

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos



Una Institución Adventista

**Formulación de una bebida vegetal a partir de germinado
y malteado de cañihua (*Chenopodium pallidicaule*
Aellen) variedad Cupi**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de
Alimentos

Por:

Bach. Dafne Marykate Leon Mallqui

Asesora:

MSc. Silvia Pilco Quesada

Lima, Octubre del 2019

ANEXO 07 DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Yo, Silvia Pilco Quesada de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

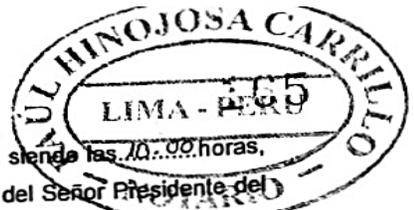
Que el presente informe de investigación titulado: *"Formulación de una bebida vegetal a partir de germinado y malteado de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi"* constituye la memoria que presenta la **Bachiller Dafne Marykate Leon Mallqui** para aspirar al título Profesional de **Ingeniero de Alimentos** cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *Lima*, al primer día de *Diciembre* del año 2020.



MSc. Silvia Pilco Quesada



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Naña, Villa Unión, a 10 04 día(s) del mes de octubre del año 2019, siendo las 10:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Dr. Rodrigo Alfredo Mater Chamarro, el secretario: Dr. Julio Florencio Paredes Guzman y los demás miembros: MSc. Daniel Sumire Acuña; Ing. Guido Felgencio Anglos Hurtado y el asesor MSc. Silvia Pilsa Cusada

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Formulación de una bebida vegetal a partir de germinado y malteado de cañihua (Chenopodium pallidicaule Allen) variedad Cuzi"

de el(los)/la(las) bachiller/es: a) Dafne Marykate León Mallqui b) — conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero de Alimentos (Nombre del Título Profesional) con mención en —

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Dafne Marykate León Mallqui

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobada</u>	<u>18</u>	<u>A -</u>	<u>Muy bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Candidato (b): —

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]
Presidente

[Firma]
Asesor

[Firma]
Candidato/a (a)

[Firma]
Miembro

[Firma]
Secretario

[Firma]
Miembro

Candidato/a (b)

Dedicatoria

A Dios y a mi familia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por otorgarme la sabiduría, paciencia y fuerza para culminar este trabajo de investigación.

A mis padres, Alfredo León y Nélide Mallqui por sus esfuerzos y apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A la Magíster Silvia Pilco Quesada, por su asesoría, amistad y ánimos brindados durante la realización de esta investigación.

A los encargados del laboratorio de Centro de Investigación de Ciencias de Alimentos (CICAL), Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITAL) y el Laboratorio de Ciencias Químicas de la Universidad Peruana Unión.

A la Escuela Profesional de Ingeniería de Alimentos, dirigida por el Dr. Alfredo Matos Chamorro y a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura dirigida por la Dra. Leonor Bustinza Cabala, por permitir el uso de los laboratorios para la ejecución de la tesis.

A los docentes de la Universidad Peruana Unión quienes me brindaron un tiempo durante sus clases para la ejecución de la evaluación sensorial; así también a los panelistas por su apoyo.

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	16
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA	18
2.1 La cañihua	18
2.1.1 Generalidades	18
2.1.2 Descripción botánica y morfología.....	19
2.1.3 Clasificación Taxonómica	20
2.1.4 Valor nutricional.....	21
2.2 El arroz.....	23
2.2.1 Generalidades	23
2.2.2 Descripción botánica y morfología.....	23
2.2.3 Clasificación taxonómica	24
2.2.4 Valor nutricional.....	24
2.3 Proceso de germinación	25
2.3.1 Primera etapa	26
2.3.2 Segunda etapa.....	29
2.3.3 Tercera etapa.....	32
2.4 Proceso de tostado o malteado.....	32
2.5 Compuestos fenólicos	32
2.6 Actividad antioxidante.....	33
2.7 Bebidas vegetales.....	35
2.8 Evaluación sensorial	36
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1 Lugar de Ejecución	39
3.2 Equipos, materiales y reactivos.....	39

3.2.1	Materia prima	39
3.2.2	Insumos.....	39
3.2.3	Materiales	39
3.2.4	Equipos	40
3.2.5	Reactivos	41
3.2.6	Materiales para la evaluación sensorial	41
3.3	Metodología para la elaboración.....	42
3.3.1	Caracterización proximal y química de los granos de cañihua	42
3.3.2	Proceso de germinación de los granos de cañihua	43
3.3.3	Proceso de elaboración de bebidas vegetales de cañihua germinada y malteada	46
3.4	Métodos de análisis proximal y químico	50
3.4.1.	Determinación del contenido de humedad	50
3.4.2.	Determinación del contenido de cenizas	50
3.4.3.	Determinación del contenido de proteínas	51
3.4.4.	Determinación del contenido de lípidos	51
3.4.5.	Proceso de extracción de compuestos fenólicos.....	52
3.4.6.	Determinación de compuestos fenólicos totales (TPC)	52
3.4.7.	Determinación de la actividad antioxidante mediante DPPH	53
3.5	Métodos de análisis fisicoquímico.....	53
3.5.1.	pH	53
3.5.2.	Acidez titulable	54
3.5.3.	Contenido de sólidos solubles	54

3.6	Métodos de análisis físicos	54
3.6.1.	Determinación de colorimetría.....	54
3.7	Análisis sensorial	55
3.7.1.	Metodología de C.A.T.A. (Check-all-that-apply)	55
3.8	Diseño estadístico	55
3.9	Análisis estadístico.....	58
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES		59
4.1.	Análisis proximal y químico de las harinas de Cañihua variedad Cupi	59
4.2.	Análisis físico de las harinas de Cañihua variedad Cupi	66
4.3.	Análisis proximal de las bebidas vegetales.....	68
4.4.	Análisis de estabilidad de las bebidas vegetales	71
4.5.	Evaluación sensorial	76
CAPITULO V. CONCLUSIONES		83
RECOMENDACIONES		84
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		85
ANEXOS		97

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Taxonomía de la cañihua (<i>Chenopodium pallidicaulle</i> Aellen).....	21
Tabla 2. Composición química de cañihua variedad Cupi (g/100 g materia seca)	22
Tabla 3. Taxonomía del arroz (<i>Oryza sativa</i> L.).....	24
Tabla 4. Composición química del arroz (<i>Oryza Sativa</i> L.).....	25
Tabla 5. Formulación de las bebidas vegetales de cañihua germinada y malteada.....	47
Tabla 6. DCA del análisis proximal y químico de las harinas de cañihua variedad Cupi....	56
Tabla 7. DCA del análisis físico de las harinas de cañihua variedad Cupi	56
Tabla 8. DCA de los análisis proximales de las bebidas vegetales	57
Tabla 9. DCA del análisis de estabilidad de las bebidas vegetales	57
Tabla 10. Resultados del análisis proximal de las harinas de cañihua variedad Cupi y actividad antioxidante.....	65
Tabla 11. Resultados del análisis físico de las harinas de cañihua variedad Cupi	67
Tabla 12. Resultados del análisis proximal de las bebidas vegetales	70
Tabla 13. Resultados del análisis de estabilidad de las bebidas vegetales	75
Tabla 14. Distribución de datos de los panelistas.....	76
Tabla 15. Frecuencia de consumo de bebidas vegetales	76
Tabla 16. Prueba de Q de Cochran para los atributos de las bebidas vegetales	77
Tabla 17 . Codificación de las bebidas vegetales	78
Tabla 18. ANOVA de la aceptabilidad.....	82
Tabla 19. Análisis de varianza de lípidos	104
Tabla 20. Análisis de varianza de humedad	104
Tabla 21. Análisis de varianza de cenizas	104
Tabla 22. Análisis de varianza de proteínas	104
Tabla 23. Análisis de varianza de compuestos fenólicos	105
Tabla 24. Análisis de varianza de actividad antioxidante (DPPH)	105
Tabla 25. Análisis de varianza de luminosidad (L*)	105
Tabla 26. Análisis de varianza de coordenada a*.....	105
Tabla 27. Análisis de varianza de coordenada b*	106
Tabla 28. Análisis de varianza de coordenada C*	106
Tabla 29. Análisis de varianza de coordenada h*	106

Tabla 30. Análisis de varianza de humedad en bebidas	109
Tabla 31. Análisis de varianza de cenizas en bebidas	109
Tabla 32. Análisis de varianza de lípidos en bebidas	110
Tabla 33. Análisis de varianza de proteínas en bebidas	110
Tabla 34. Análisis de varianza de bebidas (pH - día 0).....	110
Tabla 35. Análisis de varianza de bebidas (pH - día 7)	110
Tabla 36. Análisis de varianza de bebidas (°Brix- día 0)	111
Tabla 37. Análisis de varianza de bebidas (°Brix- día 7)	111
Tabla 38. Análisis de varianza de bebidas (Acidez titulable - día 0).....	111
Tabla 39. Análisis de varianza de bebidas (Acidez titulable - día 7).....	111
Tabla 40. Análisis de varianza de bebidas (L* - 0 días).....	111
Tabla 41. Análisis de varianza de bebidas (L* - 7 días).....	112
Tabla 42. Análisis de varianza de bebidas (a* - 0 días)	112
Tabla 43. Análisis de varianza de bebidas (a* - 7 días)	112
Tabla 44. Análisis de varianza de bebidas (b* - 0 días)	112
Tabla 45. Análisis de varianza de bebidas (b* - 7 días)	112
Tabla 46. Análisis de varianza de bebidas (C* - 0 días)	113
Tabla 47. Análisis de varianza de bebidas (C* - 7 días)	113
Tabla 48. Análisis de varianza de bebidas (h* - 0 días)	113
Tabla 49. Análisis de varianza de bebidas (h* - 7 días)	113

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones de cultivo de cañihua.....	18
Figura 2. Planta de cañihua (A), hojas (B), grano (C).....	19
Figura 3. Crecimiento Saiwa (A), Crecimiento Lasta (B), Crecimiento Pampa Lasta (C) .	20
Figura 4. Partes de una semilla de arroz.....	24
Figura 5. Proceso de imbibición de agua durante la germinación.....	28
Figura 6. Fases de la actividad respiratoria durante el proceso de imbibición.....	29
Figura 7. Cambios metabólicos durante el proceso de germinación	30
Figura 8. Mecanismo de acción de los antioxidantes.....	34
Figura 9. Estructura de DPPH antes y después de la reacción con antioxidante.....	35
Figura 10. Diagrama de flujo de la caracterización fisicoquímica de la harina de cañihua variedad Cupi.....	43
Figura 11. Diagrama de flujo de la elaboración de harina germinada y malteada	45
Figura 12. Diagrama de flujo de la elaboración de las bebidas vegetales	49
Figura 13. Gráficos de los análisis proximales de las harinas germinadas y malteadas a diferentes horas.....	63
Figura 14. Variación de los compuestos fenólicos en las harinas germinadas y malteadas	64
Figura 15. Variación de la actividad antioxidante (DPPH) en las harinas germinadas y malteadas	64
Figura 16. Gráficos de los análisis proximales de las bebidas con germinado y malteado de cañihua a diferentes horas.....	70
Figura 17. Análisis de °Brix de las siete bebidas vegetales antes y después de 7 días	73
Figura 18. Análisis de pH de las siete bebidas vegetales antes y después de 7 días de almacenamiento	73
Figura 19. Análisis de acidez titulable de las siete bebidas vegetales antes y después de 7 días de almacenamiento.....	74
Figura 20. Análisis de colorimetría de las siete bebidas vegetales antes y después de 7 días de almacenamiento	74
Figura 21. Gráfico de sedimentación de CATA.....	79
Figura 22. Diagrama del análisis correspondencia de CATA	80

Figura 23. Análisis de componentes principales de los datos del método CATA para la aceptabilidad.....	81
Figura 24. Media de aceptabilidad respecto a las muestras de bebida	82

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha descriptiva de Cañihua variedad Cupi	97
Anexo 2. Cañihua en grano y cañihua en proceso de germinación	97
Anexo 3. Proceso de molienda a través del mortero	98
Anexo 4. Análisis proximales realizados en materia prima y bebidas vegetales	98
Anexo 5. Evaluación sensorial	99
Anexo 6. Análisis de estabilidad de las bebidas vegetales	99
Anexo 7. Curva estándar de ácido gálico (mg/ml)	103
Anexo 8. Curva estándar de Trolox ($\mu\text{g/L}$)	103
Anexo 9. Análisis estadístico de las harinas germinadas y malteadas	104
Anexo 10. Análisis estadístico de las harinas germinadas y malteadas	105
Anexo 11. Análisis estadístico de las bebidas vegetales	109
Anexo 12. Análisis estadístico de los de análisis de estabilidad de las bebidas vegetales .	110
Anexo 13. Boleta de evaluación sensorial	120
Anexo 14. Estadísticos descriptivos	121

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto del germinado y malteado del grano de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi en la elaboración de una bebida vegetal con arroz integral. Las bebidas vegetales fueron elaboradas con harina de granos germinados y malteados durante 48, 72 y 96 horas respectivamente. Los análisis realizados a las harinas germinadas y malteadas fueron el análisis proximal (%humedad, %lípidos, %proteínas y %cenizas), análisis colorimétrico, compuestos fenólicos (mg EAG/100g) y actividad antioxidante mediante la metodología de DPPH (mg ET/100g); en las bebidas vegetales se realizó un análisis proximal (%humedad, %lípidos, %proteínas y %cenizas) y un análisis sensorial mediante la metodología CATA, además se realizó un análisis de estabilidad a las bebidas vegetales almacenadas durante 7 días a 5°C que consiste en los análisis fisicoquímicos (pH, °Brix, % acidez titulable) y el análisis de colorimetría. Los resultados obtenidos demuestran que a mayor tiempo de germinación existe un aumento en el contenido de proteínas ($18.463\% \pm 0.17$ a $21.846\% \pm 0.182$) y el proceso de malteado favorece incrementando el contenido fenólico (12.383 ± 0.22 mg EAG/100g a 50.763 ± 0.22 mg EAG/100g) y actividad antioxidante (38.20 ± 5.89 mg ET/100g a 284.87 ± 2.47 mg ET/100g). En los análisis realizados a las bebidas vegetales se encontró un alto contenido proteico en la bebida con la harina de cañihua de tres días de germinación ($13.213\% \pm 0.382$) y no se evidenciaron cambios significativos con respecto al pH, °Brix, acidez titulable y color durante su almacenamiento. De acuerdo al análisis sensorial se observó que las muestras 429, 646 y 872 fueron las más aceptables por el consumidor. Por lo cual, se obtuvo bebidas con gran potencial al utilizar los germinados y malteados de cañihua, ofreciendo una alternativa nueva para los consumidores.

Palabras clave: Cañihua, germinación, malteado, bebidas vegetales, proteínas actividad antioxidante, DPPH, CATA

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of the germination and malting of the cañihua grain (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Cupi variety in the production of a vegetable drink with brown rice. The vegetable drinks were made with flour from germinated and sauteed grains for 48, 72 and 96 hours respectively. Analyses of germinated and milky flours were proximal analysis (%humidity, %lipids, %proteins and %ash), colorimetric analysis, phenolic compounds (mg EAG/100g) and antioxidant activity using the DPPH methodology (mg ET/100g); in plant drinks, a proximal analysis (%humidity, %lipids, %proteins and %ash) and sensory analysis was performed using the CATA methodology. In addition, a stability analysis was carried out on plant drinks stored for 7 days at 5°C consisting of physicochemical analyses (pH, Brix, % titrable acidity) and colorimetry analysis. The results obtained show that the longer germination time there is an increase in protein content ($18,463\% \pm 0.17$ to $21,846\% \pm 0.182$) and the malting process favors increasing phenolic content ($12,383 \pm 0.22$ mg EAG/100g to $50,763 \pm 0.22$ mg EAG/100g) and antioxidant activity (38.20 ± 5.89 mg ET/100g to 284.87 ± 2.47 mg ET/100g). Analysis of plant drinks found a high protein content in the beverage with three-day germination ($13,213\% \pm 0.382$) and showed no significant changes from pH, Brix, titrable acidity and colour during storage. According to sensory analysis, it was observed that samples 429, 646 and 872 were the most acceptable to the consumer. Therefore, beverages with great potential were obtained by using the germinates and malts of cañihua, offering a new alternative for consumers.

Keywords: Cañihua, germination, malting, plant drinks, protein antioxidant activity, DPPH, CATA.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

La cañihua es un grano andino que en los últimos años ha generado gran interés a causa de su importante valor nutritivo, exactamente por su contenido de proteínas (15 – 19%). Sin embargo, muchas personas no conocen la importancia de su consumo, dado que es uno de los granos andinos con menor consumo diario y menor producción de productos en las industrias alimentarias (Vargas, 2011).

En la actualidad, las personas se encuentran más interesadas en el cuidado de su salud y buscan consumir alimentos naturales que posean un considerable valor nutritivo así también productos que sean fabricados a partir de materias primas con un alto contenido nutricional. Se han realizado estudios como el de Zeballos, Mamani & Cruz (2017) y Botero (2015) acerca de la importancia del consumo de germinados, estos son mejor asimilados por el organismo humano y poseen grandes nutrientes los cuales son de beneficio para la salud; puesto que, el grano al terminar con su fase latente, es capaz de liberar enzimas reproductoras de propiedades vitales los cuales son concentrados en el germinado haciéndolo un alimento más completo.

En nuestro país hay una gran cantidad de bebidas con poco valor nutritivo, con saborizantes y colorantes artificiales, siendo un alto peligro en la salud de los consumidores provocando enfermedades coronarias, obesidad, etc. Por otra parte, en estos últimos años con el aumento de alergias y problemas de intolerancia a la lactosa, están en auge el consumo de productos veganos como sustituyentes de la leche de vaca, productos lácteos y bebidas poco nutritivas (Bianchi, Rossi, Gomes, & Sivieri, 2014).

A este movimiento también se suma la tendencia de aumentar el consumo de estos productos orgánicos o naturales, es decir libre de agrotóxicos, lo cual es evidenciado con el aumento de este tipo de productos en supermercados y establecimientos naturistas, aunque no se dispone de opciones de estos productos para que las personas puedan elegir la que más de su agrado. Además, hay muchas investigaciones como las de Juárez & Quispe (2016) e Infantes, Gutiérrez & Julca (2015) enfocándose en la transformación de este grano en diversos productos como las galletas y barras energéticas respectivamente, pero hasta el momento en la industria alimentaria no se utiliza este grano para la elaboración de bebidas.

