tratamiento y germinados

	Efectos	SC	gl	MC	p
Humedad (%)	Tratamientos	37,6223	4	9,4056	0,000971
	Error	1,4942	5	0,2988	
Proteína (%)	Tratamientos	281,787	4	70,447	0,000011
	Error	1,760	5	0,352	
Fibra cruda (%)	Tratamientos	3,4481	4	0,8620	0,170759
	Error	1,7219	5	0,3444	
Carbohidratos (%)	Tratamientos	110,03	4	27,51	0,000475
	Error	3,24	5	0,65	
Cenizas (%)	Tratamientos	15,4071	4	3,8518	0,000068
	Error	1,3865	9	0,1541	
Lípidos (%)	Tratamientos	110,850	4	27,713	0,000070
	Error	10,017	9	1,113	

Prueba de significancia post hoc de Tukey para muestras de quinua

Tukey HSD test; variable Humedad (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .29884, df = 5.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.999990	0.052338	0.001265	0.155159
24 h	0.999990		0.048787	0.001226	0.143518
48 h	0.052338	0.048787		0.012533	0.803244
72 h	0.001265	0.001226	0.012533		0.005838
72 h M	0.155159	0.143518	0.803244	0.005838	

Tukey HSD test; variable Proteína (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .35196, df = 5.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.001073	0.000331	0.000271	0.000325
24 h	0.001073		0.019561	0.000287	0.016712
48 h	0.000331	0.019561		0.000510	0.999553
72 h	0.000271	0.000287	0.000510		0.000532
72 h M	0.000325	0.016712	0.999553	0.000532	

Tukey HSD test; variable Fibra cruda (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .34439, df = 5.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.997415	0.999998	0.382393	0.451343
24 h	0.997415		0.998751	0.279937	0.333378
48 h	0.999998	0.998751		0.363115	0.429566
72 h	0.382393	0.279937	0.363115		0.999744
72 h M	0.451343	0.333378	0.429566	0.999744	

Tukey HSD test; variable Carbohidratos (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .64830, df = 5.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.474520	0.999129	0.001150	0.076104
24 h	0.474520		0.378961	0.000630	0.016004
48 h	0.999129	0.378961		0.001265	0.095867
72 h	0.001150	0.000630	0.001265		0.008007
72 h M	0.076104	0.016004	0.095867	0.008007	

Tukey HSD test; variable Cenizas (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .15406, df = 9.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.000212	0.000739	0.055478	0.001525
24 h	0.000212		0.633798	0.001911	0.074202
48 h	0.000739	0.633798		0.027279	0.669720
72 h	0.055478	0.001911	0.027279		0.128024
72 h M	0.001525	0.074202	0.669720	0.128024	

Tukey HSD test; variable Lípidos (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1.1130, df = 9.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.002586	0.000296	0.000232	0.002777
24 h	0.002586		0.067367	0.057324	0.999997
48 h	0.000296	0.067367		0.999225	0.062291
72 h	0.000232	0.057324	0.999225		0.052518
72 h M	0.002777	0.999997	0.062291	0.052518	

Anexo 8: ANOVA del análisis proximal de kiwicha

	Prueba de homogeneidad de varianzas			Prueba de Normalidad	
	Bartlett	df	p	Shapiro-Wilks	p
Humedad (%)	1,073798	4	0,898407	0,8948	0,1917
Proteína (%)	3,278393	4	0,512363	0,9046	0,2456
Fibra Cruda (%)	3,000384	4	0,557761	0,9386	0,5377
Carbohidratos (%)	6,961735	4	0,137924	0,9468	0,6313
Cenizas (%)	3,471416	4	0,482238	0,933	0,3021
Lípidos (%)	0,945243	4	0,917982	0,9066	0,1203

Análisis de varianza para la Caracterización Fisicoquímica de la Kiwicha, muestras sin tratamiento y germinados

	Efectos	SC	gl	MC	p
Humedad (%)	Tratamientos	65,7975	4	16,4494	0,000125
	Error	1,1175	5	0,2235	
Proteína (%)	Tratamientos	89,094	4	22,274	0,000360
	Error	2,339	5	0,468	
Fibra Cruda (%)	Tratamientos	0,3102	4	0,0776	0,934777
	Error	2,0630	5	0,4126	
Carbohidratos (%)	Tratamientos	49,17	4	12,29	0,011665
	Error	5,79	5	1,16	
Cenizas (%)	Tratamientos	3,0804	4	0,7701	0,016106
	Error	1,4904	10	0,1490	
Lípidos (%)	Tratamientos	110,7410	4	27,6850	0,000000
	Error	2,1400	10	0,2140	

Prueba de significancia post hoc de Tukey para muestras de quinua

Tukey HSD test; variable Humedad (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .22350, df = 5.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.001313	0.059011	0.025150	0.019869
24 h	0.001313		0.000427	0.000367	0.033231
48 h	0.059011	0.000427		0.866062	0.001757
72 h	0.025150	0.000367	0.866062		0.001149
72 h M	0.019869	0.033231	0.001757	0.001149	

Tukey HSD test; variable Proteina (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .46778, df = 5.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.080770	0.004895	0.000558	0.694450
24 h	0.080770		0.080109	0.002049	0.312193
48 h	0.004895	0.080109		0.019863	0.012036
72 h	0.000558	0.002049	0.019863		0.000820
72 h M	0.694450	0.312193	0.012036	0.000820	

Tukey HSD test; variable Fibra Cruda (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .41261, df = 5.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.997330	0.977558	1.000000	0.999030
24 h	0.997330		0.999053	0.997495	0.977348
48 h	0.977558	0.999053		0.978289	0.923965
72 h	1.000000	0.997495	0.978289		0.998948
72 h M	0.999030	0.977348	0.923965	0.998948	

Tukey HSD test; variable Carbohidratos (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 1.1581, df = 5.0000					
Tratamientos	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.068093	0.022724	0.801808	0.019109
24 h	0.068093		0.742950	0.207547	0.636525
48 h	0.022724	0.742950		0.060539	0.999407
72 h	0.801808	0.207547	0.060539		0.049624
72 h M	0.019109	0.636525	0.999407	0.049624	

Tukey HSD test; variable Cenizas (5) K (QUINUA KIWICHA sta) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .14904, df = 10.000					
Tratamientos K	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.711378	0.249111	0.997673	0.017488
24 h	0.711378		0.874528	0.865186	0.123944
48 h	0.249111	0.874528		0.373701	0.444861
72 h	0.997673	0.865186	0.373701		0.028162
72 h M	0.017488	0.123944	0.444861	0.028162	

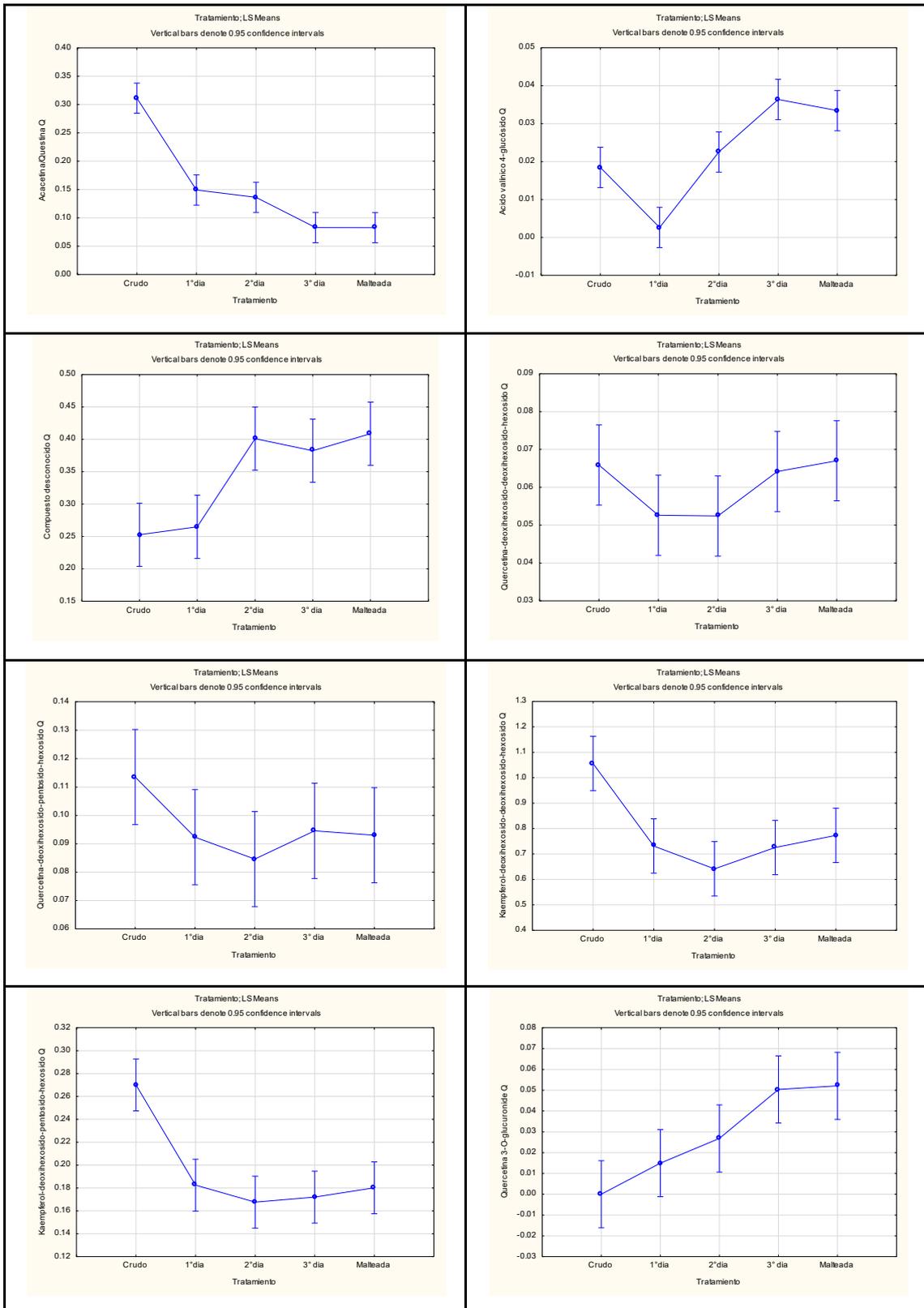
Tukey HSD test; variable Lipidos (%) Approximate Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = .21404, df = 10.000					
Tratamientos K	Sin tratamiento	24 h	48 h	72 h	72 h M
Sin tratamiento		0.000176	0.000176	0.000176	0.000176
24 h	0.000176		0.019256	0.000178	0.241459
48 h	0.000176	0.019256		0.000602	0.489811
72 h	0.000176	0.000178	0.000602		0.000219
72 h M	0.000176	0.241459	0.489811	0.000219	

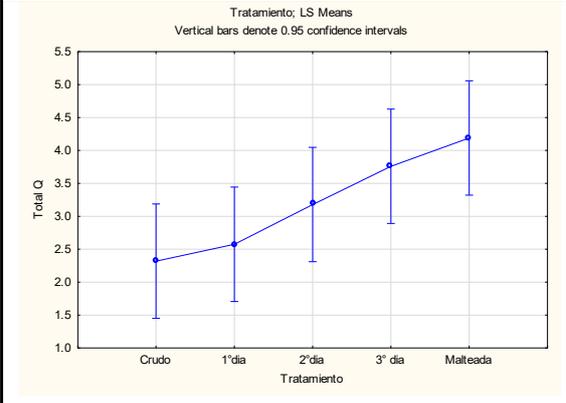
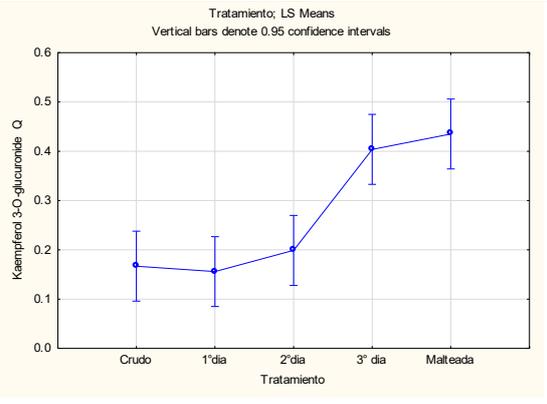
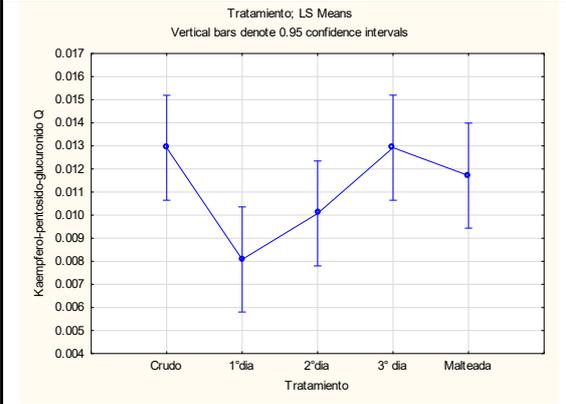
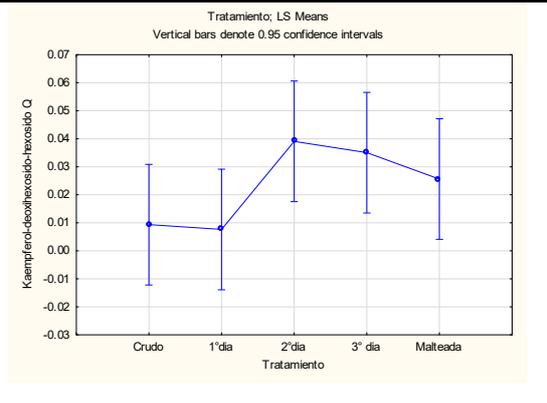
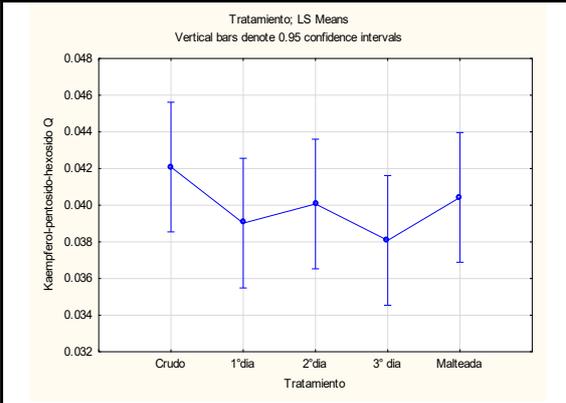
Anexo 9: Análisis estadístico para los compuestos fenólicos de granos de quinua, germinados y malteados

Análisis de varianza para compuestos fenólicos

	Efectos	SC	gl	MC	F	p
Acacetina/Questina Q	Tratamientos	0.105719	4	0.026430	61.5931	0.000001
	Error	0.004291	10	0.000429		
	Total	0.110010	14			
Ácido vanílico 4-glucósido Q	Tratamientos	0.002166	4	0.000541	31.8025	0.000012
	Error	0.000170	10	0.000017		
	Total	0.002336	14			
Compuesto desconocido Q	Tratamientos	0.070425	4	0.017606	12.240	0.000723
	Error	0.014384	10	0.001438		
	Total	0.084809	14			
Quercetina-deoxihexosido-deoxihexosido-hexosido Q	Tratamientos	0.000637	4	0.000159	2.3468	0.124898
	Error	0.000678	10	0.000068		
	Total	0.001315	14			
Quercetina-deoxihexosido-pentosido-hexosido Q	Tratamientos	0.001380	4	0.000345	2.0310	0.165748
	Error	0.001699	10	0.000170		
	Total	0.003078	14			
Kaempferol-deoxihexosido-deoxihexosido-hexosido Q	Tratamientos	0.300867	4	0.075217	10.873	0.001157
	Error	0.069179	10	0.006918		
	Total	0.370046	14			
Kaempferol-deoxihexosido-pentosido-hexosido Q	Tratamientos	0.021880	4	0.005470	17.576	0.000161
	Error	0.003112	10	0.000311		
	Total	0.024993	14			
Quercetina 3-O-glucuronide Q	Tratamientos	0.006103	4	0.001526	9.70214	0.001796
	Error	0.001573	10	0.000157		
	Total	0.007676	14			
Kaempferol-pentosido-hexosido Q	Tratamientos	0.000027	4	0.000007	0.908	0.495420
	Error	0.000076	10	0.000008		
	Total	0.000103	14			
Kaempferol-deoxihexosido-hexosido Q	Tratamientos	0.002498	4	0.000624	2.22771	0.138761
	Error	0.002803	10	0.000280		
	Total	0.005301	14			
Kaempferol-pentosido-glucuronido Q	Tratamientos	0.000051	4	0.000013	4.1132	0.031731
	Error	0.000031	10	0.000003		
	Total	0.000083	14			
Kaempferol 3-O-glucuronide Q	Tratamientos	0.221665	4	0.055416	18.1920	0.000139
	Error	0.030462	10	0.003046		
	Total	0.252127	14			
Total Q	Tratamientos	7.3766	4	1.8441	4.0489	0.033169
	Error	4.5547	10	0.4555		
	Total	11.9313	14			

nivel de significancia: 0.05





Anexo 10: Análisis estadístico para los compuestos fenólicos de granos de kiwicha, germinados y malteados

Análisis de varianza para compuestos fenólicos de kiwicha

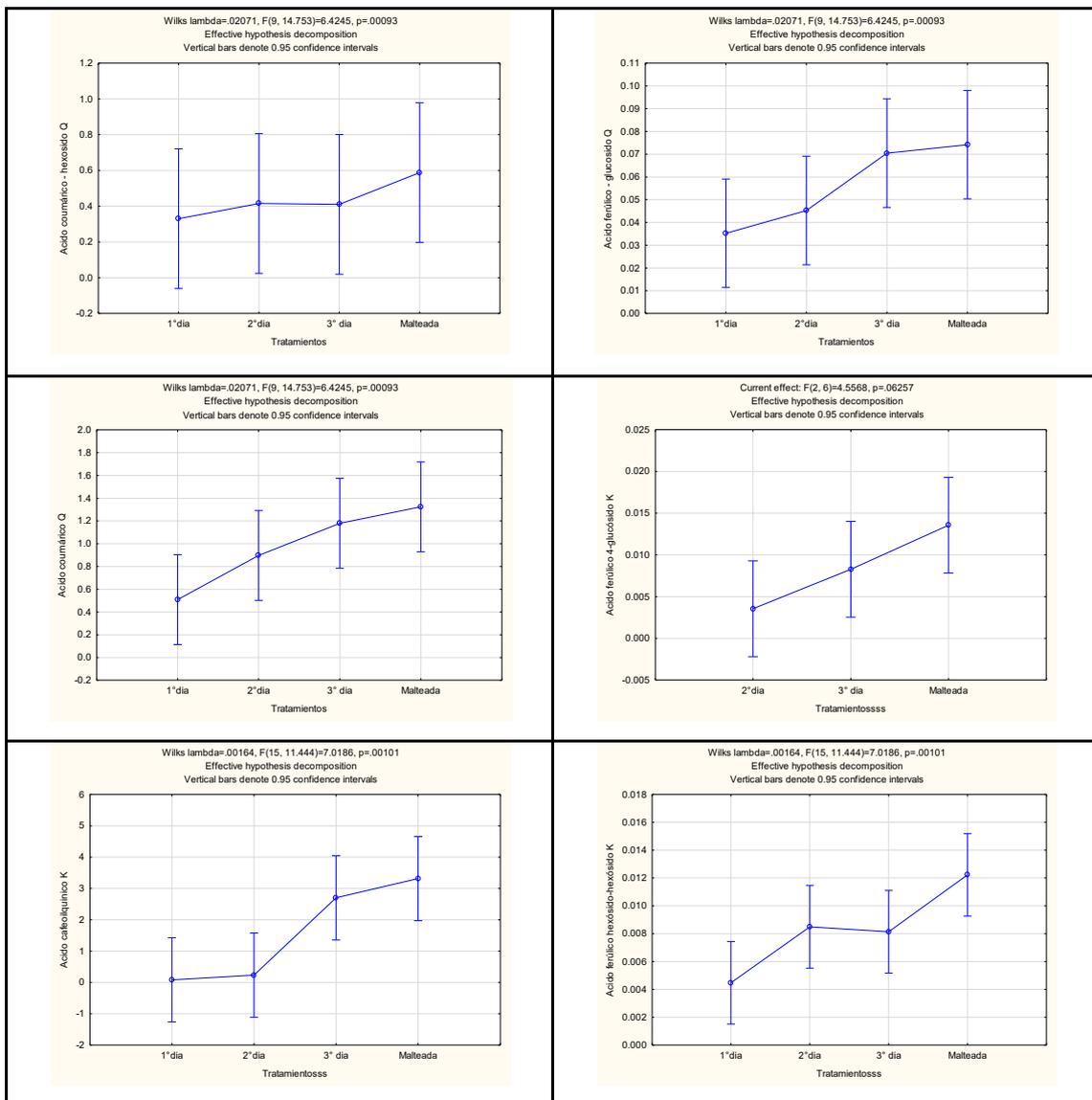
	Efectos	SC	gl	MC	F	p
Ácido coumárico - hexosido Q	Tratamientos	0.106201	3	0.035400	0.41056	0.749926
	Error	0.689800	8	0.086225		
	Total	0.796001	11			
Ácido ferúlico - glucosido Q	Tratamientos	0.003260	3	0.001087	3.3827	0.074656
	Error	0.002570	8	0.000321		
	Total	0.005830	11			
Ácido coumárico Q	Tratamientos	1.16206	3	0.38735	4.3969	0.041725
	Error	0.70478	8	0.08810		
	Total	1.86684	11			
Ácido ferúlico 4- glucósido K	Tratamientos	0.000151	2	0.000075	4.55675	0.062569
	Error	0.000099	6	0.000017		
	Total	0.000250	8			
Ácido cafeoilquinico K	Tratamientos	24.94175	3	8.31392	8.16516	0.008099
	Error	8.14575	8	1.01822		
	Total	33.08750	11			
Ácido ferúlico hexósido-hexósido K	Tratamientos	0.000090	3	0.000030	6.0713	0.018549
	Error	0.000040	8	0.000005		
	Total	0.000130	11			
Ácido trans-ferúlico K	Tratamientos	0.003805	3	0.001268	14.14402	0.001456
	Error	0.000717	8	0.000090		
	Total	0.004522	11			
Ácido coumaroilquinico K	Tratamientos	0.026120	3	0.008707	15.6441	0.001040
	Error	0.004452	8	0.000557		
	Total	0.030572	11			
Ácido feruloilquinico K	Tratamientos	0.023050	3	0.007683	68.4132	0.000005
	Error	0.000898	8	0.000112		
	Total	0.023948	11			
Compuesto desconocido K	Tratamientos	2.690086	4	0.672522	20.9256	0.000076
	Error	0.321386	10	0.032139		
	Total	3.011473	14			
Total K	Tratamientos	57.02387	4	14.25597	18.49041	0.000130
	Error	7.70993	10	0.77099		
	Total	64.73380	14			