Por esta razón, el objetivo de este trabajo de investigación es formular una bebida vegetal a partir del germinado y malteado de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y arroz con el propósito de un mejor aprovechamiento de sus bondades nutricionales.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 La Cañihua

2.1.1 Generalidades

Es una de las especies más nutritivas dentro del grupo de cereales andinos pero con menor investigación, se encuentra estrechamente vinculada con la quinua incluso fue considerada como una variedad de la misma hasta el año 1929 donde el botánico Paul Aellen creó la denominación *Chenopodium pallidicaule* Aellen para nombrarla como una diferente especie. Su cultivo no ha tenido una mayor expansión fuera del altiplano de Perú, Cusco, Huancavelica, Ayacucho, Junín y las serranías de Cochabamba en Bolivia (Figura 1) (FAO, 2000). Sin embargo, se conoce que existe una mayor producción en el departamento de Puno donde su cultivo sobrepasa las 5000 hectáreas anualmente y la menor producción se realiza en las zonas altas del departamento de Cuzco y Arequipa (National Research Council [NRC], 1989). El rendimiento promedio del grano es de 400 a 900 kg/ha pero en otros casos puede alcanzar hasta 2 a 3 t/ha.

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) posee una gran variedad de nombres, las cuales varían de acuerdo a la región donde sea cultivada, es por ello que es conocida también bajo el nombre de ayara o quitacañigua en quechua, ajara o aharahupa en aymara y en Bolivia como cañahua (Risi, 1984).

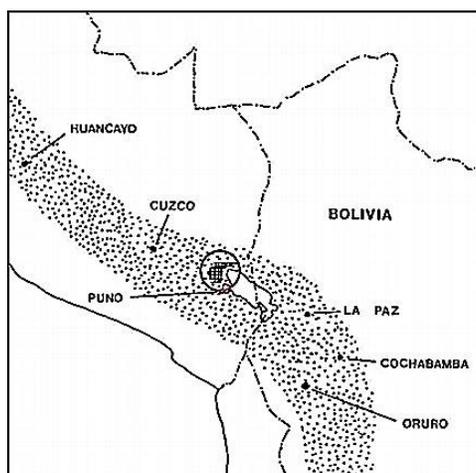


Figura 1. Regiones de cultivo de cañihua (NRC, 1989)

2.1.2 Descripción botánica y morfología

La cañihua se desarrolla adecuadamente en altitudes desde 1500 a 4400 m.s.n.m. aunque ocasionalmente también es cultivada a menos de los 3800 metros; su periodo vegetativo suele variar de 140 a 150 días aproximadamente aunque su cosecha se realiza antes de una completa madurez ya que de otro modo los frutos o semillas caerían (Rojas et al., 2010). Logra desarrollarse en drásticas condiciones ambientales, ya que soporta temperaturas muy bajas pero al comienzo de su crecimiento es susceptible a la falta de humedad (Tapia & Fries, 2007), su proceso de germinación puede realizarse a 5°C y florecer a 10°C (Repo-Carrasco, Jarkko, Juha & Pirjo, 2010), el tono de color de la planta y semilla varía de acuerdo al ecotipo, del color verde puede cambiar a: amarillo claro, anaranjado, rosado oscuro o claro, rojo y púrpura, esto se debe a la variabilidad genética que posee este grano (Instituto nacional de Innovación Agraria [INIA], 2010). Es una planta terófito ramificada o erguida desde la base, su tamaño alcanza entre los 0.2 a 0.7 m de altura, las vesículas rosadas o blancas forman parte de la cubierta de los tallos, las hojas y las inflorescencias siendo estas cimosas axilares o terminales las cuales se encuentran cubiertas por el follaje siendo estas las que sirven de protección a las bajas temperaturas, poseen flores hermafroditas las cuales son muy pequeñas y forman espigas, las hojas alternas poseen pecíolos delgados y pequeños, las láminas son en forma de rombo y las hojas presentan nervaduras marcadas que se unen en la inserción del pecíolo, la semilla es un fruto con paredes duras que contienen las semillas de 1-1.3 mm de diámetro, el fruto es protegido por un perigonio de color gris, este es desprendido en la madurez y en otros casos hasta el momento de la trilla (Figura 2).

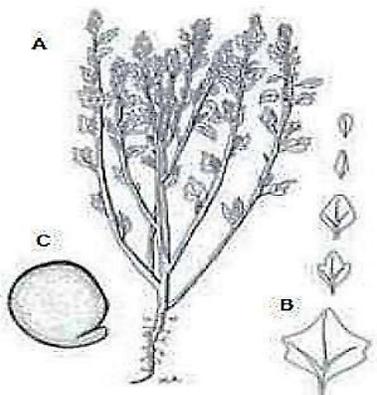


Figura 2. Planta de cañihua (A), hojas (B), grano (C) Tapia & Fries, 2007)

La cañihua posee tres tipos de crecimiento, el primer tipo es considerado como “saiwa” donde los tallos tienen un crecimiento erguido, el segundo tipo es considerado como “lasta” donde los tallos tienen un crecimiento semi-erguido y por último el tercer tipo es considerado como “pampa-lasta” donde los tallos se encuentran tendidos y los extremos de la planta son erguidos (Figura 3) (INIA, 2010).

Asimismo, debido a las cortas raíces que posee la planta, su desarrollo se realiza en terrenos con capas delgadas y su cultivo se realiza en suelos con un pH que varía de 4.8 a 8.5. (Asociación de ferias en el Perú [AFEP], 2012)

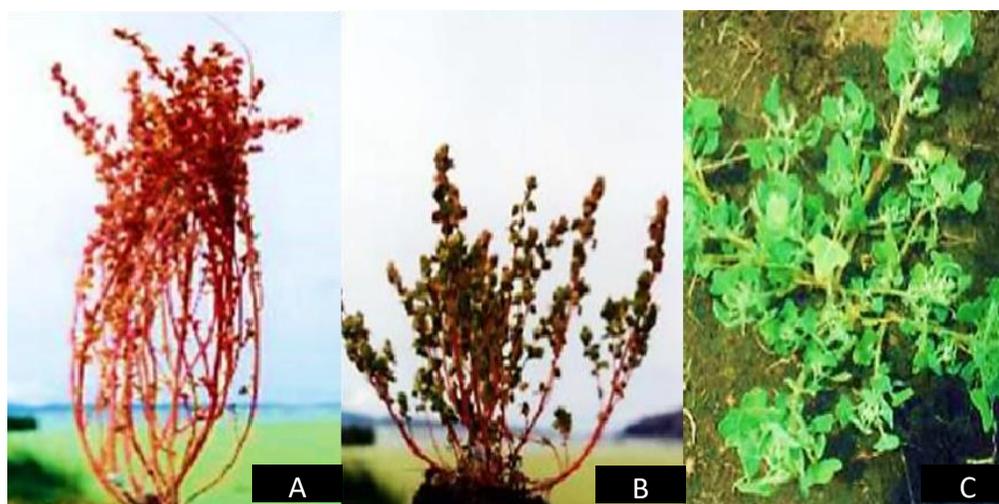


Figura 3. Crecimiento Saiwa (A), Crecimiento Lasta (B), Crecimiento Pampa Lasta (C) (INIA, 2010)

2.1.3 Clasificación Taxonómica

La cañihua pertenece a la familia de las *Chenopodaceae* (Tabla 1) y dentro de este grupo se encuentra la quinua ya que ambos granos andinos poseen una composición nutricional muy similar (Mujica, Ortiz, Rossel & Apaza, 2002), la única diferencia es que la cañihua presenta menores valores con respecto al contenido de saponinas (Repo-Carrasco et al., 2003).

Tabla 1. Taxonomía de la cañihua (*Chenopodium pallidicaulle* Aellen)

Taxonomía	
Reino	<i>Eukarionta</i>
División	<i>Angiospermophyla</i>
Clase	<i>Dicotyledoneae</i>
Sub Clase	<i>Archichlamydeae</i>
Orden	<i>Centrospermales</i>
Familia	<i>Chenopodaceae</i>
Género	<i>Chenopodium</i>
Especie	<i>Chenopodium pallidicaulle</i> Aellen

Fuente: Mujica et al., 2002

2.1.4 Valor nutricional

El grano de cañihua presenta un alto valor nutricional debido a su elevado contenido proteico (Repo-Carrasco, Espinoza & Jacobsen, 2003) siendo una fuente alternativa en las áreas rurales de los Andes con el fin de evitar el consumo de carne y algunos derivados lácteos.

Las proteínas son macromoléculas que están formadas por aminoácidos siendo estos los que determinan la calidad que tiene la proteína, existen 22 aminoácidos en total, siendo nueve esenciales que son la valina, fenilalanina, histidina, treonina, isoleucina, leucina, metionina, lisina y el triptófano (Montreal, Fernández, Sayas & Pérez, 2002). Estos compuestos son necesarios para mantener el equilibrio en el metabolismo de las personas.

Yada (2017) menciona que las proteínas en este grano realizan diferentes roles como: funcionales, formando parte de las estructuras complejas en las proteínas estructurales y membranas; energéticas, fuente de aminoácidos para el suministro de los bloques de construcción durante la biosíntesis de proteínas en el proceso de germinación; metabólicos, como el caso de las enzimas para el control de diferentes reacciones. Las proteínas junto al contenido de carbohidratos y lípidos que posee el grano lo hace nutritivo en gran medida. Además el grano posee altos niveles de fibra dietética, por lo cual se puede considerar como uno de los elementos estratégicos de la seguridad alimentaria (Juárez & Quispe, 2016).

El contenido de proteínas que posee el grano de cañihua es elevado a comparación con otros cereales y varía de 14 a 19% (Tabla 2) esta variación depende de diversos factores.

La fibra es un nutriente importante para nuestro organismo sobre todo para el sistema digestivo donde desempeña diferentes funciones. Repo-Carrasco et al. (2003) evaluó y obtuvo un 6% de fibra dietaria en el grano de cañihua y en el salvado de cañihua se encontró 5.3% de fibra de fibra dietética total, 7.8% de fibra dietética soluble y 2.5% de fibra dietética insoluble (Samanez, 2007).

Tapia (1990) evaluó la fracción lipídica del grano de cañihua y quinua determinando un elevado contenido de ácidos grasos insaturados encontrando 127.8% en el aceite de quinua y 121. 1% en el aceite de cañihua. De acuerdo con la cantidad de ácidos grasos insaturados evaluados, con respecto al omega 3 (ácido linolenico), omega 6 (ácido linoleico) y omega 9 (ácido oleico) en el aceite de cañihua es de 42.5%, 45.7% y 6.1% y para el aceite de quinua es 50.2%, 26.1% y 4.7% respectivamente.

A continuación, en la Tabla 2 se presentan diversos reportes de la composición química de la cañihua a partir de investigaciones realizadas. Cabe indicar que, existe una gran variación en la composición de estos granos ya que este es dependiente del tiempo de maduración del grano, la variabilidad genética, la fertilidad del suelo y la localización del cultivo (Blanco, Alvarado & Muñoz, 2008)

Tabla 2. Composición química de cañihua variedad Cupi (g/100 g materia seca)

Componentes	Gutiérrez (2003)	Rojas et al. (2010)	Repo – Carrasco et al. (2008)	Castillo (2010)	Alvarado (2010)	La Rosa et al. (2016)
Proteínas (%)	16.2	16.12 ± 1.55	18.8	16.8	16.2	16.1
Grasas (%)	11.7	7.46 ± 1.96	7.6	6.5	11.7	7.5
Carbohidratos (%)	58.39	56.91 ± 5.33	63.4	55.2	58.4	62.7
Fibra (%)	8.08	8.41 ± 1.16	6.1	5.4	8.0	6.4
Cenizas (%)	5.63	4.29 ± 0.58	5.8	4.1	5.1	5.6

2.2 El arroz

2.2.1 Generalidades

Se considera que el inicio del cultivo de este grano fue uno de los más antiguos y que en el presente es considerado como un alimento imprescindible, siendo los países asiáticos los mayores consumidores (Chandler, 1984). Su cultivo empezó en China, exactamente en los valles de los ríos Yang-Tse-Kiang y Hang-Ho y luego se introdujo a Corea, Filipinas y Japón.

Su origen procede del trópico húmedo de África, es una especie que posee aproximadamente 100,000 variedades las cuales se diferencian por sus características morfológicas y son clasificados por el tamaño y forma del grano (León, 2000).

2.2.2 Descripción botánica y morfología

La planta de arroz posee un tallo erguido, cilíndrico y recto, teniendo una altura que varía entre 50 y 110 cm, las hojas están compuestas por dos partes: una vaina hendida longitudinalmente y una lámina, los granos tienen forma aplanada u ovoide y su color varía de amarillo a café translucido (Caicedo- Ordoñez, 2008).

La capa principal o externa denominada cascarilla representa un 20% del total de la semilla esta consta en dos hojas (lema y palea) las cuales se encuentran unidas con un pliegue débil pero que necesita de trabajo mecánico para separarlas; cuando el grano de arroz es descascarillado se denomina arroz integral a causa del color del pericarpio, el arroz integral está conformado por: el endospermo, el cual representa el 94% del arroz integral; el germen, que representa el 2% y el salvado que representa 4% y se encuentra integrado por tres capas externas: el tegumento, el pericarpio y las capas de aleurona los cuales envuelven el germen y endospermo (Arendt & Zannini, 2013). (Figura 4)

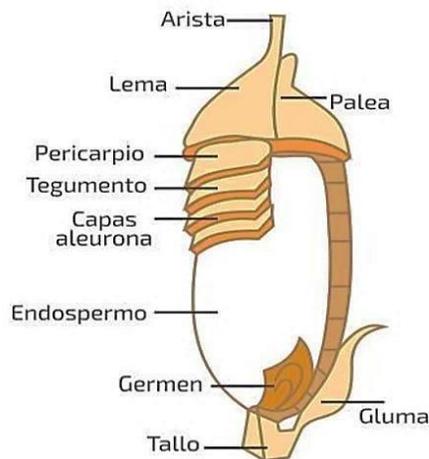


Figura 4. Partes de una semilla de arroz (Arendt & Zannini, 2013)

Para la siembra del arroz es importante considerar diversos factores como la temperatura que debe oscilar entre los 21°C y 26°C, una humedad de 70% a 80%, un suelo con un pH aproximado de 5 a 8 y una buena luminosidad.

2.2.3 Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del arroz es la siguiente:

Tabla 3. Taxonomía del arroz (*Oryza sativa* L.)

Taxonomía	
Reino	<i>Plantae</i>
Clase	<i>Monocotiledónea</i>
Orden	<i>Glumiflora</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Género	<i>Oryza</i>
Especie	<i>Sativa</i>

Fuente: Tinoco et al., 2009

2.2.4 Valor nutricional

La composición química del arroz varía de acuerdo al tratamiento que se le aplique, el arroz integral posee un mejor valor nutritivo comparado con el arroz blanco, los valores

son mayores respecto al contenido de fibra dietaria, vitaminas, lípidos, minerales e hidratos de carbono (Cáceres, 2015).

Los componentes químicos con los mayores valores en el arroz integral son el carbohidrato, fundamentalmente integrado por la sacarosa (1%) y almidón (80%), este último conformado por amilopectina y amilosa; y las proteínas, su proporción (7-8%) cambia de acuerdo a su variedad o las condiciones climáticas de su cultivo (Tabla 4). El contenido de aminoácidos presentes es levemente mayor al del arroz blanco, siendo la arginina y el triptófano los aminoácidos con mayor cantidad y menor cantidad respectivamente (Arendt & Zannini, 2013)

Las grasas o lípidos presentes en el grano de arroz integral varían de 2 a 3%, la mayor cantidad se encuentra en el germen y las capas externas, es por lo cual que el arroz integral posee un mayor contenido lipídico que el arroz blanco. El arroz integral posee 39% de ácido linoleico, 35% de ácido oleico y 23% de ácido palmítico y los ácidos linolénico, mirístico y esteárico se encuentran en cantidades menores al 4% (Zhang, Wong, Yung, 2013).

Tabla 4. Composición química del arroz (*Oryza Sativa L.*)

Componente	Arroz integral	Arroz blanco
Carbohidratos (g)	77.4	76.9
Proteínas (g)	7.5	6.2
Grasas (g)	2.0	0.8
Fibra (g)	0.9	0.3
Ceniza (g)	1.2	0.6
Humedad %	11.0	15.5

Fuente: Torres, 1999.

2.3 Proceso de germinación

La germinación es un proceso en el cual se realizan diferentes actividades metabólicas y que comprenden diferentes etapas donde se inicia con la imbibición del grano seco y finaliza con el desarrollo del embrión y su transformación en una plántula, se rompe la testa y brota la radícula (Barceló, Gregorio, García & Sánchez, 2001). En otras palabras

se considera como un proceso de catabolismo en el cual los macronutrientes (proteínas, grasas, carbohidratos) posterior a la etapa del remojo son degradados en simples sustancias (aminoácidos, energía y azúcares simples) (Hough, 1990).

Sin embargo, para que suceda este proceso es necesario que el grano a germinar se encuentre en controladas condiciones ambientales como una correcta disponibilidad de oxígeno permitiendo la respiración aerobia, un sustrato húmedo y una adecuada temperatura, aunque muchas veces existiendo todas estas condiciones si el grano ya se encuentra en un estado de descanso o latencia será imposible su germinado es por ello que es muy importante que el grano se encuentre en un correcto estado de madurez y viabilidad.

El malteado involucra los procesos de remojo, germinación y tostado donde se logran activar las enzimas y se verifica una modificación de cambios físicos y químicos produciéndose la liberación del almidón a través del endospermo. Habitualmente es descrito como el resultado de la transformación de las moléculas pertenecientes al endospermo (Valdez, 1995).

La germinación consta de tres etapas importantes: el remojo, la germinación y el secado.

2.3.1 Primera etapa

El remojo o fase de imbibición:

Es el primer paso que se realiza durante la germinación y está determinada por tres factores importantes: los granos con alto contenido de proteínas tendrán una mayor absorción de agua, la disponibilidad de agua y la composición química del grano.