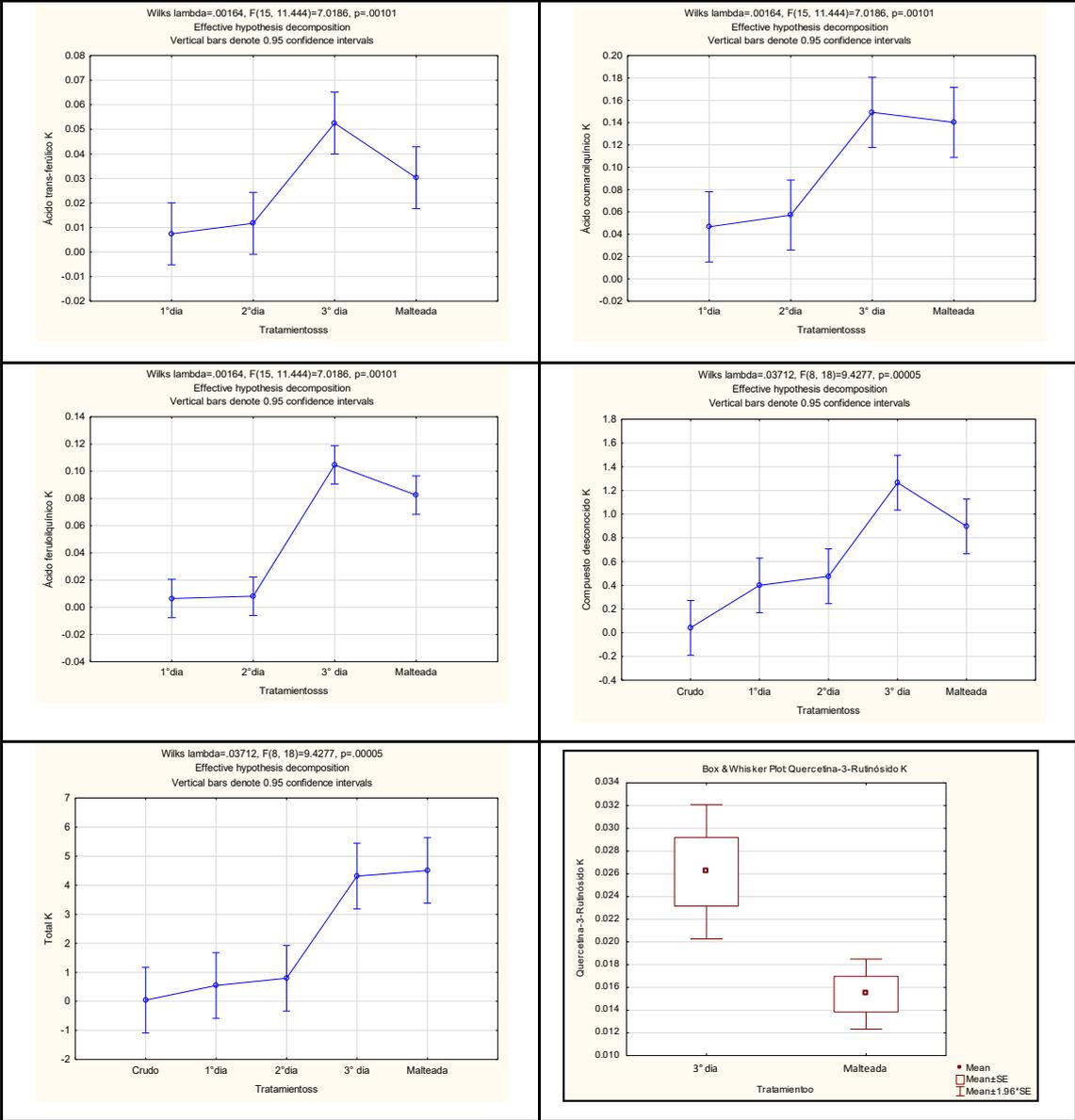
nivel de significancia: 0.05

Prueba de hipótesis de Quercetina-3-Rutinósido K; Grupo 1: 3° día; Grupo 2: Malteada

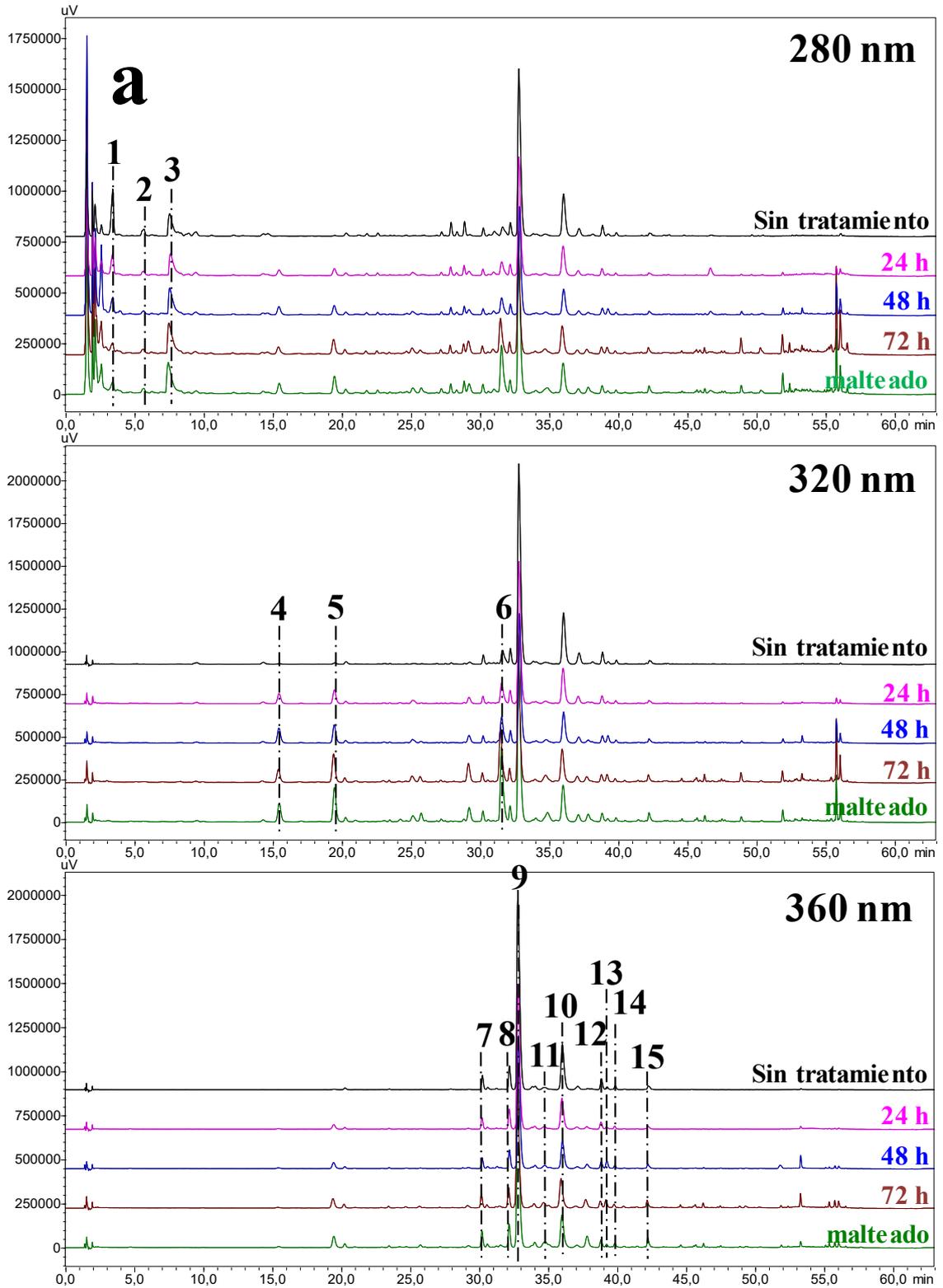
Variable	Medi a 3° día	Media Malteada	t-valor	df	p	Valid N 3° día	Valid N Malteada	Std.Dev v. 3° día	Std.Dev. Malteada	F-ratio	p
Quercetina-3-Rutinósido K	0.026	0.015	3.164	4	0.034	3	3	0.005	0.003	3.665	0.429

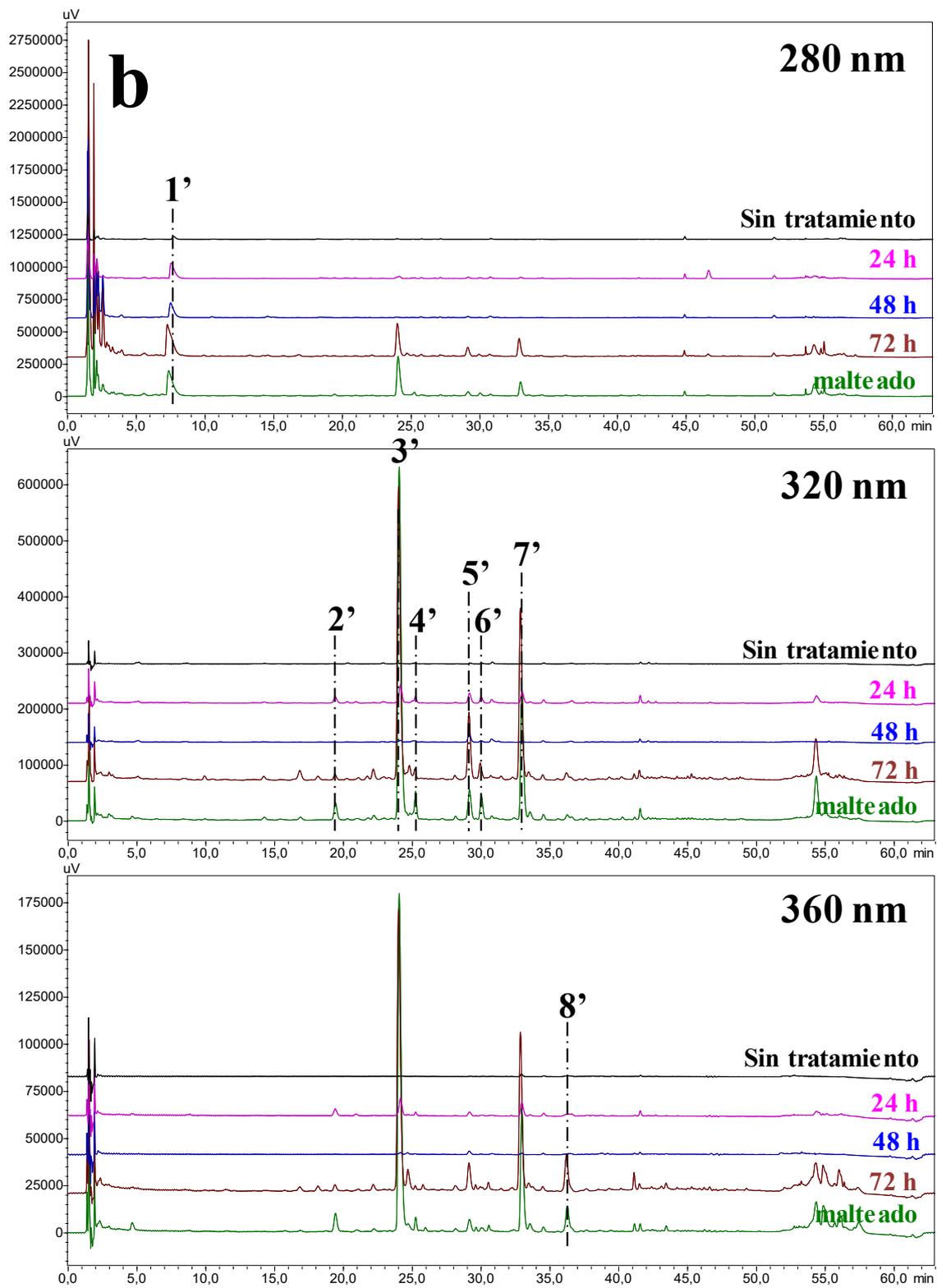
nivel de significancia: 0.05





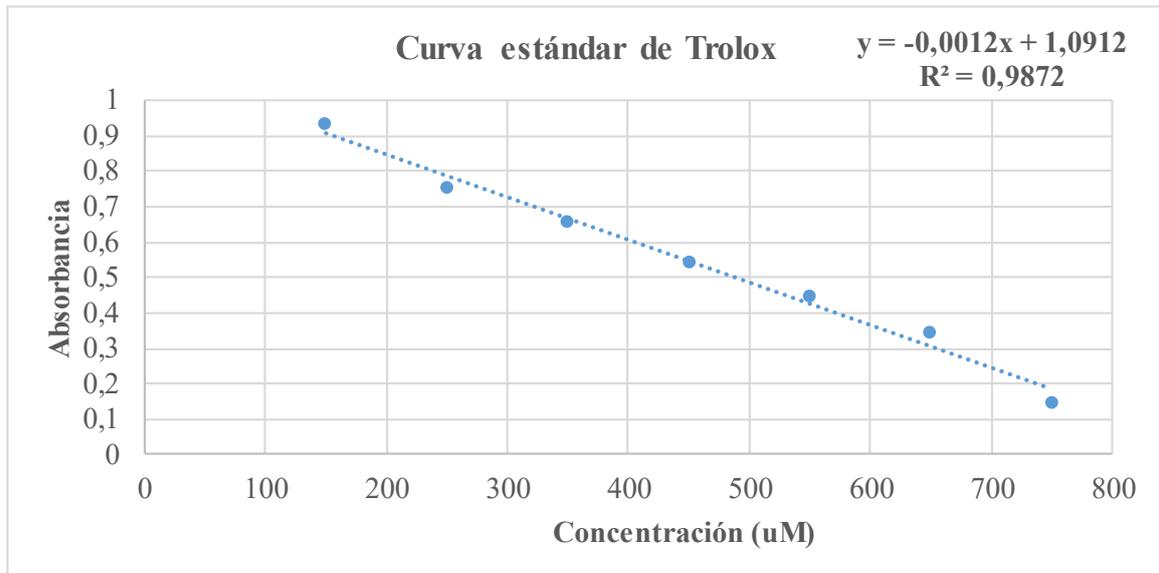
Anexo 11: Cromatogramas de compuestos fenólicos de quinua (a) y kiwicha (b).



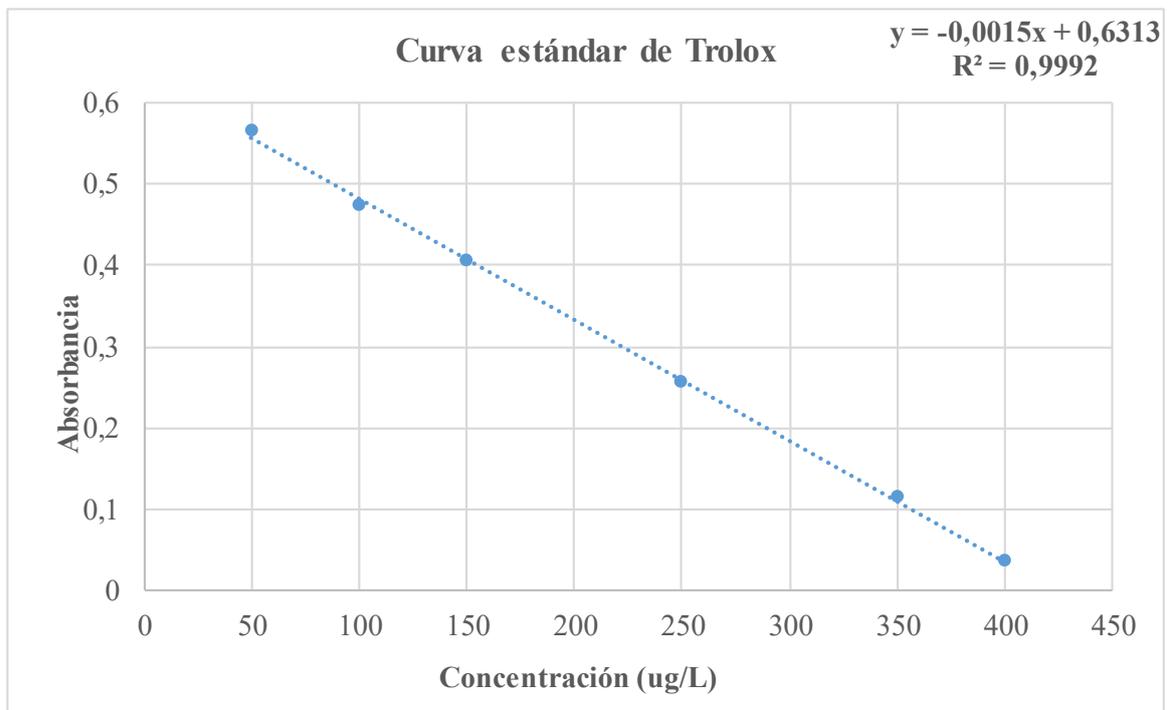


Donde: los picos cromatográficos son: 1. Acetina/questina/apigenina-7-metil éter; 2. Ácido vanílico 4-glucósido; 3. Compuesto desconocido; 4. Ácido coumárico - hexosido; 5. Ácido ferúlico 4-glucósido; 6. Ácido coumárico; 7. Quercetina 3-*O*-(2,6-di- α -*L*-rhamnopiranosil)- β -*D*-galactopiranosido); 8. Quercetina-deoxihexosido-pentosido-hexosido; 9. Kaempferol 3-*O*-(2,6-di- α -*L*-rhamnopiranosil)- β -*D*-galactopiranosido); 10. Kaempferol 3-*O*-(β -*D*-apiofuranosil- α -*L*-rhamnopiranosil)- β -*D*-galactopiranosido; 11. Quercetina 3-*O*-glucuronido; 12. Kaempferol-pentosido-hexosido; 13. Kaempferol-deoxihexosido-hexosido; 14. Kaempferol-pentosido-glucuronido; 15. Kaempferol 3-*O*-glucuronido; 1'. Compuesto desconocido; 2'. Ácido ferúlico - glucósido; 3'. Ácido Cafeoilquínico; 4'. Ácido ferúlico-hexosido-hexosido; 5'. *Trans*-ácido ferúlico; 6'. Ácido Coumaroilquínico; 7'. Ácido feruloilquínico; 8'. Quercetina 3-*O*-rutinósido.

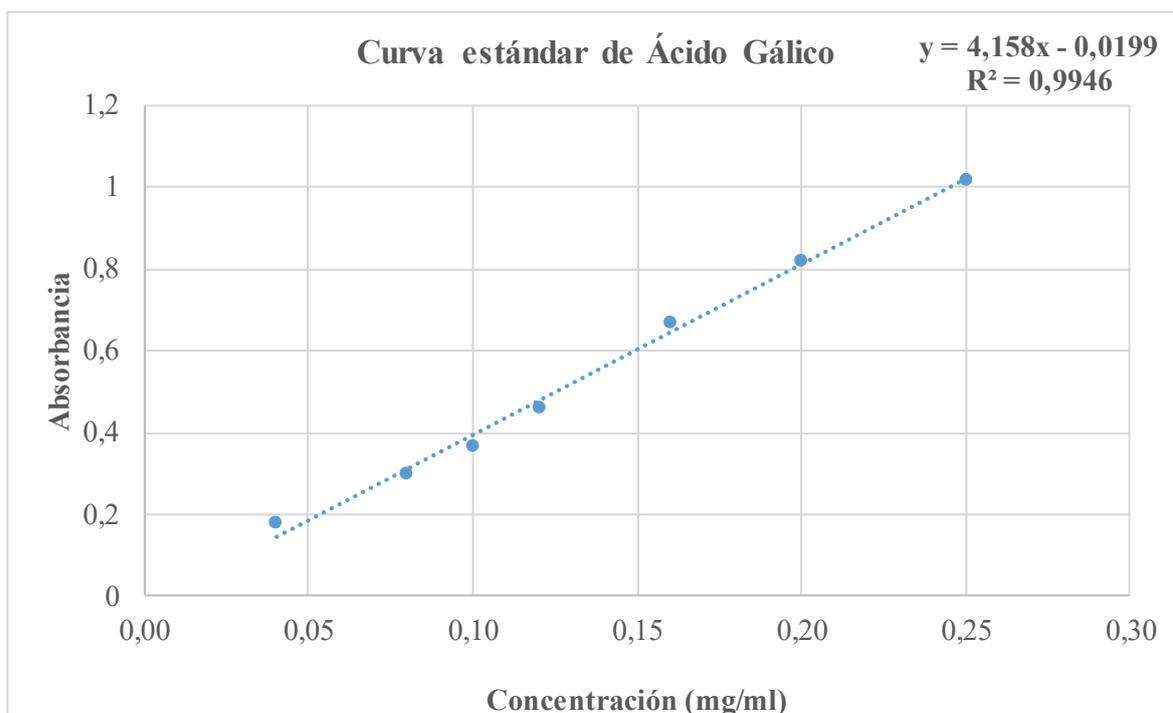
Anexo 12: Curva estándar de trolox para capacidad antioxidante por DPPH