Este proceso físico no tiene relación con la viabilidad del grano, ya que sucede con granos vivos o no; durante el proceso las moléculas de agua penetran el interior del grano generando un leve hinchamiento y por ende un aumento de peso (35- 55%), el ingreso del agua permite la activación de los coloides, rehidrata las reservas de alimento y activa los sistemas enzimáticos, responsables de que las sustancias de reserva sean hidrolizadas. (Barceló et al., 2001)

Al iniciar el proceso de remojo, es recomendable que para un adecuado desarrollo del embrión se comience con un 35% de humedad y finalice en un 45%, ya que en este punto es donde la presión hidrostática en la célula es igual a la presión osmótica producida por el

líquido celular (Hoseney, 1991) y de esta manera el almidón se encontrará correctamente hidratado, en cambio con un 30% de humedad se puede generar la germinación pero no se realizará las transformaciones químicas en el grano (Nieto, 1999).

El tiempo de hidratación varía de acuerdo al grano y este depende de factores como la delgadez de la cáscara, la estructura del endospermo y la temperatura del agua; en este proceso, el grano se encuentra cubierto por una capa de agua donde el oxígeno del aire presente logra disolverse, el embrión se encuentra activo e ingiere las moléculas de oxígeno presentes en el agua para su correcta respiración aunque en un tiempo determinado estas moléculas se habrán consumido y se generará moléculas de etanol y dióxido de carbono lo cual provocará daños en el grano, es por ello que para evitar que esto suceda es muy importante que el agua de remojo sea renovado (Nieto, 1999).

El objetivo principal es la hidratación de los granos en condiciones aeróbicas para una adecuada generación de giberelinas, fitohormonas que generan el proceso fisiológico de la germinación.

Las moléculas de agua ingresan al grano por difusión comenzando por el germen, en el grano de cañihua es recomendado un remojo de 14 horas hasta que el grano alcance una humedad de 45%. Es importante realizar un paso llamado “descanso del aire” que se basa en interrumpir el proceso de remojo cada 8 horas por un lapso de 2 horas, realizar este paso ayudará que el embrión logre respirar oxígeno y metabolice aeróbicamente (Pascual & Ramos, 2000).

La etapa de remojo o imbibición se realiza en tres fases las cuales se pueden observar en la figura 5 y son detalladas a continuación.

- a. Primera fase:** Denominada fase de hidratación, a causa de que la potencia hídrica del grano es inferior al medio húmedo que lo rodea sucede una rápida hidratación, generando unas perturbaciones en la estructura, especialmente en las membranas provocando la salida de metabolitos de bajo peso molecular y solutos al medio.
- b. Segunda fase:** Denominada fase de meseta, en esta fase se realizan las primeras transformaciones metabólicas que provocan la ligera aparición de la radícula. Como se observa en la Fig. 5 la absorción de agua es reducida hasta incluso llega a detenerse.

- c. **Tercera fase:** Denominada fase de crecimiento, la absorción de agua vuelve a incrementarse y ocurre la elongación de la radícula.



Figura 5. Proceso de imbibición de agua durante la germinación (Barceló et al., 2001)

Otro cambio que se observa durante el proceso de remojo o imbibición, es la actividad respiratoria (Fig. 6).

Fundamentalmente la actividad respiratoria o toma de oxígeno se realiza en cuatro fases:

- Primera fase:** En esta fase que comienza antes de concluir las doce horas desde el comienzo de la imbibición, la actividad respiratoria se incrementa rápidamente debido a la hidratación y por consecuencia sucede la activación de las enzimas. Su aumento es proporcional a la hidratación de tejidos de los granos (Barceló et al., 2001).
- Segunda fase:** En esta fase el proceso de remojo del grano se ha completado, entre las 12 y 24 horas desde el comienzo de la imbibición, la actividad respiratoria se estabiliza puesto que la cubierta seminal aún se encuentra intacta y restringe la entrada del oxígeno pero las enzimas ya han sido activadas (Barceló et al., 2001).

- c. **Tercera fase:** En esta fase la actividad respiratoria vuelve a incrementarse, el primer factor es el surgimiento de la radícula rompiendo la testa y esto genera una mayor disponibilidad del oxígeno, otro factor es el aumento de la actividad mitocondrial y enzimas respiratorias que han sido sintetizadas en las células del eje embrionario en crecimiento (Barceló et al., 2001).
- d. **Cuarta fase:** En esta fase ocurre una ligera disminución en la actividad respiratoria que concuerda con la desintegración de cotiledones luego que han sido movilizadas las sustancias de reservas (Barceló et al., 2001).

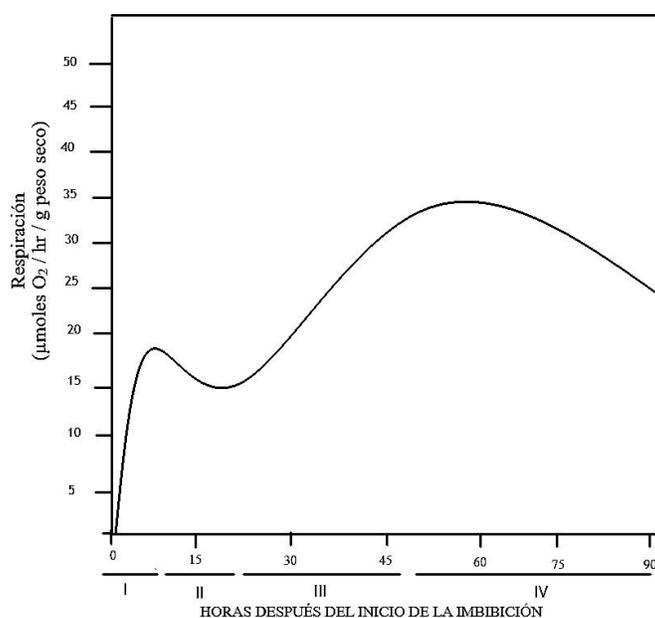


Figura 6. Fases de la actividad respiratoria durante el proceso de imbibición (Barceló et al., 2001)

2.3.2 Segunda etapa

La fase de germinación:

Finalizando la fase de remojo se comienza a germinar los granos con las condiciones necesarias para obtener una adecuada activación enzimática y para el desarrollo correcto de la radícula y plúmula se debe tener un control permanente de la temperatura y la humedad relativa; el tiempo de germinación generalmente es de cuatro a seis días (Othón, 1996).

Luego de dos días o más, dependiendo del grano, se empieza a notar una protuberancia lo cual indica que el grano está germinando, es recomendable que en ese

momento se haga circular el aire. El tamaño de la raíz logra alcanzar dos veces más que al tamaño de la semilla (Pascual & Ramos, 2000). Para el grano de cañihua es recomendable que germine por cuatro días a 20°C.

Othón (1996) menciona que el embrión segrega la giberelina, que es una fitohormona que interrumpe la fase de latencia del grano y se prepara para la germinación, esta logra producir las enzimas que provocan el desdoblamiento de las macromoléculas de reserva como las proteínas, carbohidratos (almidón) y grasas, de esta manera hace a la semilla más digerible (Berna, 1995). (Figura 7)

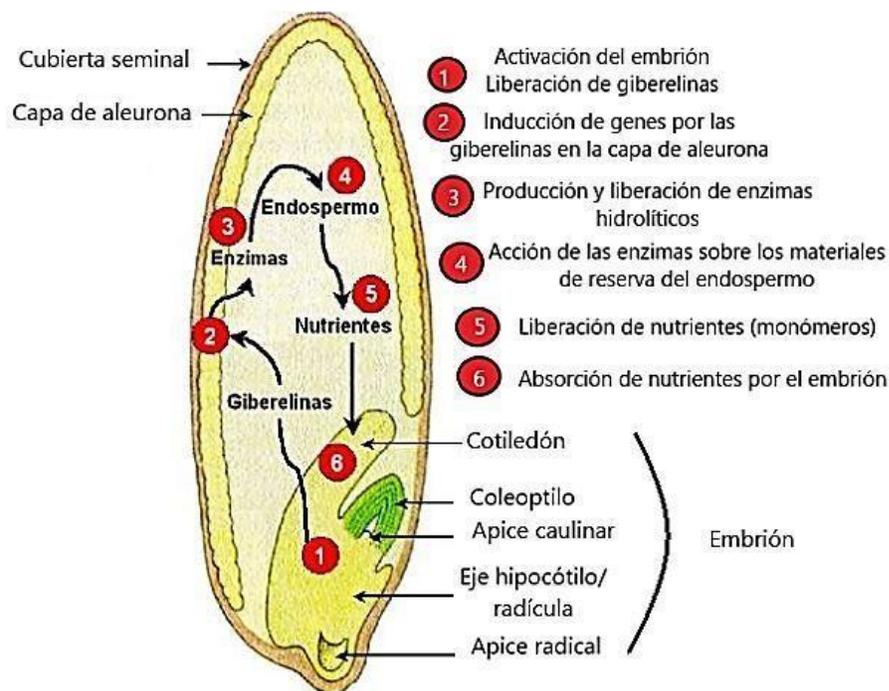


Figura 7. Cambios metabólicos durante el proceso de germinación (Huanatico, 2008)

2.3.2.1. Movilización de las sustancias de reserva

Los cotiledones abarcan grandes o menores cantidades de macromoléculas de reserva como carbohidratos, lípidos, sustancias nitrogenadas y proteínas, los cuales son indispensables para el desarrollo y crecimiento de la plántula (Barceló et al., 2001).

El proceso de movilización es importante para lograr la supervivencia del grano hasta que la plántula logre desarrollarse lo suficiente, lo cual involucra la

degradación de los compuestos de reserva hasta unidades que puedan ser usadas por el mismo grano (Besnier, 1989).

En los granos de cereales, el almidón es el principal compuesto de reserva; es imprescindible que se realice una hidrólisis al almidón, ya que de esta manera las moléculas de glucosa que las constituyen producirán energía lo cual es necesario para la activación del metabolismo del grano. La movilización de proteínas proporciona aminoácidos y de los que a partir también se obtiene energía, con ello se sustituye la falta de glúcidos que puedan presentar algunos granos o semillas. La degradación a aminoácidos es realizada por las enzimas proteasas, que son sintetizadas por la presencia de giberelinas. Finalmente, los lípidos que se encuentran en las semillas o granos son triglicéridos que son hidrolizados a glicerol y ácidos grasos por acción de las lipasas (Besnier, 1989).

Las transformaciones metabólicas que se producen en la parte intrínseca del grano dan como producto el cambio de macromoléculas de reserva a moléculas más accesibles al embrión, estas son catalizadas por enzimas hidrolíticos que durante la germinación aumentan notablemente ya sea por la activación de enzimas preexistentes o por nuevas enzimas (Barceló et al., 2001).

En el proceso de germinación, las enzimas lipasas van incrementándose generando la hidrólisis de los lípidos y estos son utilizados para la síntesis de proteínas en el crecimiento de la plántula (Bau, Villaume, Nicolas & Méjean, 1997). Además, junto con los carbohidratos generan la energía para lograr sintetizar las proteínas, por este motivo en el proceso de germinación existe un aumento. La cantidad de almidón presente en el grano disminuye a medida que la germinación va avanzando ya que, este es degradado a moléculas de azúcares los cuales son usados para generar la energía necesaria para el proceso de germinación (Nieto, 1999).

Así también durante este proceso, el grano incrementa en su contenido de proteínas y sustancias nitrogenadas a causa de la disminución de carbohidratos, no obstante parte de estos se encuentran en las raicillas los cuales son eliminados después del secado es por ello que se produce una degradación aparente de la proteína del endospermo (Hough, 1990).

2.3.3 Tercera etapa

La fase de secado:

El objetivo principal de este proceso es detener el proceso de germinación y el crecimiento de la plántula, además reducir la humedad para un adecuado almacenamiento (Othón, 1996).

Kent (1992) menciona que en el proceso de secado también se generan cambios en los azúcares, se conoce que existe una disminución en el contenido de maltosa, glucosa y un aumento en el contenido de sacarosa adicionalmente se generan compuestos melanoidinos a causa de la reacción entre los aminoácidos y azúcares.

2.4 Proceso de tostado o malteado

Existen dos fases importantes en este proceso, la primera fase es un secado a temperaturas no tan elevadas y la segunda fase es someterlo a temperaturas más altas y cuando la malta se encuentra caliente se procede a eliminar las raicillas, las cuales son desprendidas mediante frotación.

El tostado es un proceso que se realiza con la finalidad de mejorar los aspectos sensoriales del alimento y disminuir su actividad de agua (Amaral et al., 2006). A su vez, el tostado involucra diferentes cambios fisicoquímicos, tanto como la deshidratación y la reacción de Maillard, el cual se realiza a temperaturas mayores a 80°C y genera el color marrón y los compuestos de pirazina que son asociados al sabor característico de los productos tostados (Alamprese et al., 2009). La reacción generada por los azúcares y aminoácidos siguen también otras rutas bioquímicas generando compuestos como tiofenoles, pirroles, furanos y pirazinas, los cuales brindan los sabores típicos de caramelo, café o tostado (Ruiz, 2006).

2.5 Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos conforman un grupo amplio de sustancias químicas que son considerados como los metabolitos secundarios de plantas, cada una de ellas con actividad y estructura química diferente (Martínez, Periago & Ros, 2000). Se conoce que estos actúan en las plantas como protección frente a los daños oxidativos, ejercen la función de metabolito principal en su crecimiento y reproducción y actúan como mecanismos de defensas contra la radiación UV y enfermedades (Bimis et al., 2001, citado por Segura, 2004)

Los granos andinos son considerados alimentos funcionales debido al contenido de estos metabolitos secundarios (polifenoles); la actividad biológica de estos se relaciona con su carácter antioxidante responsable de la prevención de diversas enfermedades ya que posee la habilidad de quelar metales, inhibir la actividad de la enzima lipooxigenasa y atrapar los radicales libres (Martínez et al., 2000).

La cuantificación de los compuestos fenólicos ha generado gran interés debido a su importancia nutricional, lo cual ha ocasionado que se estudien cada vez más estos compuestos en diferentes alimentos, es por ello que, se ha desarrollado varias técnicas analíticas para su identificación y cuantificación siendo el Folin-Ciocalteu la técnica más utilizada (Martínez et al., 2000). Esta técnica consiste básicamente en la mezcla de tungstato y molibdato en un medio básico alto como el carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 5 – 10% ya que, los fenoles son oxidados con facilidad en un medio básico formando el óxido de molibdeno, este compuesto es identificado y cuantificado a través de la espectrofotometría en una longitud de onda de 750 nm finalmente el contenido fenólico es expresado en equivalentes de ácido gálico (Roginsky & Lissi, 2005).

El contenido de fenoles para la cañihua variedad Cupi es de 81.10 ± 0.90 mg ácido gálico/100 gramos de muestra (Repo-Carrasco & Encina, 2008). Por otro lado, Peñarrieta, Alvarado, Bergenstahl & Akesson (2008) cuantificaron el contenido fenólico de cañihua obtenida del altiplano boliviano reportando valores de 12.4 a 71.2 μmol ácido gálico/g muestra, además a través del análisis de HPLC identificaron ocho grandes componentes como catequina, catequinagalato, kampferol, ácido vainílico, quercetina, resorcinol, ácido ferúlico y 4-metil- resorcinol, la interacción existente entre estos compuestos favorece la actividad antioxidante de este grano.

Cabe recalcar que la determinación de fenoles totales no está directamente relacionada con la medición de la actividad antioxidante (Roginsky & Lissi, 2005).

2.6 Actividad antioxidante

Los antioxidantes son moléculas importantes ya que, cumplen la función de proteger la calidad de los alimentos retardando la oxidación (Helliwell, 1990). Las reacciones de oxidación son producidas cuando un átomo o grupos de átomos ceden electrones y por ello existe la correspondiente reducción que conlleva la adición de electrones.

La actividad antioxidante es aquella que permite neutralizar los átomos de oxígeno, estos en estado libre tienen 4 pares de electrones y se tornan inestables cuando pierden un electrón. Los radicales libres, son moléculas cuyos átomos carecen un electrón, esto hace que sean muy reactivos porque toman el electrón que les falta de una molécula cercana provocando así la oxidación de ésta última, que a su vez, al quedarse sin un electrón se convierte en un radical libre con la capacidad de oxidar a otra molécula cercana y generando una reacción en cadena (Delgado, Betanzos & Sumaya, 2010). (Fig. 8)

En los últimos años se han adaptado diferentes ensayos espectrofotométricos para la cuantificación de la capacidad antioxidante, siendo los más conocidos la metodología de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) y la metodología de ABTS la cual es más aplicada a alimentos que poseen antioxidantes hidrofílicos y lipofílicos (Alam, Bristi & Rafiqzaman., 2012).

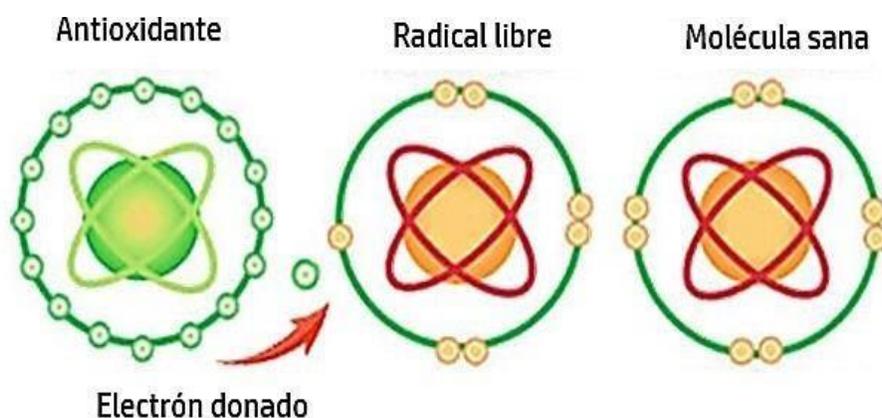


Figura 8. Mecanismo de acción de los antioxidantes (Helliwell, 1990)

2.6.1. Ensayo de Capacidad de Barrido del Radical 2,2 Difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)

El principal fundamento de esta metodología es la determinación de la capacidad de los antioxidantes presentes en el alimento para lograr capturar y reducir el DPPH•, este es un radical libre estable generado por la deslocalización de un electrón desapareado sobre la molécula completa, es por ello que, la molécula no se dimeriza como la mayoría de radicales libres (Alam et al., 2012). (Fig. 9)

Esta deslocalización provoca una intensificación del color violeta la cual es controlada espectrofotométricamente a 520 nm, la intensidad del color va disminuyendo

cuando la solución DPPH reacciona con el sustrato antioxidante que pueda donar un átomo de hidrógeno, la cuantificación es realizada utilizando soluciones patrones de ácido ascórbico o Trolox (Brand-Williams, Cuvelier & Berset., 1995).