Anexo 13: Curva estándar de trolox para capacidad antioxidante por ABTS



Anexo 14: Curva estándar de ácido gálico

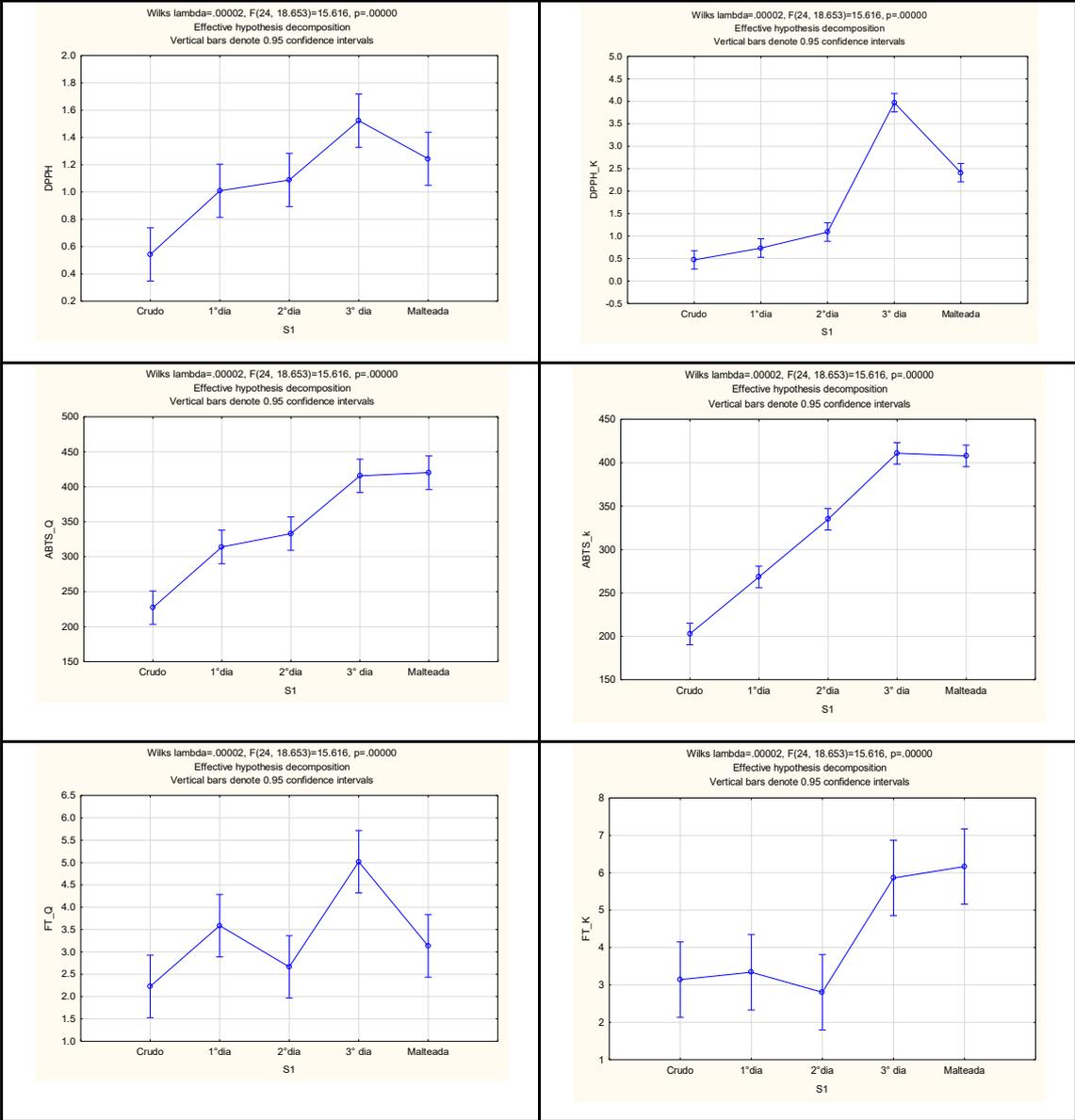


Anexo 15: Análisis estadístico de los fenoles totales y capacidad antioxidante

Análisis de varianza para la capacidad antioxidante

	EFectos	SC	gl	MC	F	p
DPPH	Tratamientos	1.54853	4	0.38713	16.8515	0.000193
	Error	0.22973	10	0.02297		
	Total	1.77826	14			
DPPH_Kiwicha	Tratamientos	25.37563	4	6.34391	250.517	0.000000
	Error	0.25323	10	0.02532		
	Total	25.62887	14			
ABIS_Quinua	Tratamientos	76682	4	19171	55.368	0.000001
	Error	3462	10	346		
	Total	80144	14			
ABIS_kiwicha	Tratamientos	97510	4	24378	261.60	0.000000
	Error	932	10	93		
	Total	98442	14			
FT_Quinua	Tratamientos	13.8439	4	3.4610	11.7278	0.000858
	Error	2.9511	10	0.2951		
	Total	16.7950	14			
FT_Kiwicha	Tratamientos	31.1914	4	7.7978	12.6905	0.000625
	Error	6.1447	10	0.6145		
	Total	37.3360	14			

nivel de significancia: 0.05



Anexo 16: Análisis estadístico del análisis proximal y fisicoquímica de las bebidas

Análisis de supuestos del análisis proximal y fisicoquímica de las bebidas

Variables	Tests de Homogeneidad de Varianzas			Prueba de normalidad	
	Bartlett	df	p	Shapiro–Wilk	p
Humedad (%)	17.608	10	0.0619	0.816	0.129
Sólidos solubles (%)	17.608	10	0.0619	0.816	0.135
Proteína (g/100 ml)	7.195	10	0.706	0.227	0.791
Grasa (g/100 ml)	9.933	9	0.355	0.912	0.0718
Cabohidratos (g/100 ml)	16.837	9	0.051	0.924	0.1217
Ceniza (g/100 ml)	8.023	9	0.053	0.178	0.907
AR (mg Glucosa/100ml muestra)	3.964	9	0.913	0.956	0.1269

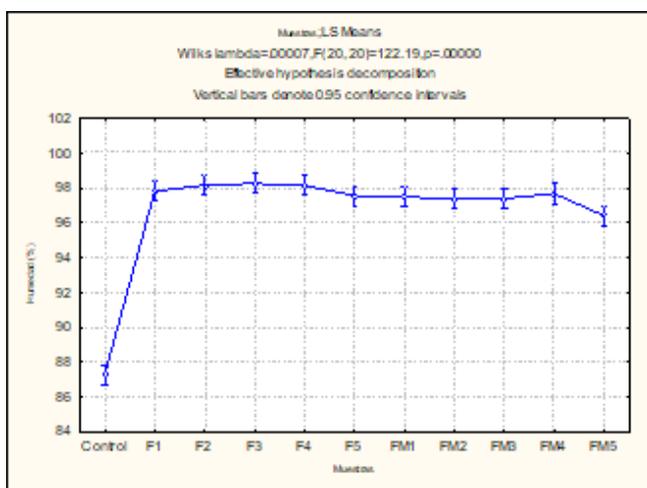
nivel de significancia: 0.05

Análisis de varianza para la composición proximal y fisicoquímica de las bebidas

	Efectos	SC	gl	MC	F	p
Humedad (%)	Tratamientos	200.513	10	20.0513	151.91	0.000
	Error	1.452	11	0.1320		
	Total	201.965	21			
Sólidos solubles (%)	Tratamientos	200.51	10	20.06	151.91	0.000
	Error	1.46	11	0.133		
	Total	201.97	21			
Proteína (g/100 ml)	Tratamientos	62.4857	10	6.24857	115.03	0.000
	Error	0.5975	11	0.05432		
	Total	63.0832	21			
Grasa (g/100 ml)	Tratamientos	0.139875	9	0.015542	18.21	0.000
	Error	0.008535	10	0.000853		
	Total	0.148410	19			
Carbohidratos (g/100 ml)	Tratamientos	0.7206	9	0.08006	2.86	0.059
	Error	0.28	10	0.028		
	Total	1.0005	19			
Ceniza (g/100 ml)	Tratamientos	0.003172	9	0.000352	8.01	0.002
	Error	0.00044	10	0.000044		
	Total	0.003612	19			
AR (mg Glucosa/100ml muestra)	Tratamientos	514990	9	57221.1	567.37	0.000
	Error	1009	10	100.9		
	Total	515999	19			

nivel de significancia: 0.05

Test de Tukey; variable Humedad (%), MS = .13200, df = 11.000												
	Muestras	Control	F1	F2	F3	F4	F5	FM1	FM2	FM3	FM4	FM5
1	Control		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	F1	0.000		0.991	0.962	0.996	1.000	0.998	0.955	0.973	1.000	0.057
3	F2	0.000	0.991		1.000	1.000	0.822	0.748	0.506	0.563	0.937	0.013
4	F3	0.000	0.962	1.000		1.000	0.695	0.611	0.381	0.432	0.851	0.009
5	F4	0.000	0.996	1.000	1.000		0.866	0.798	0.560	0.619	0.960	0.015
6	F5	0.000	1.000	0.822	0.695	0.866		1.000	1.000	1.000	1.000	0.155
7	FM1	0.000	0.998	0.748	0.611	0.798	1.000		1.000	1.000	1.000	0.193
8	FM2	0.000	0.955	0.506	0.381	0.560	1.000	1.000		1.000	0.995	0.347
9	FM3	0.000	0.973	0.563	0.432	0.619	1.000	1.000	1.000		0.998	0.304
10	FM4	0.000	1.000	0.937	0.851	0.960	1.000	1.000	0.995	0.998		0.098
11	FM5	0.000	0.057	0.013	0.009	0.015	0.155	0.193	0.347	0.304	0.098	



Test de Tukey; variable Sólidos solubles (%) MS = .13200, df = 11.000												
	Muestras	Control	B1	B2	B3	B4	B5	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5
1	Control		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	B1	0.000		0.991	0.962	0.996	1.000	0.998	0.955	0.973	1.000	0.057
3	B2	0.000	0.991		1.000	1.000	0.822	0.748	0.506	0.563	0.937	0.013
4	B3	0.000	0.962	1.000		1.000	0.695	0.611	0.381	0.432	0.851	0.009
5	B4	0.000	0.996	1.000	1.000		0.866	0.798	0.560	0.619	0.960	0.015
6	B5	0.000	1.000	0.822	0.695	0.866		1.000	1.000	1.000	1.000	0.155
7	BM1	0.000	0.998	0.748	0.611	0.798	1.000		1.000	1.000	1.000	0.193
8	BM2	0.000	0.955	0.506	0.381	0.560	1.000	1.000		1.000	0.995	0.347
9	BM3	0.000	0.973	0.563	0.432	0.619	1.000	1.000	1.000		0.998	0.304
10	BM4	0.000	1.000	0.937	0.851	0.960	1.000	1.000	0.995	0.998		0.098
11	BM5	0.000	0.057	0.013	0.009	0.015	0.155	0.193	0.347	0.304	0.098	

Test de Tukey; variable Proteína (g/100ml) MS = .05432, df = 11.000												
	Muestras	Control	B1	B2	B3	B4	B5	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5
1	Control		1	0.623	0.003	0.993	0.826	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
2	B1	1		0.636	0.003	0.991	0.815	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
3	B2	0.623	0.636		0.067	0.197	0.072	0.033	0.000	0.000	0.001	0.000
4	B3	0.003	0.003	0.067		0.001	0.001	1.000	0.000	0.000	0.072	0.000
5	B4	0.993	0.991	0.197	0.001		1.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
6	B5	0.826	0.815	0.072	0.001	1.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	BM1	0.002	0.002	0.033	1.000	0.001	0.000		0.000	0.000	0.145	0.000
8	BM2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.595	0.008	0.018
9	BM3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.595		0.001	0.378
10	BM4	0.000	0.000	0.001	0.072	0.000	0.000	0.145	0.008	0.001		0.000
11	BM5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.378	0.000	