Repo-Carrasco & Encina (2008) evaluaron la capacidad antioxidante mediante el método DPPH del grano de cañihua variedad Cupi obteniendo el valor de $1165.98 \pm 33.54 \mu\text{g Trolox/ g}$ de muestra.

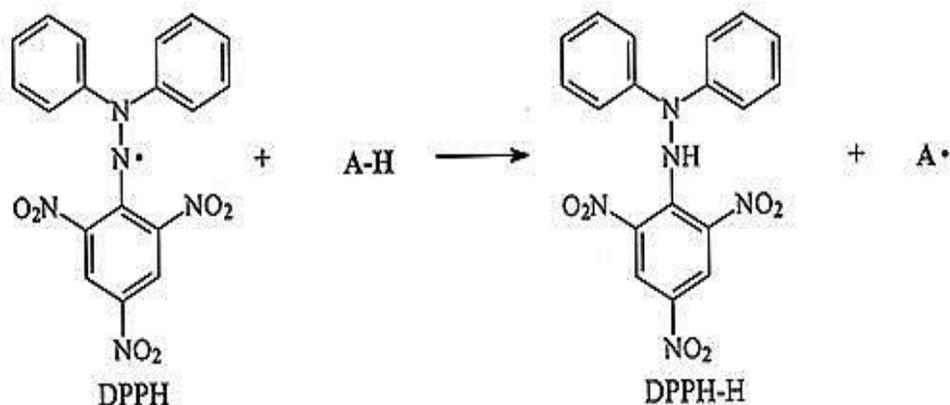


Figura 9. Estructura de DPPH antes y después de la reacción con antioxidante (Alam et al., 2012)

2.7 Bebidas vegetales

El nombre de “bebida vegetal” define a los tipos de bebidas que son elaborados a base de alimentos vegetales, estos han empezado a crecer en todo el mundo puesto que son una excelente opción para las personas que tienen una alimentación vegetariana o personas que sufren de trastornos digestivos (Norma Mexicana, 1983).

Las bebidas vegetales o nutritivas están hechas con un mínimo de 9% y un máximo de 26% de pulpas de fruta, legumbres o verduras, así también deben poseer como cantidad mínima 1.5% de proteína y se podrán nombrar de esta manera cuando exista un sustento científico que compruebe un efecto beneficioso para la salud. (Norma Técnica Ecuatoriana, 2011). Estos son derivados de legumbres o cereales y obtenidos mediante su propia trituración, posterior a ello se agrega agua y algún producto que mejore su sabor, comúnmente para la elaboración de este tipo de bebidas es necesario el proceso de activación

(remojo) de las semillas, esta hidratación activa los procesos transformativos a nivel nutricional y facilita su procesamiento mejorando la textura del producto final y optimizando su digestibilidad (INEN, 2013)

Además, poseen un valor nutritivo importante ya que los alimentos de los cuales provienen contienen nutrientes como proteínas, fibra, lípidos y diferentes vitaminas y minerales. Desde este punto, poseen una gran ventaja ya que no contienen caseína o lactosa y su contenido de ácidos grasos es mucho más beneficioso comparado con las leches de origen animal (Pérez, 2014).

Estas bebidas están incrementando en el mercado de Estados Unidos y Europa, de acuerdo a investigaciones se conoce que aproximadamente el 15% de los consumidores evita el consumo de lácteos debido a diversos factores como la intolerancia a la lactosa, problemas con el colesterol, alergia a sus proteínas o en la elección de un estilo de dieta vegana, es por todo esto que la producción y la venta de este tipo de bebidas está en aumento (García, 2017).

2.8 Evaluación sensorial

2.8.1 Definición

La evaluación sensorial derivado del latín *sensus* “sentido”, es una técnica de análisis y medición basada en la psicofísica, ciencia que estudia la correlación entre el estímulo y la respuesta a ello brindando por el sujeto, en este análisis los instrumentos de medición son los sentidos del olfato, gusto, tacto, vista y oído (Anzaldúa, 1994).

Surgió como una disciplina encargada de la medición de la calidad de alimentos, conocer la opinión de los jueces y de esta manera aumentar la aceptación de los productos por parte de los consumidores. Así también, se puede definir a la evaluación sensorial como la caracterización, el análisis de rechazo o aceptación de un producto por parte del juez, consumidor o catador conforme a las sensaciones presentadas desde el instante que observa el producto y después de su consumo (Jellinek, 1990).

No hay algún instrumento que pueda reemplazar la respuesta de un humano; es por ello que, la evaluación sensorial es un factor importante para cualquier estudio sobre productos alimenticios (Elías, Jeffery, Watts & Ylimaki, 1992).

Los principios de una evaluación sensorial cubren cuatro actividades importantes:

- a. Las muestras deben estar correctamente rotuladas de forma aleatoria y deben ser entregadas en diferente orden a los panelistas.
- b. La evaluación sensorial es una ciencia cuantitativa donde se recolectan datos donde se establece una relación entre la percepción humana y producto.
- c. Un correcto análisis de datos es una parte crítica de la evaluación sensorial, ya que existen diferentes factores que no se pueden controlar completamente como por ejemplo, la sensibilidad psicológica en la estimulación sensorial, ánimos de panelistas, etc.
- d. Los datos y la información estadística son útiles solo y cuando la interpretación se genera en el contexto de la hipótesis, implicaciones para las decisiones y previos conocimientos.

2.8.2 Check-all-that-apply (CATA)

Este método inició en una investigación de mercado, donde por primera vez fue utilizado para conocer la percepción del producto y desde ese momento, CATA ha sido utilizado para estos fines (Doodley, Meullenet & Lee, 2010). Adams, Williams, Lancaster & Foley (2007) mencionan que es un método simple y rápido para lograr obtener información acerca de la percepción de los panelistas referente a las características sensoriales de productos alimenticios.

Este método consiste en mostrar una lista de adjetivos o términos a los panelistas donde ellos deberán elegir aquellos que sean considerados apropiados para describir la muestra en evaluación, los términos pueden estar vinculados con características sensoriales o no sensoriales de la muestra como frecuencia de consumo, emociones, etc. (Varela & Ares, 2012). Esta metodología presenta la ventaja de recopilar información acerca de los atributos percibidos del producto sin una necesidad de escalado, lo cual permite una descripción ligeramente menos inventada de las propiedades sensoriales del producto catado. (Doodley et al., 2010).

La información que se obtiene del método CATA es usada como un código binario de 1 a 0 y esto depende si el adjetivo fue seleccionado o no para describir el producto. Ares & Jaeger (2013) propusieron una variable ficticia binaria para identificar si el producto y el

ideal fueron descritos para cada atributo de la misma manera (valor 1) y diferente manera (valor 0).

No hay una cantidad límite de los términos o adjetivos que puedan seleccionarse; este método puede realizarse con panelistas no entrenados y debe estar entre 50-100 para obtener mejores resultados (Parente, Manzoni & Ares, 2011).

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación fue realizado en el laboratorio de Centro de Investigación de Ciencias de Alimentos (CICAL), Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos (CITAL) y el Laboratorio de Química pertenecientes a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión (Km. 19.5, Carretera central, Ñaña-Lima)

3.2 Equipos, materiales y reactivos

3.2.1 Materia prima

- Los granos de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) variedad Cupi fueron obtenidos del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) – Puno.
- Los granos de arroz integral (*Oryza sativa* L.) provenientes del departamento de Piura.

3.2.2 Insumos

- Aceite de arroz (Comercial)
- Edulcorante natural líquido (Estevia)

3.2.3 Materiales

- Bolsas de propileno con cierre hermético
- Balón refrigerante (Capacidad: 250 ml)
- Crisol
- Desecador de vidrio (210 mm)
- Embudo (100 mm de diámetro)
- Filtros de nylon para jeringa (Capacidad: 25 μ l)
- Fiola (Capacidad: 10, 25 y 100 ml)
- Jeringas desechables (Capacidad: 10 ml)
- Micropipetas (Volúmenes: 10- 1000 μ L)
- Mortero
- Papel indicador de pH
- Papel filtro

- Pipetas volumétricas (Volumen: 1 ml y 10 ml)
- Pinzas metálicas
- Placas Petri (100x 15 mm)
- Probetas (10 y 100 ml)
- Recipientes rectangular de plástico (Dimensiones: 28.1cm x 17.8 cm x 7.8 cm)
- Tamiz (0.5 mm): Retsch N°80, Alemania
- Termómetro digital (Marca: Fisher Scientific, T: -30 a 220°C)
- Tela de lino blanco
- Tubos de ensayo (Capacidad: 10 ml)
- Tubos de centrífuga de plástico (Capacidad: 15ml)
- Vasos de precipitación (Capacidad: 25, 50, 100, 500, 600 y 1000 ml)
- Viales ámbar (Capacidad: 20 ml)

3.2.4 Equipos

- Baño ultrasónico (Branson 1-291)
- Balanza analítica (4 decimales) (Marca: Sartorius, Modelo: BI, 2105)
- Centrífuga (Marca: Greetmed, Modelo: GTT119-200, Máx: 5000 rpm)
- Colorímetro digital (Marca: 3NH, Modelo: NR200)
- Destilador de nitrógeno (Marca: Tecnal, Modelo: TF 0363)
- Espectrofotómetro digital (Marca: Vernier, Modelo: Go Direct Spectrovis plus)
- Estufa (Marca: Memmert, Modelo: UN200)
- Equipo Soxhlet
- Horno tostador (Marca: Imaco, Modelo: HE900B)
- Licuadora (Marca: Oster, Modelo: 4655-053)
- Molino de martillo (Marca: Innova)
- Mufla (Marca: WISD, Modelo:, EX0S, Serie: 1007891576001)
- pH-metro (Marca: Hanna Instruments, Modelo: HI2020)
- Refractómetro digital (Marca: Hanna Instruments, Modelo: HI 96801)
- Termo higrómetro (Marca: Kex Germany, Modelo: SH-109)

- Vortex múltiple (Marca: VWR, Modelo: 9453VWHDEUS)

3.2.5 Reactivos

- 2,2-difenil -1-picrilhidrazil (DPPH)
- 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-ácido carboxílico (Trolox)
- Ácido bórico al 2.5%
- Ácido clorhídrico (HCl) al 0.01N
- Ácido clorhídrico (HCl) al 1.25%
- Ácido gálico (C₇H₆O₅ H₂O; P.M: 188.14)
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄)
- Agua destilada
- Carbonato de sodio (Na₂CO₃) al 10%
- Etanol 98% (Marca: Laboratorios HYCEL)
- Éter de petróleo
- Fenolftaleína al 1%
- Hidróxido de Sodio (NaOH) al 40%
- Hidróxido de Sodio (NaOH) al 1.25%
- Hidróxido de Sodio (NaOH) al 0.1 N
- Reactivo de fenol de Folin-Ciocalteau (0.25 N) □ Rojo metilo al 0.5%
- Solución de carbonato de sodio (Na₂CO₃) (1N)
- Sulfato de potasio (K₂SO₄)
- Sulfato de cobre (CuSO₄)
- Verde bromocresol al 1%

3.2.6 Materiales para la evaluación sensorial

- Agua mineral
- Boletas de evaluación
- Bolsas de plástico transparente
- Envases descartables transparentes (Capacidad: 10 ml)
- Lapiceros
- Servilletas

3.3 Metodología para la elaboración

3.3.1 Caracterización proximal y química de los granos de cañihua

En la figura 10 se presenta la metodología realizada para la caracterización proximal y química de la cañihua.

- **Recepción de materia prima:** Se recepcionó 4 kg de cañihua variedad Cupi proveniente del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) con un 99.9% de pureza de variedad y una capacidad de germinación de 93% (Anexo 1).
- **Limpieza y selección:** Fue realizado de forma manual y se procedió a la eliminación de cualquier materia extraña presente como pajas, piedras, granos rotos, etc.; se separó una cantidad para la determinación de humedad. □ **Pelado:** Se realizó de forma manual, eliminando la cáscara del grano.
- **Lavado y desinfección:** Se realizó el lavado de los granos friccionándolos con las manos. La solución de lavado fue 1:1 relación agua: hipoclorito de sodio al 2%, posterior al lavado y desinfección se enjuagó con agua tibia.
- **Secado:** Esta etapa fue llevada a cabo en un horno con control de temperatura y tiempo, los granos de cañihua lavados y desinfectados fueron esparcidos correctamente para un eficiente secado, la temperatura y tiempo que se utilizó fue de 50°C por 5 horas.
- **Molienda:** Fue realizado en un molino de martillos.
- **Tamizado:** La harina de cañihua obtenida fue tamizada a través de un tamiz de 0.5 mm.
- **Almacenamiento:** La harina fue guardada en bolsas con cierre hermético, luego rotuladas y almacenadas en refrigeración (5°C) para los análisis correspondientes (lípidos, cenizas, proteínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante).

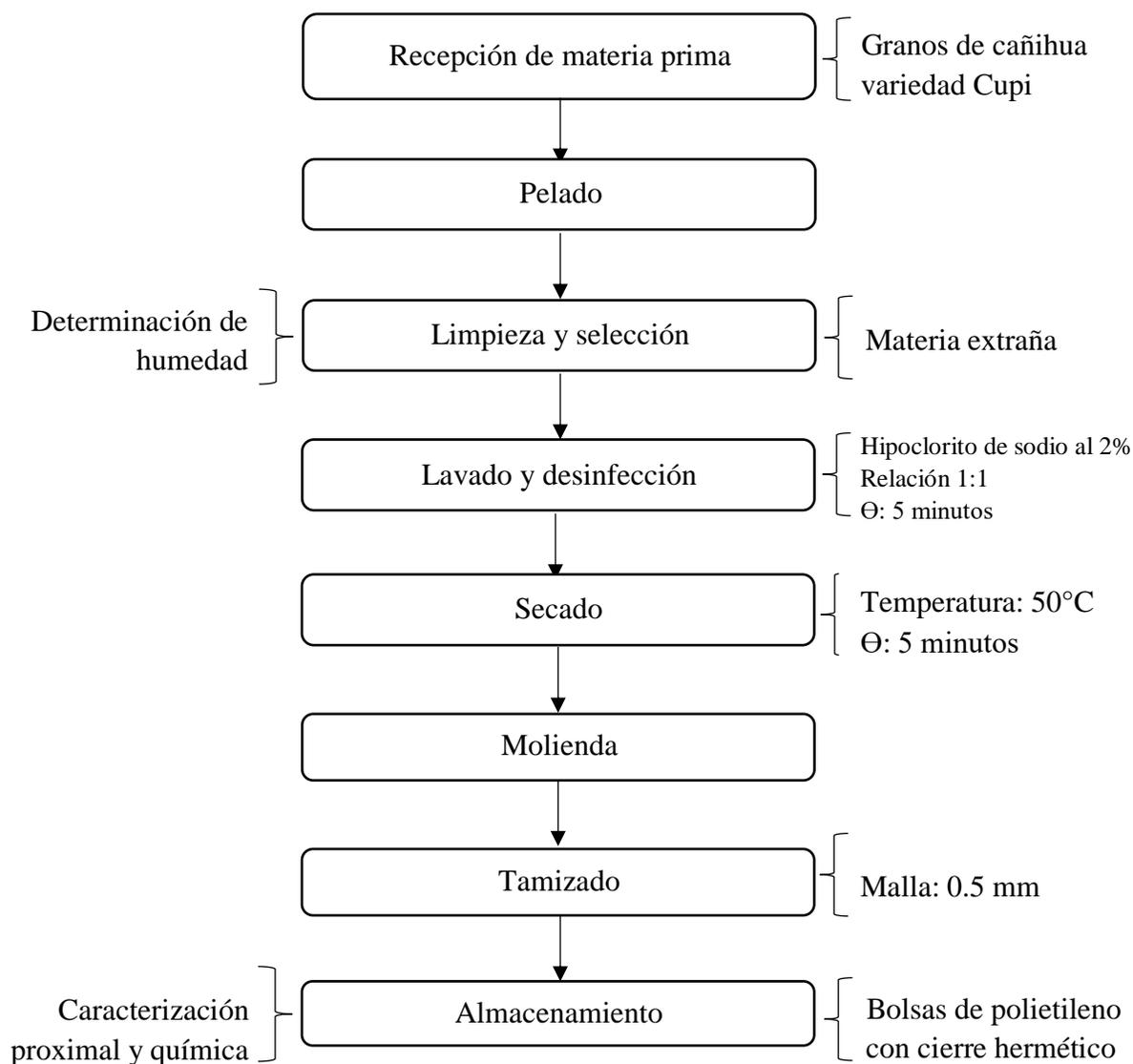


Figura 10. Diagrama de flujo de la caracterización fisicoquímica de la harina de cañihua variedad Cupi.

3.3.2 Proceso de germinación de los granos de cañihua

En la figura 11 se presenta la metodología realizada para la germinación y malteado de la cañihua.

- **Remojo:** Los granos correctamente pelados, seleccionados, lavados y desinfectados fueron remojados en un envase de plástico a temperatura ambiente, la cantidad de agua a utilizar para el remojo fue determinada con la (Ec. 1).

$$\text{Cantidad de agua: } \left[\left(\frac{100 - \text{Humedad inicial de la muestra}}{100 - \text{Humedad final de la muestra}} \right) - 1 \right] * W \text{ muestra} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

W_{muestra} : Peso de la muestra (g)

Siendo 45% la humedad final necesaria para un correcto proceso de crecimiento. El tiempo de remojo fue de 14 horas, dejando la primera agua de remojo 6 horas, luego fue dejado al ambiente por una hora y se finalizó llenando el recipiente y dejándolo por las 7 horas restantes. Finalizado este tiempo los granos fueron colados eliminando la mayor cantidad de agua.

- **Germinación:** Se acondicionó un envase hermético de plástico, donde se trabajó con condiciones controladas usando un termo higrómetro el cual indicaba la temperatura y humedad del ambiente.