Test de Tukey; variable Grasa (g/100ml) MS = .00085, df = 10.000											
	Muestras	B1	B2	B3	B4	B5	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5
1	B1		0.939	0.666	0.425	0.869	0.137	0.016	0.039	0.233	0.008
2	B2	0.939		0.999	0.974	1.000	0.022	0.003	0.007	0.039	0.002
3	B3	0.666	0.999		1.000	1.000	0.009	0.001	0.003	0.016	0.001
4	B4	0.425	0.974	1.000		0.994	0.005	0.001	0.002	0.008	0.001
5	B5	0.869	1.000	1.000	0.994		0.016	0.002	0.005	0.029	0.001
6	BM1	0.137	0.022	0.009	0.005	0.016		0.863	0.994	1.000	0.603
7	BM2	0.016	0.003	0.001	0.001	0.002	0.863		0.999	0.672	1.000
8	BM3	0.039	0.007	0.003	0.002	0.005	0.994	0.999		0.940	0.966
9	BM4	0.233	0.039	0.016	0.008	0.029	1.000	0.672	0.940		0.402
10	BM5	0.008	0.002	0.001	0.001	0.001	0.603	1.000	0.966	0.402	

Test de Tukey; variable CHOS (g/100ml) MS = .02800, df= 10.000											
	Muestras	B1	B2	B3	B4	B5	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5
1	B1		0.989	0.953	0.998	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	0.193
2	B2	0.989		1.000	1.000	0.732	0.912	0.839	0.873	0.992	0.051
3	B3	0.953	1.000		1.000	0.590	0.808	0.710	0.752	0.962	0.035
4	B4	0.998	1.000	1.000		0.831	0.963	0.915	0.938	0.999	0.068
5	B5	0.996	0.732	0.590	0.831		1.000	1.000	1.000	0.994	0.528
6	BM1	1.000	0.912	0.808	0.963	1.000		1.000	1.000	1.000	0.332
7	BM2	1.000	0.839	0.710	0.915	1.000	1.000		1.000	0.999	0.417
8	BM3	1.000	0.873	0.752	0.938	1.000	1.000	1.000		1.000	0.380
9	BM4	1.000	0.992	0.962	0.999	0.994	1.000	0.999	1.000		0.182
10	BM5	0.193	0.051	0.035	0.068	0.528	0.332	0.417	0.380	0.182	

Test de Tukey; variable Ceniza (g/100ml) MS = .00004, df= 10.000											
	Muestras	B1	B2	B3	B4	B5	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5
1	B1		1.000	1.000	0.781	0.569	0.154	0.545	0.800	0.980	0.002
2	B2	1.000		0.999	0.561	0.365	0.086	0.346	0.583	0.880	0.001
3	B3	1.000	0.999		0.890	0.707	0.217	0.683	0.904	0.997	0.002
4	B4	0.781	0.561	0.890		1.000	0.873	1.000	1.000	0.999	0.013
5	B5	0.569	0.365	0.707	1.000		0.976	1.000	1.000	0.981	0.023
6	BM1	0.154	0.086	0.217	0.873	0.976		0.982	0.858	0.552	0.109
7	BM2	0.545	0.346	0.683	1.000	1.000	0.982		1.000	0.976	0.025
8	BM3	0.800	0.583	0.904	1.000	1.000	0.858	1.000		1.000	0.013
9	BM4	0.980	0.880	0.997	0.999	0.981	0.552	0.976	1.000		0.006
10	BM5	0.002	0.001	0.002	0.013	0.023	0.109	0.025	0.013	0.006	

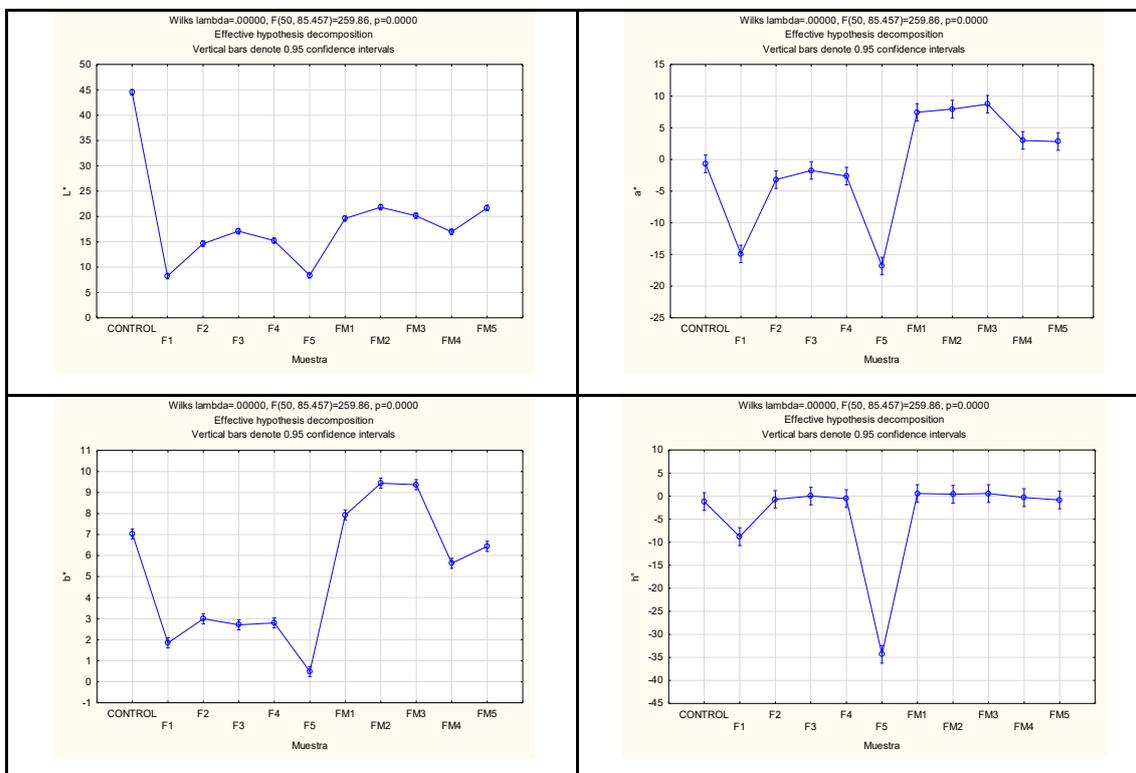
Test de Tukey; variable AR (mg Glucosa/100ml) MS = 100.85, df= 10.000											
	Muestras	B1	B2	B3	B4	B5	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5
1	B1		0.480	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	B2	0.480		0.000	0.000	0.480	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	B3	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	B4	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.560	0.000	0.000	0.000
5	B5	1.000	0.480	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	BM1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.001	0.933
7	BM2	0.000	0.000	0.000	0.560	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
8	BM3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
9	BM4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000		0.002
10	BM5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.933	0.000	0.000	0.002	

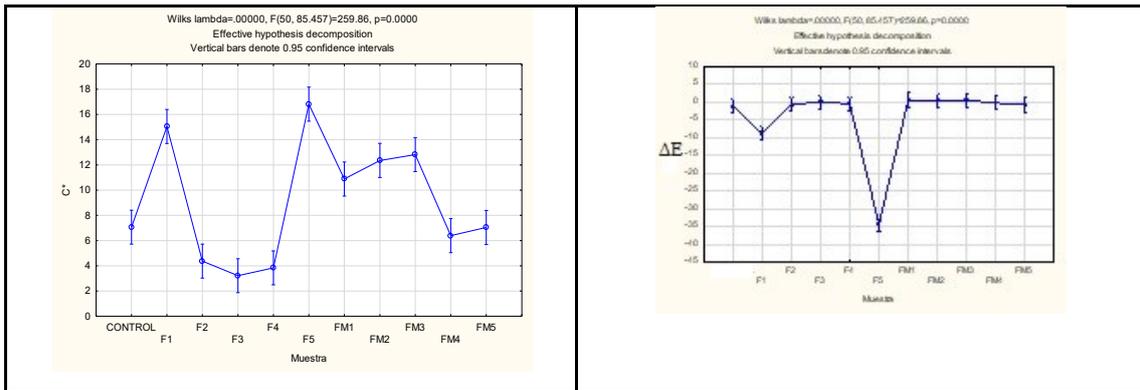
Anexo 17: Análisis estadístico de la colorimetría de las bebidas

Análisis de varianza para el color (L*, a*, b*, h° y C*)

	Efectos	SC	gl	MC	F	p
L*	Tratamientos	2811.65	10	281.16	1350.87	0.00
	Error	4.58	22	0.21		
	Total	2816.23	32			
a*	Tratamientos	2186.469	10	218.6469	163.7578	0.000000
	Error	29.374	22	1.3352		
	Total	2215.843	32			
b*	Tratamientos	294.4730	10	29.4473	732.19	0.00
	Error	0.8848	22	0.0402		
	Total	295.3578	32			
h°	Tratamientos	3220.130	10	322.0130	125.5855	0.000000
	Error	56.410	22	2.5641		
	Total	3276.540	32			
C*	Tratamientos	668.254	10	66.825	52.616	0.000000
	Error	27.941	22	1.270		
	Total	696.195	32			
ΔE	Tratamientos	2712.28	9	301.365	236.79	0.000000
	Error	25.45	20	1.273		
	Total	2737.74	29			

nivel de significancia: 0.05





Welcome to the sensory evaluation of plant-based beverages!

**Please read carefully the instructions before
starting the evaluation.**

**In questions related to the samples, you can find the three digits number (e.g. 111)
on the paper. Make sure the number is same in the cup and on the paper.**

**Between samples before moving to the next and in the end, check that you have
answered to every question!**

Tervetuloa arvioimaan hunajia!

Lue ohjeet huolellisesti ennen kuin aloitat.

**Näytteisiin liittyvissä kysymyksissä löydät kolme numeroa muodostuvan
näytekoodin (esim. 111) lomakkeelta. Varmista, että kussakin kohdassa
näyteastian koodi ja lomakkeella näkyvä koodi vastaavat toisiaan.**

**Tarkista näytteiden välillä ennen siirtymistä seuraavaan näytteeseen ja koko testin
lopuksi, että olet vastannut jokaiseen kysymykseen.**

Question 1.

Your gender.

Sukupuolesi.

- Male (mies)
- Female (nainen)
- Other (muu)

Question 2.

How old are you?

Kuinka vanha olet?

Age (ikä) _____

Question 3.

How often do you drink plant-based beverages? Please, choose the most suitable answer.

Kuinka usein käytät hunajaa? Valitse sopivin vaihtoehto.

- Several times a week (useita kertoja viikossa)
- Once a week (kerran viikossa)
- A couple of times a month (pari kertaa kuussa)
- Once a month (kerran kuussa)
- A few times a year (muutamia kertoja vuodessa)
- Once a year (kerran vuodessa)
- More seldom or never (harvemmin tai en koskaan)

Next you will start to evaluate the samples. Please, read the instructions carefully!

Seuraavaksi aloitat näytteiden arvioinnin. Lue ohjeet huolellisesti!

Sample _____

Before tasting, please observe carefully:

Question 4.

Please, smell the samples and rate the odor intensity and liking. Smell water between samples.

A vaa varovasti kantta, haista näytettä ja arvioi näytteen hajun voimakkuutta ja tuttuutta. Näytteiden välillä haista vettä.

Odour intensity of plants / Hajun voimakkuus

No odour Ei hajua	Weak Heikko	Moderate Kohtalainen	Strong Voimakas	Very strong Erittäin voimakas
1 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>	3 <input type="text"/>	4 <input type="text"/>	5 <input type="text"/>

Your favor / Hajun tuttuus

Not favorable at all	Slightly favorable	Moderately favorable	Favorable	Very Favorable
----------------------------	-----------------------	-------------------------	-----------	----------------

1 <input type="text"/>	2 <input type="text"/>	3 <input type="text"/>	4 <input type="text"/>	5 <input type="text"/>
------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

Question 5.

Describe the texture of the sample. You can choose several options.

Kuvaile hunajan rakennetta. Valitse alta kaikki vaihtoehdot joita löydät. Voit valita useita.

- Smoothie
- Liquid (juokseva)
- Soft (pehmeä)
- Grainy (rakeinen)
- Smooth
- Sticky (tahmainen)

Question 6.

Please, examine the color tone of the sample. You can choose several options.

Tarkastele näytteen värin sävyä. Valitse alta kaikki vaihtoehdot joita löydät. Voit valita useita.

- A very light; almost colorless / erittäin vaalea ja lähes väritön
- Light / vaalea
- Bright yellow / kirkkaan keltainen
- Yellow / keltainen
- Orange / oranssi
- Red / punainen
- Green / vihreä
- Brown / ruskea
- Grey / harmaa
- Dark / tumma

Now, you can taste the samples:

Question 7.

Drink the sample and spread all over the mouth with your tongue. Rate on a scale (1-5) the following **flavour/taste properties** and **favor** of the sample. Choose the most suitable value.

Ota näytettä muovilusikalla suuhusi ja pyöritä näytettä suussasi. Arvioi seuraavia näytteen [makuja ja maun tuttuutta](#) allaolevilla asteikoilla (1-5). Valitse parhaiten sopiva arvo kultakin asteikolta.

Flavour intensity/ Maun voimakkuus

Not at all
Ei lainkaan

Very strong
Erittäin
voimakas

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Sweetness / Makeus

Not at all
Ei lainkaan

Very strong
Erittäin
voimakas

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Bitterness

Not at all
Ei lainkaan

Very strong
Erittäin
voimakas

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Your favor /

Not at all
Ei lainkaan

Very much
Erittäin
voimakas

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Question 8.

Describe the taste and the odour of the sample. You can choose several options.

Kuvaile näytteen makua ja hajua. Valitse alta kaikki vaihtoehdot joita löydät. Voit valita useita.

- Grain-like
- Herbaceous fresh (tuore yrtti)
- Herbaceous dried (kuivattu yrtti)
- Grass-like
- Caramel (karamellimainen)
- Woody (puumainen)
- Earthy (maamainen)
- Chemical (kemikaalimainen)
- Nutty (pähkinäinen)
- Burnt (palanut)
- Other: _____

Question 9.

Please describe the overall acceptability. Rate on a scale (1-5). Choose the most suitable value.

Overall acceptability

Not at all
Ei lainkaan

Very much
Erittäin
voimakas

Question 10.

Please, give us feedback (comments on the test/samples, the test easy/difficult , etc.).

Lopuksi voit antaa palautetta (mikä oli vaikeaa/helppoa, kommentteja testistä/näytteistä, jne.)

Thank you for participation!

Kiitos osallistumisesta!

Anexo 19: Balotario CATA de Perú

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: _____ Muestra: _____

1. ¿Con cuanta frecuencia consume bebidas a base de granos?

- Muchas veces a la semana
- Una vez a la semana
- Un par de veces al mes
- Una vez al mes
- Pocas veces al año
- Una vez al año
- Nunca

Antes de probar la muestra, responda las siguientes preguntas:

2. Por favor, huela la muestras y califique la intensidad y el gusto del olor.

Intensidad del olor de las plantas

- Sin olor Débil Moderado Fuerte Muy fuerte

Gusto del olor

- Nada Ligero Moderado Favorable Muy favorable

3. ¿Cómo es la textura de la muestra?

- Grumoso
- Líquido
- Suave
- Granuloso
- Gelatinoso
- Homogéneo
- Pegajoso

4. ¿Cuál es el color de la muestra?

- Muy ligero, casi incoloro
- Líquido
- Amarillo claro
- Amarillo
- Naranja
- Rojo
- Verde
- Marrón
- Plomo
- Oscuro

Ahora puede probar las muestras y responder las siguientes preguntas:

5. Califique en una escala (1-5) las siguientes propiedades de sabor

Intensidad del sabor

Nada Muy fuerte

Dulzor

Nada Muy fuerte

Amargor

Nada Muy fuerte

Preferencia

Nada Muy fuerte

6. Describe el sabor olor de la muestra

Como el grano

Hierbas frescas

Hierbas secas

Como hierba

Caramelo

Madera

Tierra

Químico

A nuez

Quemado

Otro: _____

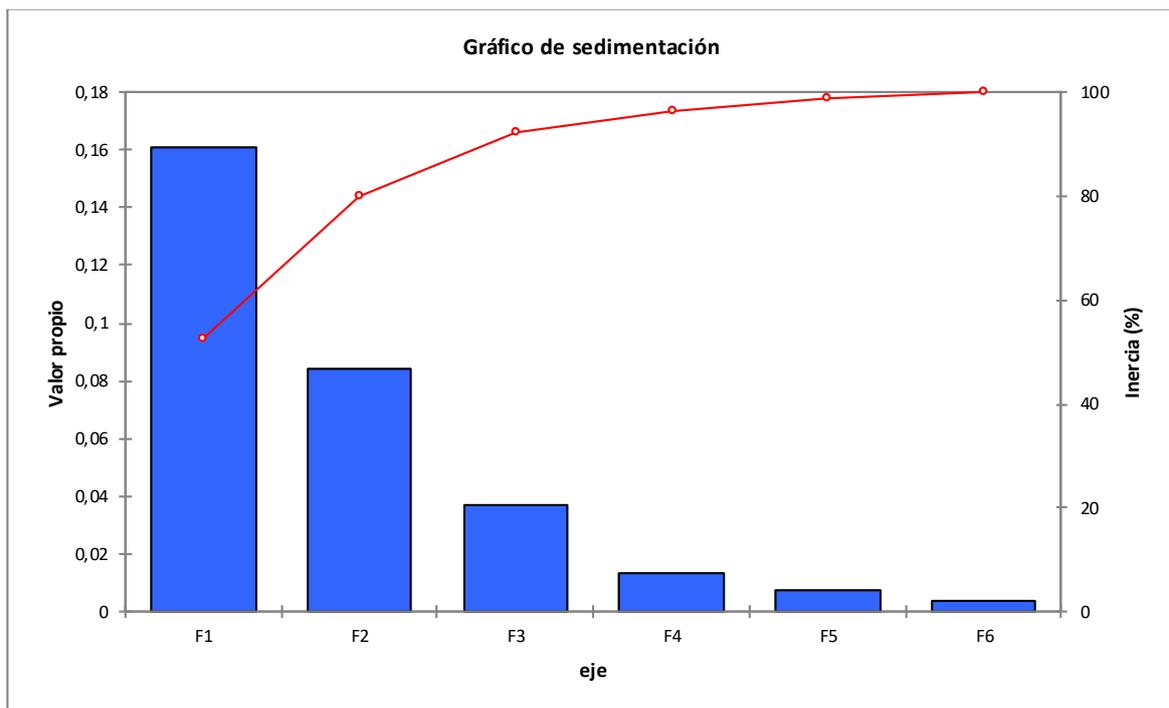
7. Aceptabilidad del producto

Nada Me encanta

8. Por favor, deje sus comentarios (sobre la prueba/muestra)

Anexo 20: CATA de Perú

Valores propios y porcentajes de inercia:						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valor propio	0.161	0.084	0.037	0.013	0.007	0.004
(%)	52.471	27.428	12.182	4.316	2.411	1.192
% acumulado	52.471	79.899	92.081	96.397	98.808	100.000



Cuadro de Correlaciones

	Casi incoloro	Liger o	Amar illo claro	A ma rillo	Bl an co	R oj o	V er de	M arr ón	Pi o m o ro	Os cu ro	Com o el grano	Hierb as frescas	Hier bas secas	Co mo pasto	Car am elo	M ad er a	Ti rra	Qui mico	N ue z	Qu em ado	S oy a	Gr um oso	Li qu id o	S ua ve	Gra nul oso	Gel atin oso	Ho mog éneo	Pe gaj oso
Casi incoloro	0.15	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.209	0.260	0.00	0.10	0.2	0.14	0.01	0.1	0.01	0.2	0.22	0.1	0.3	0.17	0.1	0.2	0.05	0.1
Liger o	0.15	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.063	0.063	0.08	0.08	0.0	0.05	0.03	0.0	0.00	0.0	0.06	0.0	0.3	0.34	0.0	0.1	0.10	0.1
Amar illo claro	0.45	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.120	0.036	0.01	0.02	0.1	0.21	0.18	0.0	0.03	0.0	0.08	0.2	0.0	0.09	0.0	0.2	0.09	0.2
Amar illo	0.51	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.217	0.114	0.13	0.13	0.0	0.01	0.07	0.0	0.0	0.2	0.72	0.1	0.0	0.04	0.1	0.1	0.03	0.0
Blanco	0.16	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.136	0.047	0.03	0.03	0.3	0.06	0.03	0.1	0.16	0.1	0.19	0.0	0.0	0.19	0.2	0.2	0.28	0.1
Rojo	0.80	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.188	0.741	0.74	0.10	0.6	0.08	0.74	0.2	0.71	0.6	0.56	0.0	0.9	0.06	0.2	0.6	0.15	0.4
Verde	0.79	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.831	0.732	0.73	0.59	0.6	0.14	0.37	0.6	0.21	0.3	0.55	0.1	0.0	0.00	0.0	0.6	0.70	0.5
Marrón	0.46	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.034	0.065	0.11	0.05	0.4	0.01	0.21	0.0	0.09	0.1	0.79	0.2	0.1	0.08	0.2	0.1	0.05	0.2
Piom o	0.22	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.066	0.077	0.01	0.08	0.2	0.17	0.31	0.1	0.22	0.0	0.68	0.0	0.0	0.01	0.0	0.0	0.15	0.1
Oscuro	0.88	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.209	0.012	0.06	0.02	0.0	0.18	0.33	0.1	0.08	0.3	0.68	0.3	0.0	0.17	0.4	0.2	0.43	0.7
Com o d grano	0.20	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.285	0.0	0.25	0.22	0.2	0.34	0.20	0.2	0.15	0.2	0.31	0.0	0.2	0.08	0.0	0.1	0.12	0.1
Hierb as frescas	0.26	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.285	0.0	0.01	0.32	0.3	0.13	0.01	0.2	0.01	0.0	0.76	0.0	0.1	0.09	0.0	0.0	0.21	0.1
Hierb as secas	0.00	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.255	0.013	0.1	0.20	0.2	0.02	0.06	0.3	0.16	0.0	0.76	0.1	0.0	0.08	0.0	0.0	0.03	0.1
Com o pasto	0.10	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.224	0.324	0.20	0.33	0.8	0.08	0.06	0.1	0.23	0.0	0.75	0.0	0.0	0.01	0.0	0.1	0.03	0.2
Caramelo	0.22	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.266	0.345	0.23	0.83	0.35	0.35	0.1	0.36	0.0	0.19	0.0	0.0	0.16	0.4	0.0	0.44	0.0	
Madera	0.14	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.344	0.139	0.02	0.08	0.3	0.22	0.8	0.00	0.1	0.76	0.2	0.0	0.09	0.2	0.1	0.11	0.0	
Tierra	0.01	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.201	0.013	0.06	0.06	0.3	0.22	0.16	0.0	0.16	0.2	0.76	0.2	0.0	0.08	0.1	0.3	0.22	0.0
Químico	0.12	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.266	0.220	0.35	0.11	0.1	0.83	0.05	0.27	0.2	0.69	0.1	0.0	0.18	0.1	0.1	0.03	0.2	
Nuez	0.01	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.159	0.017	0.16	0.23	0.3	0.00	0.16	0.2	0.76	0.1	0.46	0.1	0.0	0.27	0.0	0.0	0.12	0.0
Que mado	0.29	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.244	0.004	0.09	0.05	0.0	0.14	0.26	0.2	0.14	0.69	0.2	0.0	0.01	0.2	0.2	0.2	0.20	0.7
Soya	0.22	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.317	0.762	0.76	0.75	0.1	0.76	0.76	0.6	0.04	0.6	0.98	0.0	0.2	0.13	0.0	0.6	0.23	0.6
Grumoso	0.14	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.090	0.062	0.11	0.00	0.0	0.20	0.26	0.1	0.12	0.2	0.07	0.5	0.25	0.3	0.1	0.04	0.0	
Líquido	0.38	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.219	0.136	0.00	0.07	0.0	0.08	0.04	0.0	0.08	0.0	0.24	0.5	0.20	0.3	0.3	0.3	0.05	0.4
Suave	0.17	0.459	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.080	0.093	0.08	0.01	0.1	0.09	0.08	0.1	0.27	0.0	0.13	0.2	0.2	0.2	0.1	0.13	0.3	