El procedimiento fue el siguiente:

- ✓ Se colocó los granos en el sistema, el cual tenía una tela seca como base de reposo para los granos, encima de ellos se colocó una tela húmeda, el cual permitió conservar la humedad.
- ✓ El sistema se encontraba en intervalos de 21°C a 24°C con constante aireación.
- ✓ Los granos se revisaron constantemente por las 96 horas, se regaron dos o tres veces durante el día en caso la humedad mostrada en el termo higrómetro descendía.
- ✓ Cuando se cumplía los 48, 72 y 96 horas de germinación, los germinados eran retirados cuidadosamente del sistema y colocados en un recipiente limpio para continuar con la siguiente etapa.
- **Secado:** Esta etapa fue llevada a cabo en un horno con control de temperatura y tiempo, los granos germinados fueron esparcidos correctamente para un eficiente secado, la temperatura y tiempo que se utilizó fue de 50°C por 8 horas.
- **Tostado:** Esta etapa fue llevada a cabo en un horno con control de temperatura y tiempo, los granos germinados fueron esparcidos correctamente para un eficiente tostado, la temperatura y tiempo que se

utilizó fue de 100°C por 30 minutos. Posterior a ello fueron removidos los brotes.

- **Molienda:** Se realizó manualmente utilizando un mortero obteniendo la harina germinada y malteada (tostada) de cañihua.
- **Tamizado:** Las harinas germinadas y malteadas de cañihua fueron tamizadas a través de un tamiz de 0.5 mm.
- **Almacenamiento:** Las harinas fueron guardaron en bolsas con cierre hermético, fueron rotuladas y almacenadas en refrigeración (5°C) para los análisis correspondientes (lípidos, cenizas, proteínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante).

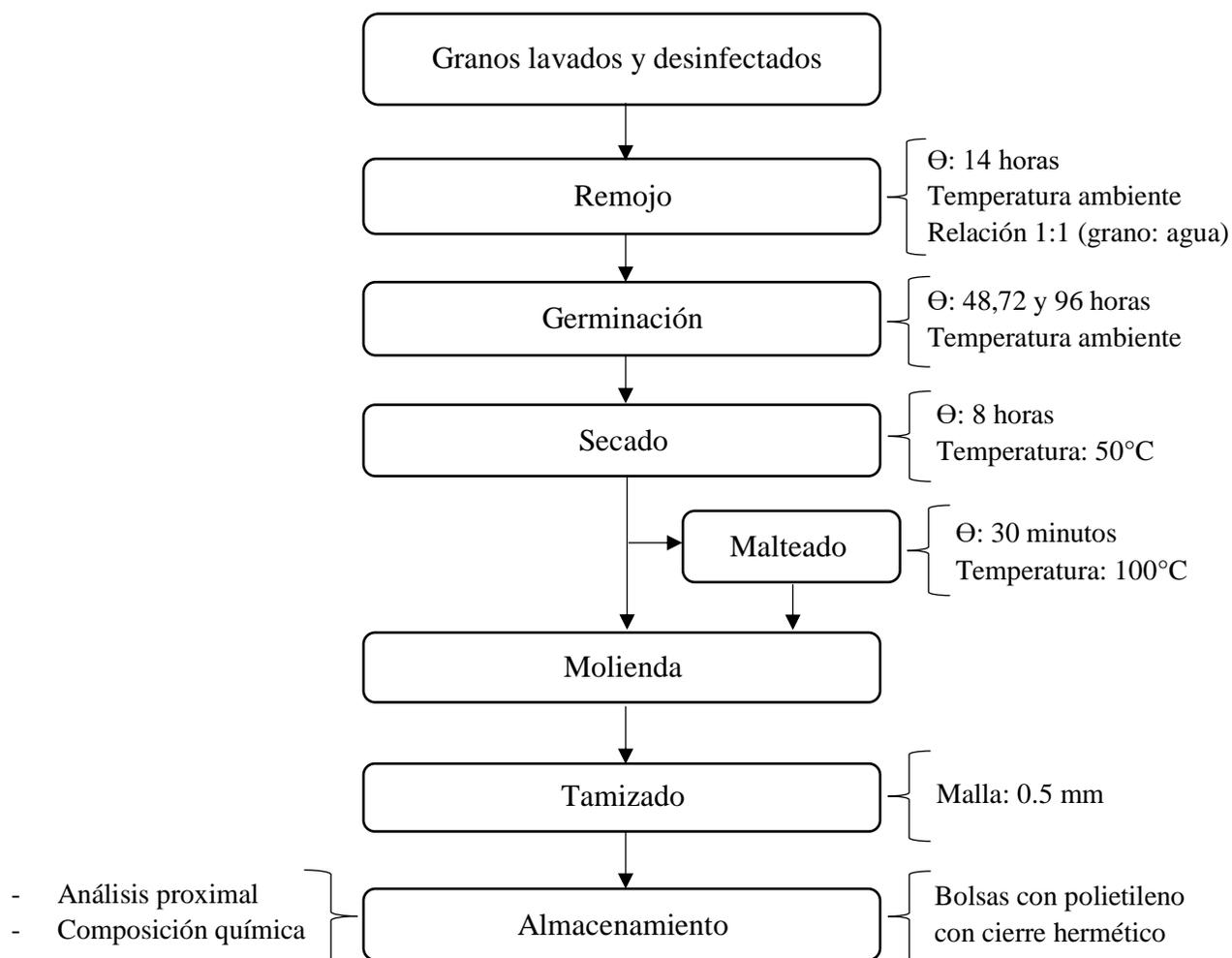


Figura 11. Diagrama de flujo de la elaboración de harina germinada y malteada de cañihua

3.3.3 Proceso de elaboración de bebidas vegetales de cañihua germinada y malteada

En la figura 12 se presenta la metodología para la elaboración de la bebida vegetal y los análisis realizados, el mismo que se detalla a continuación:

a. Bebida vegetal de arroz integral (Belewu et al., 2013):

- **Recepción de materia prima:** Se recibió 2 kg de arroz integral comercial, provenientes del departamento de Piura.
- **Selección:** Se realizó la selección de los granos de arroz desechando algunos que presentaron daños físicos u otras materias extrañas.
- **Lavado y desinfección:** Se realizó el lavado de los granos friccionándolos con las manos durante 5 minutos. La solución de lavado fue 1:1 relación agua: hipoclorito de sodio al 2%, posterior al lavado y desinfección se enjuagó con agua tibia.
- **Licuada:** Los granos lavados y desinfectados fueron licuados mediante una licuadora comercial, se realizó una molienda húmeda en relación 1:3 con agua caliente (70°C), con un tiempo de 5 minutos y a velocidad 4 aproximadamente hasta que la mezcla quede homogénea.
- **Filtración:** La mezcla resultante fue filtrada a través de una tela de lino.
- **Cocción:** Se realizó la cocción del producto (bebida vegetal de arroz integral) a punto de ebullición de 70°C ± 3°C por 30 minutos con agitación constante.

b. Extracto de cañihua germinada y malteada

- **Cocción:** Se realizó con la cañihua germinada y malteada en una dilución de 1:5 (cañihua: agua) a temperatura de 70°C ± 3°C por 30 minutos en agitación constante.
- **Licuada:** El producto cocido con un tiempo de 10 minutos a velocidad 3, hasta que la mezcla quede completamente homogénea.
- **Filtración:** Fue utilizada una tela de lino para la retención de partículas más grandes.

c. Elaboración de bebidas vegetales de cañihua germinada y malteada

- **Formulación:** Se procedió a medir las cantidades de bebida vegetal de arroz integral, extracto de harina germinada y malteada de cañihua, agua, edulcorante y aceite de arroz (Tabla 5).

Tabla 5. Formulación de las bebidas vegetales de cañihua germinada y malteada

Ingredientes	Cañihua germinada			Cañihua malteada		
	CG2	CG3	CG4	CM2	CM3	CM4
Extracto de cañihua (%)	6	6	6	6	6	6
Bebida vegetal de arroz integral (%)	14	14	14	14	14	14
Aceite de arroz (%)	1	1	1	1	1	1
Agua (%)	78	78	78	78	78	78
Edulcorante (%)	1	1	1	1	1	1
Total	100	100	100	100	100	100

Donde:

CG2: Extracto de cañihua germinada por 48 horas

CG3: Extracto de cañihua germinada por 72 horas

CG4: Extracto de cañihua germinada por 96 horas

CM2: Extracto de cañihua malteada por 48 horas

CM3: Extracto de cañihua malteada por 72 horas

CM4: Extracto de cañihua malteada por 96 horas

- **Licuada:** En esta etapa se adicionó los extractos de cañihua germinada y malteada, la bebida vegetal de arroz, el aceite de arroz, edulcorante y agua. El proceso se realizó por un tiempo de 15 minutos a velocidad 3 hasta que la mezcla quede completamente homogénea.

- **Pasteurización:** Las bebidas vegetales obtenidas fueron sometidas a tratamiento térmico por 5 minutos a 90°C, posteriormente fueron envasadas rápidamente en envases de vidrio los cuales habían sido sumergidos en agua a 90°C por 10 minutos y luego sumergidos en agua fría.
- **Almacenamiento:** Los envases fueron rotulados de acuerdo a las formulaciones y se almacenaron en refrigeración (5°C).

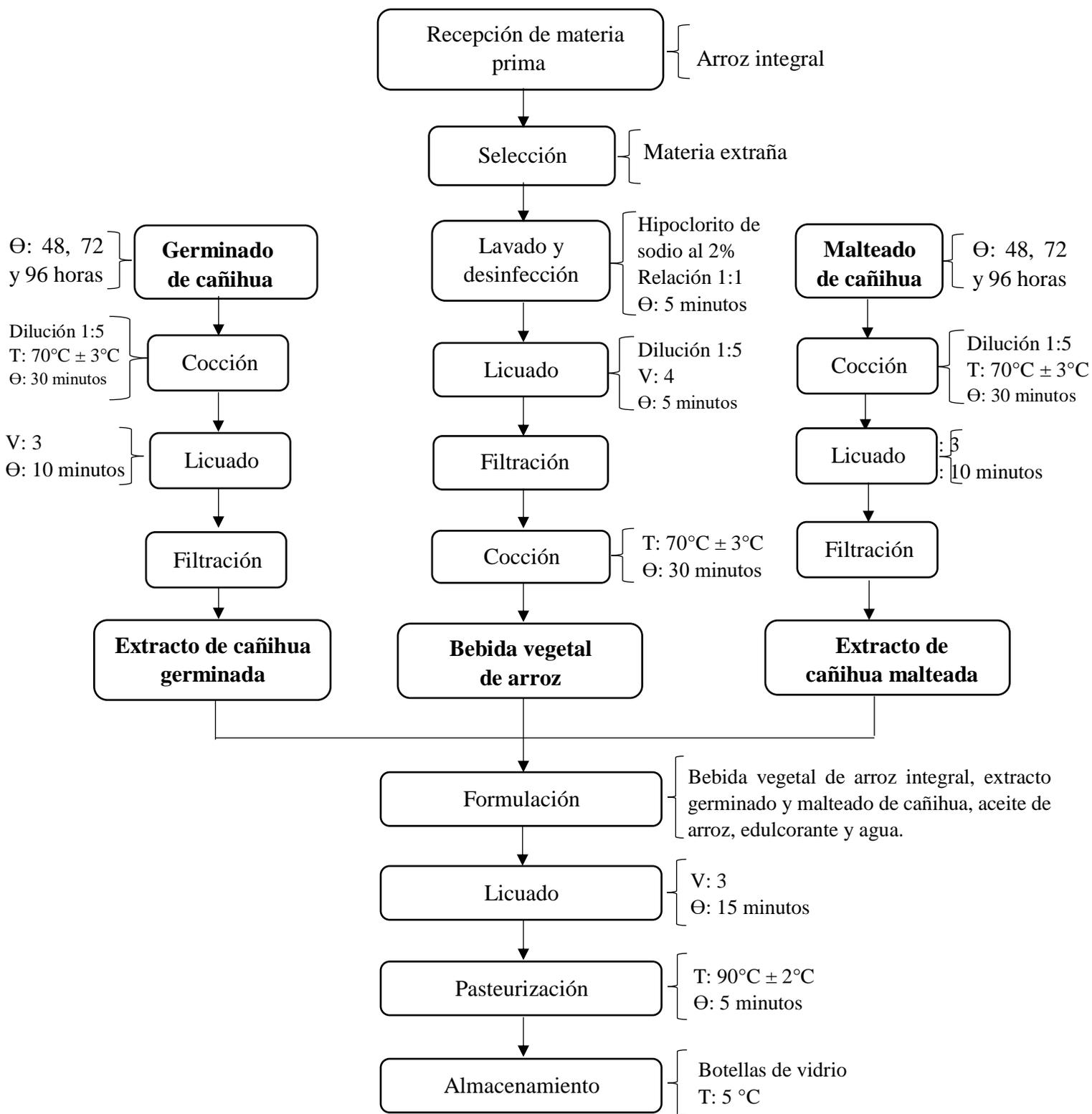


Figura 12. Diagrama de flujo de la elaboración de las bebidas vegetales

3.4 Métodos de análisis proximal y químico

Se realizó la determinación del contenido de humedad, cenizas, proteínas y lípidos tanto para el grano de cañihua, harina de cañihua germinada y harina de cañihua malteada de 48, 72 y 96 horas respectivamente.

3.4.1. Determinación del contenido de humedad

Se ejecutó el análisis de humedad 930. 15 (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales [AOAC], 2000) siguiendo el método gravimétrico por la pérdida de peso de la muestra debido a la eliminación de agua por calentamiento en estufa bajo condiciones normalizadas, hasta obtener un peso constante.

Se pesó 3 g de muestra en una placa Petri y se llevó a estufa a 130°C por 1 hora hasta obtener un peso constante, posterior a ello la muestra fue transferida a una campana de desecación por 30 minutos, se registraron los pesos iniciales y finales para calcular el % de humedad mediante la Ec. (2).

$$\% \text{ Humedad: } \frac{(M_1 - M_2) * 100}{M_1} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

- M₁: Masa inicial de muestra (g)
- M₂: Masa de la muestra seca (g)

3.4.2. Determinación del contenido de cenizas

Se ejecutó siguiendo el método gravimétrico 923.03 (AOAC, 2000), fundamentado en la incineración de la materia orgánica y la obtención de residuos a una temperatura de 550°C, hasta obtener un peso constante.

Se pesó en un crisol 2 gramos de muestra, luego fue transferido a una mufla a 550°C durante 8 horas hasta observar que la muestra adopte un color gris claro, se dejó enfriar en un desecador y se registró el peso para calcular el % de cenizas mediante la Ec. (3).

$$\% \text{ Cenizas: } \frac{(P_3 - P_2) * 100}{(P_1 - P_2)} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

- P₁: Peso de crisol + muestra (g)
- P₂: Peso del crisol (g)
- P₃: Peso de crisol + ceniza (g)

3.4.3. Determinación del contenido de proteínas

Se ejecutó la determinación de proteínas mediante el método Kjeldahl (AOAC, 2000). Donde, en un tubo de digestión se colocó 1 gramo de catalizador Sulfato de potasio (K₂SO₄) y sulfato de cobre (CuSO₄), 0.1 gramos de muestra y 3 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄). La digestión se llevó a cabo dentro de una campana de extracción por un tiempo de 6 horas a 400°C. Se le agregó 5 ml de agua destilada a la muestra catalizada y transparente además se adicionó 10 ml de NaOH al 40% y 2 gotas de fenolftaleína al 1% para la alcalinización de la muestra. En la base del destilador de nitrógeno se colocó 10 ml de ácido bórico al 2.5% para la recepción del amoniaco de la muestra, 2 gotas de indicador rojo metilo al 0.5% y verde bromocresol al 1%. Finalmente la titulación se realizó con una solución de Ácido clorhídrico (HCl) al 0.01N. El gasto fue anotado para calcular el % de proteínas mediante la Ec. (4).

$$\% \text{ Proteína} = \left(\frac{V \cdot N \cdot \text{meqN} \cdot 100}{\text{peso muestra} \cdot 1000} \right) * 6.25 \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

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

3.4.4. Determinación del contenido de lípidos

Se ejecutó el análisis de lípidos por método de Soxhlet según el método 923.05 (AOAC, 2000). Se pesó 3 gramos de muestra las cuales fueron empaquetadas en un cartucho de papel filtro y colocadas en el sistema Soxhlet. La extracción de lípidos se

llevará a cabo 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 % de lípidos mediante la Ec. (5).

$$\% \text{ Lípidos: } \left(\frac{P_1 - P_2}{P_1} \right) \times 100 \quad \text{Ec. (5)}$$

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

3.4.5. Proceso de extracción de compuestos fenólicos

Para este proceso se utilizó la metodología de Carciochi, Manrique & Dimitrov (2013) con algunas modificaciones, donde 1 gramo de muestra y 10 ml de etanol fueron mezclados utilizando un ultrasonido y se centrifugó por 20 minutos a 4000 rpm, luego los sobrenadantes fueron filtrados a través de un filtro de nylon de 0.45 µm, al precipitado se añadió 10 ml de etanol y se repitió el proceso. Los sobrenadantes fueron almacenados en viales ámbar a -18°C para los análisis posteriores.

3.4.6. Determinación de compuestos fenólicos totales (TPC)

La concentración de fenoles totales se determinó utilizando el reactivo Folin-Ciocalteu (Singleton & Rosi, 1965). Se tomó 100 µL de extracto al cual se añadieron 100 µL de agua destilada y 400 µL de reactivo Folin-Ciocalteu (1:5 H₂O destilada) y se agitó a 750 rpm por 8 minutos en un Vortex. Luego 2000 µL de carbonato de sodio al 10% fueron agregados y la mezcla reposó por 30 minutos, posteriormente la absorbancia fue medida a 725 nm en un espectrofotómetro. Finalmente, la concentración de fenoles totales (TPC) fue determinada utilizando una curva estándar de ácido gálico (0.04 – 0.25 mg/ml). El resultado fue expresado como mg equivalentes de ácido gálico por 100 g de muestra. (Ec. 6)

$$\text{TPC (mg } \frac{\text{EAG}}{100\text{g}}) = \frac{(\text{D.O.muestra} - \text{VALORintercepto}) \times \text{Vmuestra} \times \text{F.D}}{\text{VALOR pendiente} \times \text{Wmuestra}} \times 100 \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

- $V_{muestra}$: Volumen de muestra
- F.D: Factor de dilución
- $W_{muestra}$: Peso de muestra

3.4.7. Determinación de la actividad antioxidante mediante DPPH

La capacidad antioxidante fue evaluado utilizando el ensayo DPPH según Brand et al. (1995) citado por Chirinos & otros (2013) con algunas modificaciones. La solución stock fue preparada disolviendo 24 mg de DPPH en 100 ml de etanol y almacenada a -20°C hasta su uso. La solución de trabajo se obtuvo mediante la mezcla de 10 ml de solución stock con 45 ml de etanol hasta obtener una absorbancia de 1.1 ± 0.02 unidades a 515 nm. Para la reacción, el extracto (150 μL) fue mezclado con 2850 μL de solución DPPH y la solución reposó por 30 minutos en oscuridad a temperatura ambiente. La absorbancia a 515 nm fue medida en un espectrofotómetro utilizando etanol como blanco. 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) mediante la Ec. (7) y (8).

$$\text{Inhibición (\%)}: \left(\frac{\text{D.O.blanco} - \text{D.O.muestra}}{\text{D.O blanco}} \right) \times 100 \quad \text{Ec. (7)}$$

$$\text{TEAC (mg } \frac{\text{ET}}{100\text{g}}): \frac{(\% \text{inhibición} - \text{Valor intercepto}) * V_{\text{solución}}}{\text{Valor pendiente} * W_{\text{muestra}}} \times 100 \quad \text{Ec. (8)}$$

Donde:

- D.O. blanco: Absorbancia del blanco
- D.O. muestra: Absorbancia de la muestra
- $V_{\text{solución}}$: Volumen de la solución
- $W_{muestra}$: Peso de la muestra

3.5 Métodos de análisis fisicoquímico

3.5.1. pH

La medición se realizó de acuerdo al método potenciométrico 981.12 de la AOAC (2000), donde la muestra fue diluida con agua destilada (1:10) y se procedió a medir el pH utilizando un potenciómetro.

3.5.2. Acidez titulable

Se calculará de acuerdo al método 942.15 de la AOAC (2000) y se expresará como % de ácido cítrico. 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. (9).

$$\% \text{ acidez } \left(\frac{\text{g ácido cítrico}}{100 \text{ ml}} \right) : \frac{C \cdot f \cdot V \cdot 100}{v \cdot N} \quad \text{Ec. (9)}$$

Donde:

- C: Concentración de la solución de Hidróxido de Sodio estandarizada
- f: Factor de conversación de eq. Ácido cítrico anhidro (0.006404)
- V: Volumen de gasto de NaOH estandarizada
- v: Volumen de la muestra (ml)
- N: Concentración ideal de la solución de Hidróxido de Sodio (0.1N)

3.5.3. Contenido de sólidos solubles

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

3.6 Métodos de análisis físicos

3.6.1. Determinación de colorimetría

La determinación de color se realizó a la harina de cañihua, harinas germinadas, harinas maltadas y las bebidas vegetales, utilizando un colorímetro digital con escala CIELAB, donde se colocaron las muestras en una cubeta de cristal de cuarzo y fueron tapadas con cubierta negra y se realizó la lectura registrando los parámetros L* (0 “oscuro” -100 “claro”), coordenadas cromáticas a* (+a*: rojo, -a*: verde) y b* (+b*: amarillo, -b*: azul). Los valores C* y h* fueron determinados con las ecuaciones 10 y 11.

El croma (C*) fue determinado de acuerdo a la Ec. (10):

$$C^* = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad \text{Ec. (10)}$$

Y el ángulo hue, matiz (h*) fue determinado de acuerdo a la Ec. (11)

$$h^* = \tan^{-1} (b^*/a^*) \quad \text{Ec. (11)}$$

3.7 Análisis sensorial

3.7.1. Metodología de C.A.T.A. (Check-all-that-apply)

Esta evaluación se realizó con 100 panelistas no entrenados de edades desde los 17 hasta los 55 años, la mayoría con alguna experiencia en consumo de bebidas vegetales en general. En la boleta de evaluación se colocaron atributos o adjetivos con referencia a la textura, color, olor, sabor y preferencia. En el Anexo 13 se presenta la boleta de evaluación CATA utilizado para el análisis sensorial.

Para cada muestra los panelistas indicaron la aceptabilidad del producto utilizando una escala hedónica de 5 puntos. Se indicó a los panelistas que eligieran los atributos o adjetivos que consideren apropiados para describir las muestras en evaluación.

3.8 Diseño estadístico

Se empleó un diseño completamente aleatorio (DCA) teniendo como variables independientes a la harina sin tratamiento, harinas germinadas, harinas malteadas (Tabla 6 y 7) y a las bebidas vegetales (Tabla 8 y 9), como variables dependientes a los análisis proximales, químicos, físicos y fisicoquímicos.

Tabla 6. DCA del análisis proximal y químico de las harinas de cañihua variedad Cupi

Variables independientes	Variables dependientes					
	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteínas (%)	Lípidos (%)	Compuestos fenólicos (mg EAG/100g)	DPPH (mg ET/100 g)
Sin tratamiento	R1	R1	R1	R1	R1	R1
Germinado de 48 h	R2	R2	R2	R2	R2	R2
Germinado de 72 h	R3	R3	R3	R3	R3	R3
Germinado de 96 h	R4	R4	R4	R4	R4	R4
Malteado de 48 h	R5	R5	R5	R5	R5	R5
Malteado de 72 h	R6	R6	R6	R6	R6	R6
Malteado de 96 h	R7	R7	R7	R7	R7	R7
R ²	R8	R8	R8	R8	R8	R8
p-valor	R9	R9	R9	R9	R9	R9

Tabla 7. DCA del análisis físico de las harinas de cañihua variedad Cupi

Variables independientes	Variables dependientes				
	L	a*	b*	C*	h*
Sin tratamiento	R1	R1	R1	R1	R1
Germinado de 48 h	R2	R2	R2	R2	R2
Germinado de 72 h	R3	R3	R3	R3	R3
Germinado de 96 h	R4	R4	R4	R4	R4
Malteado de 48 h	R5	R5	R5	R5	R5
Malteado de 72 h	R6	R6	R6	R6	R6
Malteado de 96 h	R7	R7	R7	R7	R7
R ²	R8	R8	R8	R8	R8
p-valor	R9	R9	R9	R9	R9

Tabla 8. DCA de los análisis proximales de las bebidas vegetales

Tratamiento	Variables independientes	Variables dependientes			
		Humedad (%)	Cenizas (%)	Lípidos (%)	Proteínas (%)
1	BG48	R1	R1	R1	R1
2	BG72	R2	R2	R2	R2
3	BG96	R3	R3	R3	R3
4	BM48	R4	R4	R4	R4
5	BM72	R5	R5	R5	R5
6	BM96	R6	R6	R6	R6

Tabla 9. DCA del análisis de estabilidad de las bebidas vegetales

Tratamiento	Variables Independientes	Días	Variables dependientes			
			pH	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez titulable (g ácido cítrico / 100 ml)	Color (L*, a* b*, c*, h)
1	BG48	0	R1	R1	R1	R1
		7	R2	R2	R2	R2
2	BG72	0	R3	R3	R3	R3
		7	R4	R4	R4	R4
3	BG96	0	R5	R5	R5	R5
		7	R6	R6	R6	R6
4	BM48	0	R7	R7	R7	R7
		7	R8	R8	R8	R8
5	BM72	0	R9	R9	R9	R9
		7	R10	R10	R10	R10
6	BM96	0	R11	R11	R11	R11
		7	R12	R12	R12	R12
7	Muestra control	0	R13	R13	R13	R13
		7	R14	R14	R14	R14

Donde:

BG48: Bebida vegetal de arroz integral con cañihua germinada de 48 horas.

BM48: Bebida vegetal de arroz con cañihua malteada de 48 horas.

BG72: Bebida vegetal de arroz integral con cañihua germinada de 72 horas.

BM72: Bebida vegetal de arroz con cañihua malteada de 72 horas.

BG96: Bebida vegetal de arroz integral con cañihua germinada de 96 horas

BM96: Bebida vegetal de arroz con cañihua malteada de 96 horas.

3.9 Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) con un intervalo de confianza del 95% y a las variables que presentaron significancia se ejecutó una comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Esto fue realizado a través del software MINITAB versión 17.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis proximal y químico de las harinas de Cañihua variedad Cupi

Las harinas de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) germinadas y malteadas son la principal materia prima en la composición de la bebida vegetal elaborada, es por ello que se realizó un análisis proximal y químico, los resultados son presentados en la Tabla 10 y en las figuras 13, 14 y 15.

El análisis de varianza encontró diferencias significativas (p -valor < 0.05) entre las siete harinas analizadas.

El contenido de humedad presentado en la harina sin tratamiento indicó un valor de $10.066\% \pm 0.065$ el cual se encuentra dentro del rango establecido por la NTP 205.062 (2009) que es 13.5% como humedad máxima para la harina de granos; comparando con el valor obtenido por Pauro (2017) fue de 6.69% para la harina variedad Cupi y 7.35% para la harina variedad Illpa Inia el cual es un poco más elevado. Para el proceso de remojo es importante contar con una materia prima con contenido de humedad alto, ya que, por lo contrario en la etapa de remojo puede originar fallas durante la transferencia de masa (agua). Así mismo, como resultado del proceso de secado, las harinas que obtuvieron menor valor fueron la harina germinada de 48 horas ($5.915\% \pm 0.084$) y la harina malteada de 96 horas ($2.277\% \pm 0.250$); de acuerdo a De Clerk citado por Nieto (1984) la ideal humedad final del secado es de 5% lo cual permite detener la actividad enzimática.

De acuerdo a la tabla 10, el contenido de cenizas en la harina sin tratamiento es mayor a las otras harinas, conforme se da el proceso de germinación el contenido de ceniza disminuye. Estos resultados son relacionados con Castillo (2010) donde obtuvo valores de 5.11, 2.64, 2.60 y 2.89% para la cañihua variedad Cupi sin germinar, con 48, 72 y 96 horas de germinación respectivamente; a diferencia de Huanatico (2008) que obtuvo resultados donde el contenido de cenizas disminuye de 5.8 a 2.61% para harina sin germinar y germinado de 24 horas respectivamente, pero al transcurso de 72 horas aumenta ligeramente su contenido a 2.94%. Por otro lado, dentro del género *Chenopodium* encontramos datos obtenidos por Álvarez (2012) en el germinado de quinua variedad Blanca, puesto al tercer día de germinación el contenido disminuyó de 2.56% a 1.62%; así también, Bravo et al. (2013) comparó la harina de quinua Blanca sin germinar y germinada consiguiendo una reducción

de 3.05 a 1.50% respectivamente, según Wild & Russel (2000) la disminución de cenizas o minerales en el proceso de germinación es debido a que, durante esta etapa muchos granos toman como nutrientes de reserva a las proteínas y para proceder con la proteólisis las enzimas son necesarias, es por ello que el calcio es de considerable importancia para la formación de enzimas encargadas de realizar la catalización. De esta manera se puede observar que existe también una disminución en las harinas malteadas de 48 y 96 horas ($3.035\% \pm 0.344$ a $2.277\% \pm 0.250$) y es menor a lo obtenido en las harinas germinadas, según Hough (1990) menciona que existen dos razones por las que sucede una reducción en la cantidad de minerales, la primera es por el proceso de lixiviación ocurrido en la etapa previa de la germinación (remojo) y el segundo es por la eliminación de raicillas en el proceso de malteado.

Como se observa, el contenido de lípidos también existe una disminución, pues en la etapa de germinación sucede la hidrólisis de las lipasas y posterior a ello, estos son usados como fuente de energía en el grano para los cambios bioquímicos y para la síntesis de proteínas y/o carbohidratos (Hough, 1990); es por lo cual, el porcentaje de lípidos inicial fue de 6.774% y a las 96 horas día finalizó con un $3.314\% \pm 0.098$; estos valores son similares a los reportados en las harinas germinadas de quinua variedad Real por Carciochi (2013) donde comenzó con un 5.92% y finalizó con un 4.52% a las 72 horas. De forma semejante, Ramirez (2015) evaluó el contenido de grasa en harina de quinua blanca de Hualhuas germinada resultando una descenso de $7.83\% \pm 0.03$ a $6.1\% \pm 0.02$ para 0 horas y 72 horas. Salas (2010) investigó el contenido lipídico en cañihua variedad Cupi y kiwicha variedad Morocho germinada encontrando disminuciones en los dos granos estudiados, en el caso de la cañihua variedad Cupi empezó con un $8.01\% \pm 0.84$ y terminó con un $6.21\% \pm 0.15$ a las 72 horas y lo mismo sucedió con la kiwicha variedad Morocho ($8.19\% \pm 0.11$ a $6.24\% \pm 0.39$). En otro estudio, Aparcana (1999) analizó el contenido de grasa no germinada y germinada en el grano de kiwicha donde obtuvo una disminución de 7.75% a 6.40%; Hough (1971) citado por Risi (1985) menciona que en la mayoría de cereales el contenido lipídico se localiza en el embrión y en la capa de aleurona y estas son desdobladas durante la germinación. Hough (1990) menciona que al menos el 10% o en otros casos ocurre una disminución del 25% de los lípidos presentes en el grano (Quinde, 1995). El descenso del contenido lipídico en el grano es debido a que el proceso de germinación comprende diversos cambios metabólicos de degradación donde se requiere de energía y estos son consumidos en el proceso respiratorio del embrión, el cual es reflejado en un incremento de la actividad respiratoria (Taiz & Zeiger, 2002).

En cuanto al contenido de proteínas se observa que hay un incremento en el transcurso de los días de germinado, la diferencia entre la cañihua sin germinar y con 96 horas de germinación es de 3.383%; este valor es similar al obtenido por Luna (2015) quién evaluó el valor proteico de dos diferentes accesiones de cañihua, obteniendo un incremento de 3.21% para la accesión PIK 030413 y 3.05% para la accesión PIK 030133; Castillo (2010) obtuvo resultados de 16.8%, 17.3%, 17.5% y 17.7% para la cañihua variedad Cupi sin germinar, germinado de 24, 48 y 72 horas respectivamente. De igual forma, Chahuan, Saxena & Singh (2015) también encontraron un aumento de 1.45% en el germinado de amaranto variedad VL-44; en la harina germinada de quinua variedad Blanca de Hualhuas se halló un incremento de 0.15% después de 72 horas de germinación (Ramirez, 2015). La harina de cañihua sin tratamiento tuvo un valor de 18.463%, según la FAO (2000) el contenido de proteínas en los granos varía de 10 a 21%, la cantidad es dependiente a la variedad genética, el tipo de suelo donde haya sido cultivado y la maduración de la planta. Por otro lado, los resultados obtenidos de la harina malteada son más bajos que los de la harina germinada, esto se debe a que durante el proceso de germinación hay una translocación de las sustancias nitrogenadas desde el embrión hacia las raicillas y en la etapa de malteado las raicillas son eliminadas es por ello que existe un descenso del porcentaje proteínico (Berna, 1995).

Como se observa, en las harinas malteadas existe una disminución en los valores de los análisis mencionados, esto se debe a la exposición de los germinados a temperaturas elevadas, resultados similares fueron obtenidos por Alvarez (2011) quién realizó estos análisis en quinua variedad INIAP Tunkahuan germinada y tostada presentando diferencias entre ambos tratamientos de 39.62%, 2.48%, 11.89% y 0.06% para humedad, cenizas, proteínas y lípidos correspondientemente.

Respecto al contenido de fenoles totales (FT) fue determinado mediante el método Folin-Ciocalteu y se utilizó el ácido gálico como compuesto estándar (Anexo 7). Se observa que se presentan diferencias significativas entre los tratamientos siendo la harina malteada de 72 horas la que obtuvo el mayor valor (40.583 mg ácido gálico/100 g \pm 0.172), de este modo existe un aumento del 25.3% respecto a la cañihua sin germinar con la germinada de 96 horas y 38.37% con la cañihua sin germinar y malteada de 96 horas, lo cual hace del proceso de germinado y malteado una etapa muy importante desde el punto de vista nutricional; los valores obtenidos son cercanos a los reportados por Aguilar (2017) el cual evaluó en harina germinada de quinua obteniendo como resultado un incremento para la

variedad INIA Salcedo (44.19%), Pasankalla roja (17.94%) y para Negra Collana (62.60%) a comparación del valor de la harina sin germinar, Luna (2015) evaluó el contenido fenólico en dos accesiones de cañihua encontrando en ambos un aumento a las 72 horas (78.53 mg. ácido gálico/100 g de muestra) y una disminución a las 96 horas (62.94 mg ácido gálico/100 g de materia seca) de germinación. Otros resultados similares fueron obtenidos por Abderrahim, Huanatico, Repo-Carrasco, Arribas & Condezo (2012) quienes tuvieron resultados similares, aumentado el contenido fenólico entre las 48 y 72 horas y disminuyendo a las 96 horas de germinado. Asimismo, Carciochi (2014) menciona que al transcurrir los días de germinación se produce un crecimiento paulatino de este componente y reportó valores de 39.29 (0 horas), 47.04 (24 horas), 61.68 (48 horas), 79.04 (72 horas) mg ácido gálico/100 g de materia seca en el grano de quinua variedad Real. Por el contrario, existen otros reportes que indican un valor superior a estos como el caso de Repo-Carrasco (2010) quien obtuvo resultados mayores a 375 mg ácido gálico/100 g de materia seca, esto debido a que utilizó como solventes de extracción al metanol y acetona, diferente al etanol que es comúnmente utilizado en las extracciones.