Granuloso	-0.137	0.003	0.045	-0.116	0.210	0.234	0.078	0.230	0.024	0.418	-0.063	0.006	0.089	0.096	0.418	0.240	0.156	0.106	0.226	0.096	0.306	0.382	0.299	0.132	0.315	0.291	0.202	0.165	0.071
Gelatinoso	-0.297	0.181	0.216	0.162	0.204	0.645	0.635	0.199	0.092	0.265	0.127	0.069	0.090	0.121	0.003	0.143	0.308	0.108	0.269	0.134	0.387	0.152	0.232	0.117	0.157	0.371	0.033	0.157	0.356
Homogeneo	-0.056	0.109	0.098	-0.034	0.287	0.159	0.709	0.059	0.156	0.439	0.124	0.215	0.037	0.036	0.441	0.114	0.223	0.0012	0.236	0.016	0.456	0.598	0.1365	0.0165	0.1165	0.571	0.178	0.071	0.178
Pegajoso	-0.192	0.118	0.218	0.019	0.121	0.465	0.579	0.200	0.109	0.708	0.186	0.148	-0.114	0.236	0.070	0.003	0.245	0.086	0.725	0.610	0.472	0.965	0.3071	0.0071	0.356	0.078	0.078	0.078	0.178

Coordenadas de los atributos de CATA

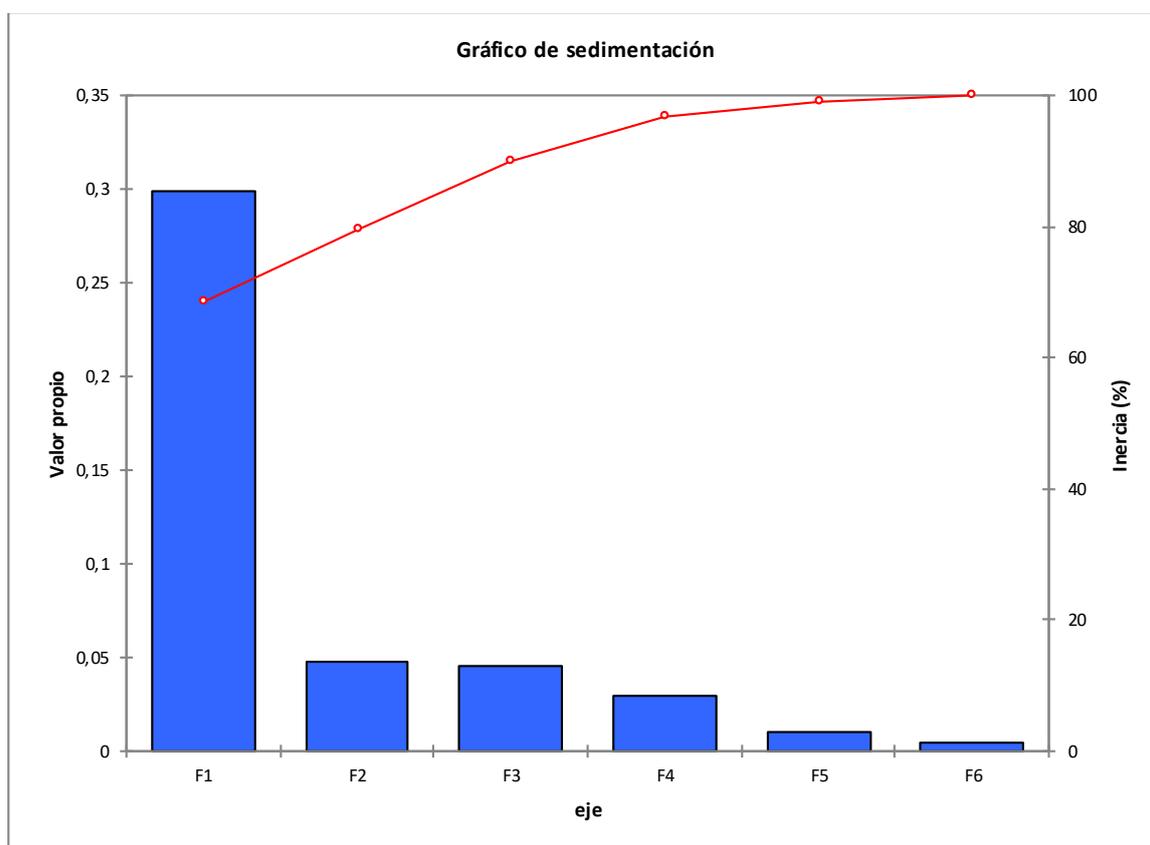
	F1	F2	F3	F4	F5
Casi incoloro	-0.848	0.208	-0.102	0.633	-0.766
Ligero	-0.328	-0.468	0.091	-0.047	-0.400
Amarillo claro	-0.066	-0.482	0.355	0.902	0.808
Amarillo	0.127	-0.109	-0.559	0.339	0.545
Blanco	-0.574	0.090	-0.147	-0.441	0.003
Rojo	0.714	1.251	1.077	-0.171	-0.036
Verde	0.546	-1.197	1.089	-0.123	-0.055
Marrón	0.642	0.487	-0.331	-0.212	-0.342
Plomo	0.048	0.291	-0.595	-0.515	-0.412
Oscuro	0.536	-0.485	-0.248	-1.004	0.050
Como el grano	-0.210	0.639	0.027	-0.081	-0.448
Hierbas frescas	-0.121	-0.084	-0.651	0.298	-0.297
Hierbas secas	0.061	-0.040	-0.723	0.395	-0.098
Como pasto	0.651	-0.070	0.306	0.325	-0.610
Caramelo	-0.789	0.165	-0.256	-0.437	0.896
Madera	0.516	-0.294	0.144	0.394	-0.201
Tierra	0.399	-0.490	-0.181	0.228	-0.063
Químico	0.152	0.552	-0.174	-0.492	0.329
Nuez	-0.355	-0.281	0.003	0.024	0.247
Quemado	0.298	-0.614	-0.321	-0.479	0.242
Soya	-1.369	0.053	0.992	-0.128	0.222
Grumoso	0.309	0.098	0.275	-0.099	0.464
Líquido	-0.600	-0.533	-0.109	-0.033	-0.717
Suave	-0.334	-0.027	0.270	0.033	-0.233

Granuloso	0.329	0.082	0.399	-0.206	-0.022
Gelatinoso	0.341	-0.004	-0.607	0.416	0.515
Homogéneo	-0.313	0.381	-0.065	-0.368	0.105
Pegajoso	0.236	0.882	0.038	0.849	0.274

Anexo 21: CATA de Finlandia

Valores propios y porcentajes de inercia:

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valor propio	0.299	0.048	0.045	0.030	0.010	0.004
(%)	68.554	10.991	10.331	6.812	2.287	1.024
% acumulado	68.554	79.545	89.876	96.689	98.976	100.000



Cuadro de Correlaciones

	Casi incol oro	Li go ro	Os cu ro	Amar illo claro	A ma rillo	Bl an co	R oj o	V er de	M ar rón	Pl om o	Com o el grano	Hierb as fresca s	Hier bas secas	Co mo past o	Car am elo	M ad era	Ti erra	Qu imi co	N ue z	Qu em ado	S oy a	Gr um oso	Li qu ido	S ua ve	Gr an ulo so	Gel atin oso	Ho mog éneo	Pe gaj oso
Casi incol oro	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Liger o	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oscu ro	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Amar illo claro	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Amar illo	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Blanc o	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rojo	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Verde	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marr ón	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Plom o	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Com o d el grano	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hierb as fresca s	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hierb as secas	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Com o past o	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cara melo	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Made ra	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tierr a	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Quim ico	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nuez	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Que mado	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Soya	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Grum oso	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Liqui do	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suav e	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gran uloso	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gelat inoso	0.12	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Coordenadas de los atributos de CATA

	F1	F2	F3	F4	F5
Casi incoloro	-0.648	0.904	-1.040	-0.151	-0.154
Ligero	-0.951	-0.245	-0.113	0.142	-0.228
Oscuro	1.002	-0.302	-0.090	0.158	0.514
Amarillo claro	-0.431	-1.150	0.330	0.604	0.553
Amarillo	-0.345	-0.202	-0.116	-0.263	-0.127
Blanco	-0.856	-0.194	0.210	0.050	-0.436
Rojo	0.992	0.919	0.849	0.949	-0.203
Verde	-0.318	0.376	1.024	-1.216	0.189
Marrón	0.967	-0.020	0.284	-0.085	0.398
Plomo	0.104	0.855	-0.484	0.661	0.118
Como el grano	-0.344	0.387	0.057	0.208	0.157
Hierbas frescas	-0.123	-0.227	0.126	-0.387	0.199
Hierbas secas	0.253	-0.278	-0.817	0.112	0.765
Como pasto	0.540	0.137	0.165	-0.148	0.239
Caramelo	-1.131	0.432	0.213	0.650	0.125
Madera	0.298	0.120	0.201	-0.194	0.099
Tierra	0.412	0.051	-0.019	0.016	0.192
Químico	0.391	-0.421	-0.238	0.441	-0.810
Nuez	-0.734	0.031	0.006	-0.082	-0.485
Quemado	0.660	0.081	-0.990	-0.237	-0.350
Soya	-0.233	-0.070	0.128	-0.304	0.450
Grumoso	-0.034	-0.193	0.860	0.468	-0.077
Líquido	-0.378	0.233	-0.250	-0.639	0.637
Suave	-0.442	-0.368	-0.040	-0.102	0.291
Granuloso	0.726	0.472	0.101	-0.716	-0.373
Gelatinoso	-0.283	0.118	-0.028	0.450	-0.337
Homogéneo	0.525	-0.885	-0.456	0.093	-0.042
Pegajoso	0.381	-0.562	0.125	-0.478	-1.302

Anexo 22: Aceptabilidad de muestras de Perú

Muestras	Media	Grupos			
F7	3.588	A			
F4	2.474		B		
F1	2.392		B		
F3	2.186		B		
F6	2.155		B	C	
F5	1.732			C	D
F2	1.588				D