La actividad antioxidante se realizó mediante la metodología de DPPH y se utilizó el Trolox como compuesto estándar (Anexo 8). En la tabla 10 se reportan los valores de la capacidad antioxidante ($\mu\text{mol T.E.} / 100 \text{ g muestra}$) donde se observa que va en aumento desde 169.8 ± 26.2 para la harina de cañihua sin tratamiento hasta 1266.07 ± 1.96 para la harina malteada de 96 horas. Estos valores se relacionan a lo referido por Carciochi (2014) quien menciona que a mayor tiempo de germinación se genera un incremento en la capacidad antioxidante, del mismo modo se observa un aumento de la capacidad antioxidante al transcurso de horas en la investigación realizada por Leguía (2018) en quinua variedad Salcedo INIA (3.18 ± 0.09 , 3.81 ± 0.05 y $5.40 \pm 0.10 \mu\text{mol T.E.} / \text{g b.s}$ para 0, 24 y 48 horas). En cambio, Alvarez- Jubete, et al., (2009) no encontraron diferencias entre los granos y germinados de quinua después de 82 horas; en otra investigación Luna (2015) también observó un aumento en dos accesiones de cañihua, en la accesión PIK 030413 fue de $139.50 \mu\text{mol T.E.} / \text{g b.s}$ a $164.49 \mu\text{mol T.E.} / \text{g b.s}$ y en la accesión PIK 030133 fue de $138.99 \mu\text{mol T.E.} / \text{g b.s}$ a $181.84 \mu\text{mol T.E.} / \text{g b.s}$ a las 72 y 96 horas para ambas accesiones respectivamente. De forma similar, Abderrahim et al. (2012) evaluó la capacidad antioxidante en el grano de cañihua obteniendo un aumento a las 48 y 72 horas de germinación y una disminución a las 96 horas.

Autores como Nsimba et al. (2008) & Ozsoy et al. (2008) indican que la participación de los compuestos fenólicos en la actividad antioxidante depende muchas veces del tipo y concentración de los fenoles presentes en la muestra de estudio. Además, comparar los resultados con otros estudios es complicado ya que los valores obtenidos pueden variar de acuerdo a las condiciones experimentales, genética, método utilizado, condiciones ambientales (Nsimba et al., 2008) también por compuestos lipofílicos presentes en la muestra (Tang et al., 2015) o por derivación de las proteínas y otros compuestos no fenólicos (Brend et al., 2012).

De acuerdo con Chavan & Kadam (1989), el incremento de la capacidad antioxidante en el proceso de germinación es uno de los principales cambios metabólicos generado por las enzimas hidrolíticas endógenas, estos se ven evidenciados en el desdoblamiento de nutrientes a componentes simples que son capaces de desempeñar una capacidad antioxidante.

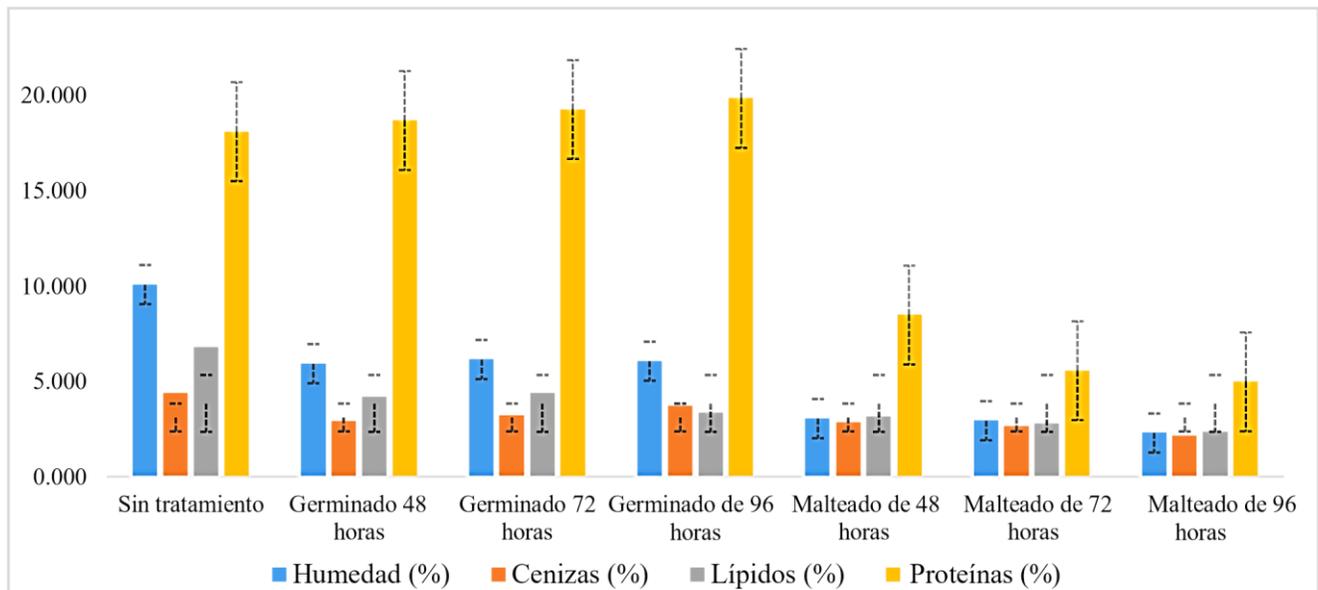


Figura 13. Gráficos de los análisis proximales de las harinas germinadas y malteadas a diferentes horas.

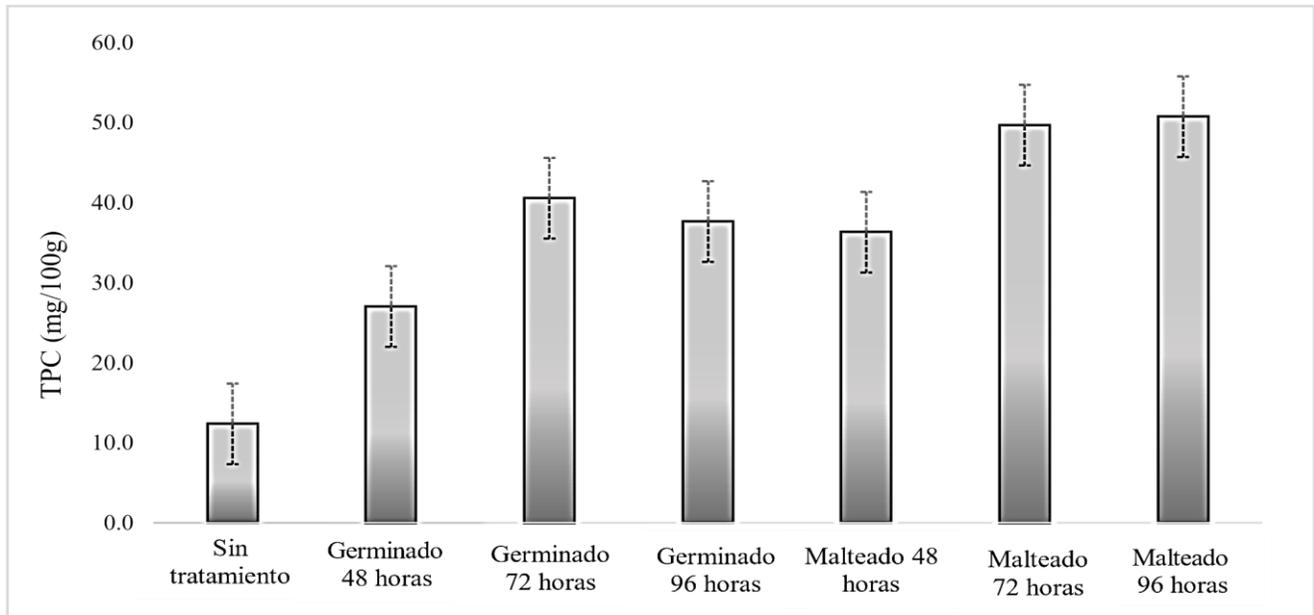


Figura 14. Variación de los compuestos fenólicos en las harinas germinadas y malteadas

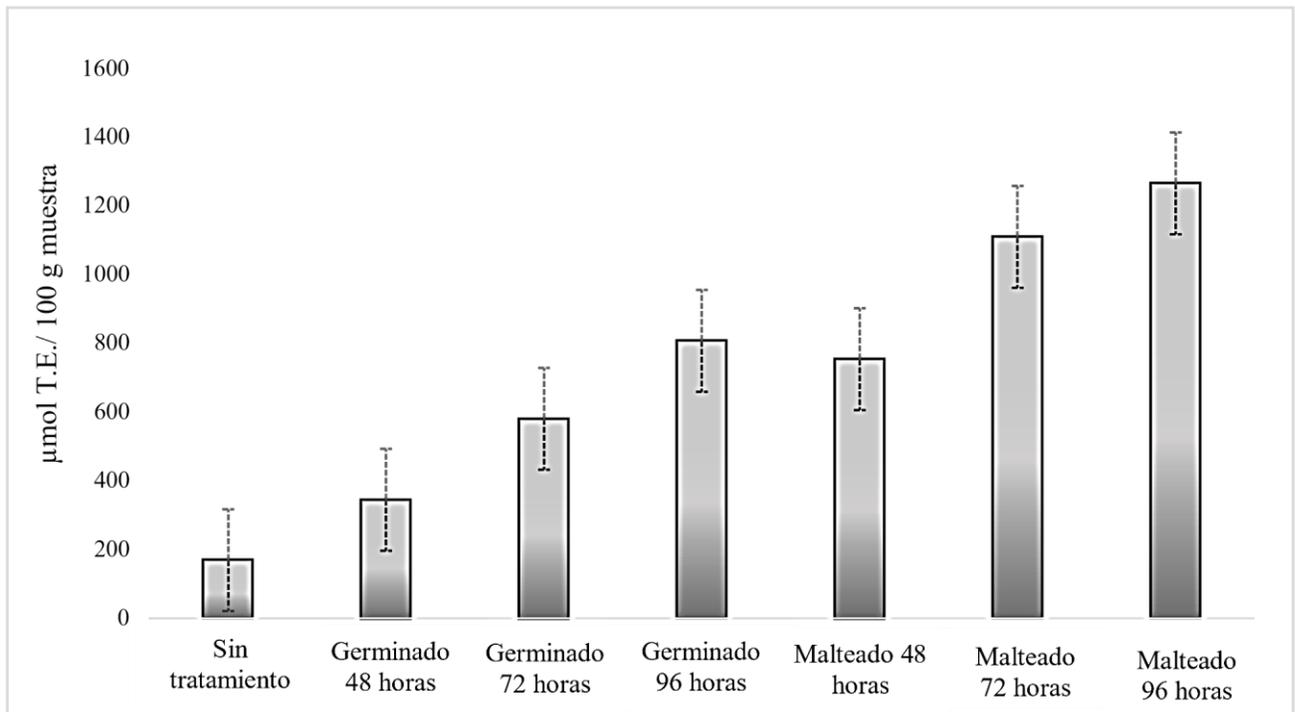


Figura 15. Variación de la actividad antioxidante (DPPH) en las harinas germinadas y malteadas

Tabla 10. Resultados del análisis proximal de las harinas de cañihua variedad Cupi y actividad antioxidante

Tratamiento	%Humedad	%Cenizas	%Lípidos	%Proteínas	Compuestos fenólicos (mg ácido gálico/100g)	DPPH ($\mu\text{mol T.E./100g}$)
Sin Tratamiento	10.066 \pm 0.065 ^a	4.353 \pm 0.083 ^a	6.774 \pm 0.080 ^a	18.463 \pm 0.175 ^c	12.383 \pm 0.216 ^g	169.8 \pm 2.2 ^g
Germinado de 48 h	5.915 \pm 0.084 ^b	3.668 \pm 0.107 ^b	4.143 \pm 0.075 ^b	18.696 \pm 0.134 ^c	27.057 \pm 0.490 ^f	344.59 \pm 4.63 ^f
Germinado de 72 h	6.133 \pm 0.015 ^b	3.181 \pm 0.088 ^c	3.832 \pm 0.147 ^b	19.980 \pm 0.202 ^b	40.583 \pm 0.172 ^c	581.63 \pm 4.63 ^e
Germinado de 96 h	6.045 \pm 0.042 ^b	2.889 \pm 0.012 ^{c,d}	3.204 \pm 0.231 ^c	21.846 \pm 0.182 ^a	37.663 \pm 0.166 ^d	807.56 \pm 3.85 ^c
Malteado de 48 h	3.035 \pm 0.344 ^c	2.801 \pm 0.111 ^d	3.111 \pm 0.222 ^{c,d}	9.567 \pm 0.734 ^d	36.337 \pm 0.282 ^e	754.22 \pm 9.69 ^d
Malteado de 72 h	2.922 \pm 0.939 ^c	2.619 \pm 0.235 ^d	2.755 \pm 0.084 ^d	7.146 \pm 0.308 ^e	49.730 \pm 0.171 ^b	1109.04 \pm 2.57 ^b
Malteado de 96 h	2.277 \pm 0.250 ^c	2.126 \pm 0.053 ^e	2.321 \pm 0.039 ^e	6.388 \pm 0.231 ^e	50.763 \pm 0.216 ^a	1266.07 \pm 1.96 ^a
R2 (%)	98.40	98.03	99.3	99.7	99.5	99.8
p-valor	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Los datos están presentados como media \pm desviación estándar. a, b, c, d, e, f, g * Letras diferentes indican diferencias significativas (p valor < 0.05) según el análisis de Tukey

4.2. Análisis físico de las harinas de Cañihua variedad Cupi

Como se observa en la Tabla 11, las harinas presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) en relación a los parámetros de color.

El análisis de varianza encontró diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0.05$) entre las siete harinas analizadas.

En el análisis de Tukey se confirmó que para la coordenada L^* , la harina sin tratamiento presenta cierta similitud con la harina germinada de 48 y 96 horas y malteada de 72 y 96 horas días, sin embargo, la harina germinada de 3 días presenta también similitud con la germinada de 48 y 96 horas y malteada de 48, 72 y 96 horas. Para la coordenada a^* se evidencia que las harinas malteadas presentan características muy parecidas con la harina sin tratamiento y germinada por 72 horas. Respecto a la coordenada b^* , las harinas germinadas por 72 y 96 horas presentan similares características pero son diferentes a todas las demás harinas, las cuales se difieren entre ellas también. Con relación a la coordenada cromática (C^*); la harina sin tratamiento, la harina germinada de 96 horas y las harinas malteadas presentan diferencias significativas entre sí, la harina germinada de 48 y 72 horas presentaron similitudes, finalmente para el ángulo de tonalidad (h^*) la harina sin tratamiento y la harina malteada de 4 días presentaron semejanzas al igual que las otras harinas.

Los resultados de la coordenada a^* se observa que las harinas germinadas y malteadas poseen tonalidades de colores rojizos y finalmente, en la coordenada b^* las harinas malteadas poseen un valor más alto que las harinas germinadas, es decir que poseen una elevada intensidad del tono amarillo o tostado, el color presentado puede ser el resultado de las reacciones de Maillard ocasionados durante el secado y tostado (Romo et al., 2007). Cabe recalcar que los responsables de los cambios de color generados en los productos derivados de plantas y en los cereales son los compuestos fenólicos que cuando se oxidan y polimerizan se obtiene la formación de melaninas (Fennema, 2000). Así también cabe recalcar que los aromas obtenidos son también el producto de la reacción Maillard y muchos de ellos son compuestos derivados de la cisteína, ornitina, prolina y metionina (Romo et al., 2007).

No se han encontrados reportes de color de harinas germinadas directamente, no obstante, Bermúdez (2017) evaluó los parámetros de color en harina de quinua secada a 110°C y 120°C encontrando diferencia significativa entre ambas harinas y evidenciando que

aplicando mayor temperatura en la etapa de secado para la harina de quinua el color tiende a hacerse más oscuro; por otro parte, Vásquez, Verdú, Islas, Barat & Grau (2016), evaluaron el color en harinas de trigo con sustitución de harina de quinua a diferentes concentraciones, observando una disminución en la luminosidad a medida que aumenta la concentración de quinua, comportamiento opuesto a la coordenada b^* y el croma C^* , la tonalidad y la cromaticidad fueron menores en la harina de trigo sin sustitución.

Tabla 11. Resultados del análisis físico de las harinas de cañihua variedad Cupi

Tratamiento	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
Sin tratamiento	46.27 ± 1.09^b	$12.93 \pm 0.09^{a,b}$	26.19 ± 0.27^e	29.21 ± 0.27^e	63.72 ± 0.15^b
Germinado de 48 horas	$54.40 \pm 5.75^{a,b}$	11.43 ± 0.79^b	32.00 ± 0.62^d	33.98 ± 0.82^d	70.36 ± 0.98^a
Germinado de 72 horas	64.15 ± 1.80^a	11.63 ± 1.17^b	33.25 ± 0.28^c	$35.22 \pm 0.67^{c,d}$	70.82 ± 1.72^a
Germinado de 96 horas	$59.27 \pm 1.20^{a,b}$	11.47 ± 0.43^b	33.88 ± 0.71^c	35.77 ± 0.81^c	71.31 ± 0.31^a
Malteado de 48 horas	65.51 ± 6.33^a	13.55 ± 0.49^a	37.82 ± 0.25^b	40.18 ± 0.40^b	70.29 ± 0.54^a
Malteado de 72 horas	$56.12 \pm 4.48^{a,b}$	14.30 ± 0.42^a	41.40 ± 0.49^a	43.80 ± 0.57^a	70.95 ± 0.37^a
Malteado de 96 horas	$57.84 \pm 1.95^{a,b}$	13.44 ± 0.56^a	24.02 ± 0.04^f	26.61 ± 0.26^f	64.52 ± 1.06^b
R2	92.18	81.56	99.10	98.92	87.56
p-value	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Los datos están presentados como media \pm desviación estándar. a,b,c,d,e,f * Letras diferentes indican diferencias significativas (p valor < 0.05) según el análisis de Tukey.

4.3. Análisis proximal de las bebidas vegetales

En la Tabla 12 se presentan los resultados de los análisis proximales realizados a las bebidas vegetales de arroz con cañihua germinada y malteada en estudio, como se observa posterior a los procesos realizados los valores de los análisis (cenizas y proteínas) son menores en comparación a lo obtenido en las harinas germinadas y malteadas, esto es a causa de la dilución del arroz y las harinas como parte de la formulación general. Según el análisis de varianza (ANOVA) en todos los tratamientos existe diferencias significativas (p -valor < 0.05). Estos análisis fueron realizados por triplicado.

Las bebidas vegetales evaluadas tuvieron resultados similares y mayores que en otras investigación como; las bebidas de quinua y soya estudiadas por Bianchi, Rossi, Gomes & Sivieri (2014); las bebidas de quinua cruda, germinada y remojada (Kaur & Tanwar, 2016).

Respecto al contenido de humedad, el análisis de Tukey indicó que existen diferencias entre las muestras con excepción del tratamiento 4 que se evidencia una similitud con el tratamiento 2 y 5, los valores se asemejan a lo obtenido en dos bebidas proteicas a base de quinua malteada y sin maltar (86.06% y 88.63%) por Álvarez (2012), en cambio son mayores a lo reportado por Colcha (2013) en una bebida de malteado de quinua, leche y zanahoria deshidratada (74.78%), el contenido de humedad es alto debido a que en la formulación el agua es uno de los principales y mayoritarios componentes.

En cuanto al contenido de cenizas, se observa valores menores a los obtenidos en los resultados del análisis de este componente en las harinas, esto se debe a la dilución realizada en el proceso; Trejo (2015) estudió la bebida de arroz y determinó este cereal posee la menor cantidad de cenizas (0.05%) a diferencia de otros como las almendras, soja, etc.; en su mayoría las bebidas malteadas presentan menores cantidades que en las bebidas germinadas, esto concuerda con los resultados de Kaur & Tanwar (2016) donde la bebida de quinua malteada presenta 0.19 ± 0.02 g/100 ml y la bebida de quinua germinada presenta 0.28 ± 0.01 g/100 ml; de forma similar, en las bebidas ya mencionadas Álvarez (2012) presentó resultados de 0.23 y 0.19%.

Las bebidas mostraron un alto contenido lipídico, desde $6.630\% \pm 0.073$ hasta $8.508\% \pm 0.182$, resultados semejantes a los reportados por Gallego et al. (2014) y Thuresson (2015) que fueron de 8.0% y 7.0% respectivamente. En cambio, Castro & Sánchez (2017) mencionan que en la bebida de kiwicha y quinua blanca (Salcedo INIA) se tiene 1.11% de

lípidos y Soterias (2011) registró 0.31% en una bebida de amaranto; ambos resultados en comparación es mucho menor a lo obtenido en esta investigación; sin embargo, cabe mencionar que en la formulación de las bebidas vegetales, se añadió el 1% de aceite de arroz y es por ello que el contenido lipídico aumentó.

Los valores de proteína encontrados en las bebidas vegetales son altos a causa del aporte que proporcionan las harinas germinadas y malteadas, resultados similares fueron reportados por Gallego et al. (2014) y Thuresson (2015) quienes evaluaron en una bebida vegetal de cañihua obteniendo un valor de 12.8% y 15% respectivamente. Por otra parte, Bendezú (2018) determinó el contenido proteínico de una bebida de quinua sin germinar y germinada donde se observó un aumento aproximadamente del 29% en la quinua germinada. Sin embargo, hay estudios en el cual, el contenido de proteínas es mucho menor como el caso de Alvarez (2012) quien tuvo valores de 0.94% y 0.67% en bebida de quinua malteada y sin maltear correspondientemente; o como Castro & Sánchez (2017) quienes obtuvieron el mayor valor (2.85%) en una bebida con 70% de quinua y 30% de kiwicha.

Medina et al. (2010) menciona que la etapa de malteado en los granos aumenta un 9.9% de proteínas a causa del desarrollo de proteasas y amilasas, los cuales son necesarios para transformar los carbohidratos en azúcares simples, las proteínas en péptidos y aminoácidos dándole un mejor valor nutritivo al producto.

Si bien es cierto, el valor proteico en la bebida de arroz es menos nutritiva comparada con otros cereales, el aporte de los germinados y malteados favorece y aumenta el contenido proteico en el producto final, este tipo de bebida es usada generalmente por personas vegetarianas.

Al comparar esta bebida con otros de similar naturaleza, se puede observar que estas bebidas presentan un mejor perfil proteínico a las de los estudios ya nombrados. A pesar de no encontrar estudios científicos para comparar correctamente estos valores, este trabajo aporta cierta información a los productos de la misma naturaleza.

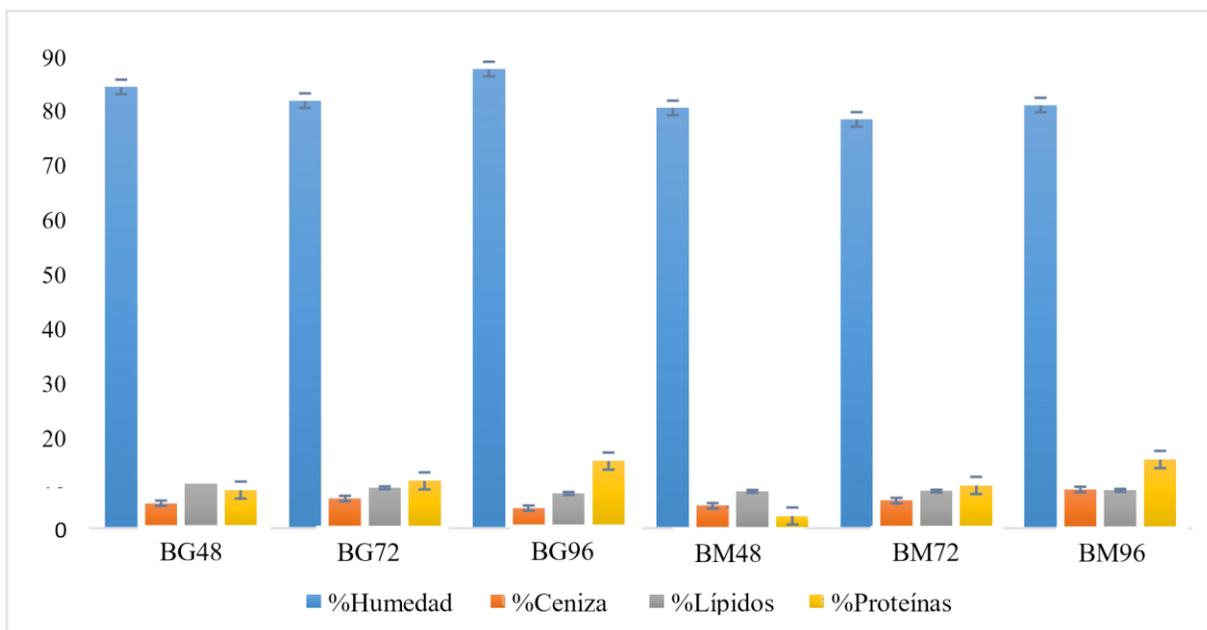


Figura 16. Gráficos de los análisis proximales de las bebidas con germinado y malteado de cañihua a diferentes horas

Tabla 12. Resultados del análisis proximal de las bebidas vegetales

Tratamiento	%Humedad	%Cenizas	%Lípidos	%Proteínas
BG48	84.264 ± 1.293 ^b	1.822 ± 0.070 ^a	8.508 ± 0.182 ^a	10.850 ± 0.263 ^b
BG72	81.645 ± 1.175 ^c	1.296 ± 0.098 ^{b,c}	7.727 ± 0.192 ^b	9.625 ± 0.401 ^c
BG96	87.686 ± 0.497 ^a	1.098 ± 0.101 ^c	6.630 ± 0.073 ^d	13.213 ± 0.382 ^a
BM48	80.253 ± 0.389 ^{c,d}	1.364 ± 0.056 ^b	7.026 ± 0.029 ^c	4.725 ± 0.401 ^e
BM72	78.052 ± 0.713 ^d	1.196 ± 0.100 ^{b,c}	7.095 ± 0.098 ^c	6.913 ± 0.175 ^d
BM96	80.800 ± 0.311 ^c	1.299 ± 0.098 ^{b,c}	7.232 ± 0.102 ^c	6.884 ± 0.307 ^d
Muestra control	N.P	N.P	0.9	0.2
R ²	95.5	90.86	97.15	99.0
p-value	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

Los datos están presentados como media ± desviación estándar. a,b,c,d,e * Letras diferentes indican diferencias significativas (p valor < 0.05) según el análisis de Tukey. (*)

Muestra control N.P: No presentan datos.

4.4. Análisis de estabilidad de las bebidas vegetales

En las figuras 17, 18, 19 y 20 son mostrados los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos (pH, acidez titulable, sólidos solubles y colorimetría) realizadas a las bebidas antes y después de 7 días de almacenamiento a 5°C.

Respecto a los resultados de pH, acidez titulable, sólidos totales y colorimetría, el análisis de varianza (ANOVA) encontró que las bebidas analizadas presentan diferencias significativas (Tabla 13). Se puede observar que de acuerdo a los valores de pH, las bebidas son clasificadas como alcalinas, ya que los cereales como la cañihua posee un pH de 6.5 (Hurtado & Rodríguez, 2011) y el arroz 6.26 (Casaubon, et al., 2018). Colcha (2013) determinó un pH cercano a 6.5 para harina de quinua malteada. Estos resultados son similares a lo obtenido por Colcha (2013) el cual evaluó tres diferentes formulaciones a partir de leche, zanahoria deshidratada y harina de quinua malteada obteniendo un valor de pH de 6.41; asimismo, Rojas (2012) determinó en una bebida de avena un pH de 6.58. Por otra parte, La Rosa (2017) tuvo resultados de pH de 4.68 ± 0.08 , 5.27 ± 0.16 y 5.33 ± 0.09 en tres formulaciones de una bebida de harina de cañihua y manzana, donde a medida que se aumenta la harina de cañihua el pH también aumenta.

La acidez y el pH son medidas relacionadas, se puede observar que después de siete días de almacenamiento, en todas las bebidas existe una disminución en los valores de pH y a su vez se observa un aumento en los valores de la acidez titulable, Ashworth & Draper (1992) mencionan que con el germinado la acidez tiende a aumentar como efecto del desdoblamiento de nutrientes como el almidón, proteínas y grasas, por lo cual sucede una liberación de ácidos grasos y minerales; por su parte, los resultados obtenidos en ambos análisis están relacionados ya que cuando la acidez aumenta el pH tiende a disminuir.

Los valores de °Brix son muy bajos comparados con otras bebidas, esto se debe a que se utilizó la stevia como edulcorante natural y el refractómetro mide el índice de refracción de la sacarosa que hay en un producto, Forero *et al.* (2016) tuvieron resultados de 13.4 °Brix en una bebida con quinua germinada y mango donde utilizó azúcar como endulzante, así también Colcha (2013) en una bebida a base de malteado de quinua, leche y zanahoria deshidratada, los °Brix fueron de 14.17 utilizando azúcar morena. Aunque, los valores mínimos determinados pueden ser indicadores de una activación enzimática que sufrió el

grano de cañihua en el proceso de germinación, ya que los almidones habrían sido transformados en azúcares endulzando naturalmente la bebida (Velasco, 2007).

Las bebidas mostraron visualmente un ligero oscurecimiento después de siete días de almacenamiento, el cual fue corroborado mediante el análisis de color. Según los resultados obtenidos se observa que en las coordenadas b^* y luminosidad (L^*) se evidencia una disminución al séptimo día en todas las bebidas, Osorio (2008) menciona que el oscurecimiento es la consecuencia del pardeamiento enzimático que se genera en algunos productos naturales con alto contenido de compuestos fenólicos (polifenoloxidasas), a mayor concentración de fenoles existirá un mayor pardeamiento pero las propiedades antioxidantes generan un efecto positivo en la salud y el oscurecimiento se puede evitar aplicando adecuados tratamientos (Chang et al., 2000). El mismo comportamiento se registró en la bebida de quinua malteada y mango después de 8 días en almacenamiento, disminuyendo un 1.65 en la coordenada L y un 3.2 en la coordenada b^* (Forero & otros, 2016).

Si bien es cierto, los estabilizantes son aditivos alimentarios que ayudan a mantener la homogeneidad de un producto para que durante su almacenamiento no haya una precipitación, además de favorecer en la calidad sensorial (Kumalasari, 2015). En la propuesta de un producto más natural de consumo para personas veganas y celiacas no se agregó ningún tipo de estabilizante, es por esa razón que en las bebidas después de 7 días se generó una sinéresis (Anexo 6). Esto a razón de que, algunos aditivos y estabilizantes están elaborados con gluten.

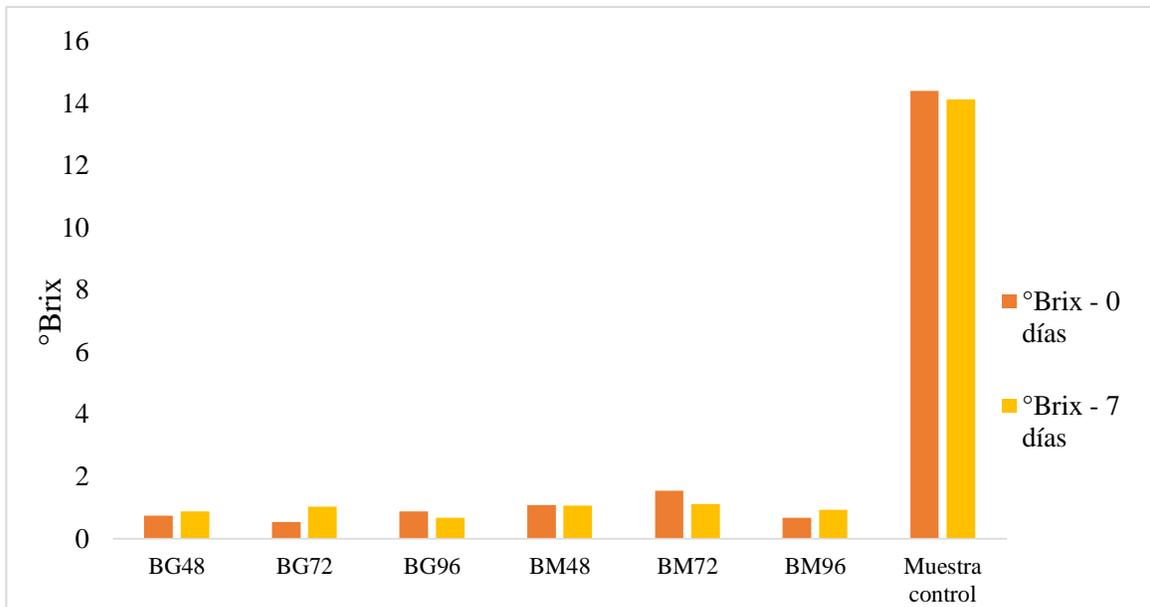


Figura 17. Análisis de °Brix de las siete bebidas vegetales antes y después de 7 días

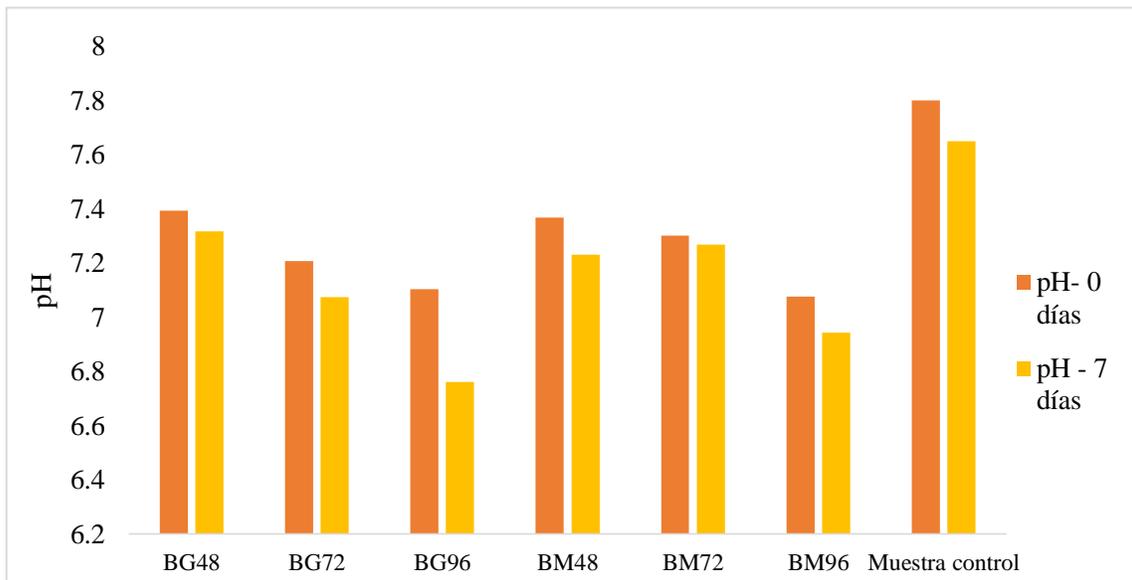


Figura 18. Análisis de pH de las siete bebidas vegetales antes y después de 7 días de almacenamiento

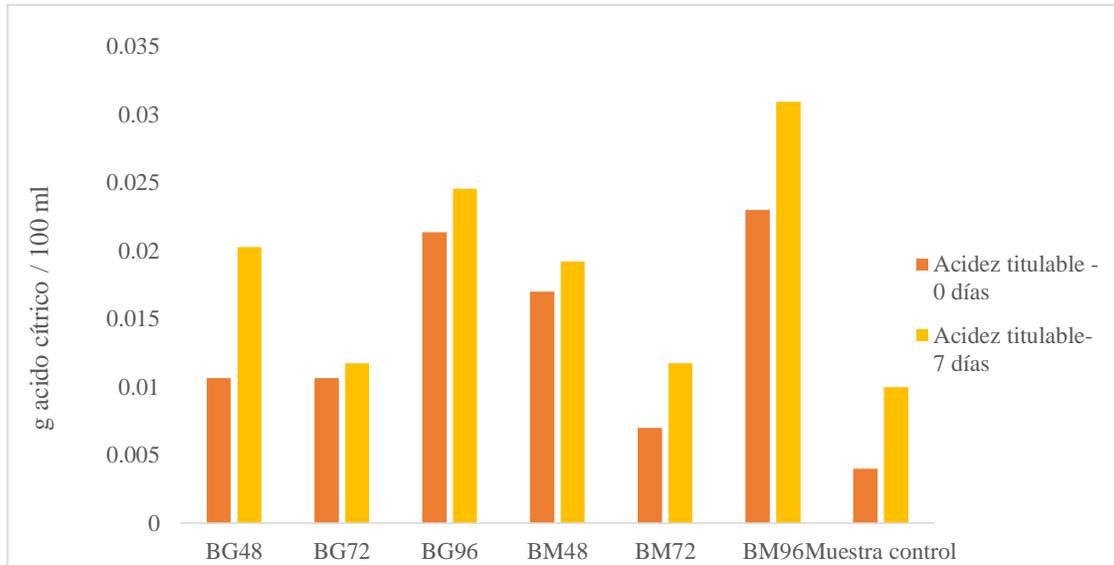


Figura 19. Análisis de acidez titulable de las siete bebidas vegetales antes y después de 7 días de almacenamiento

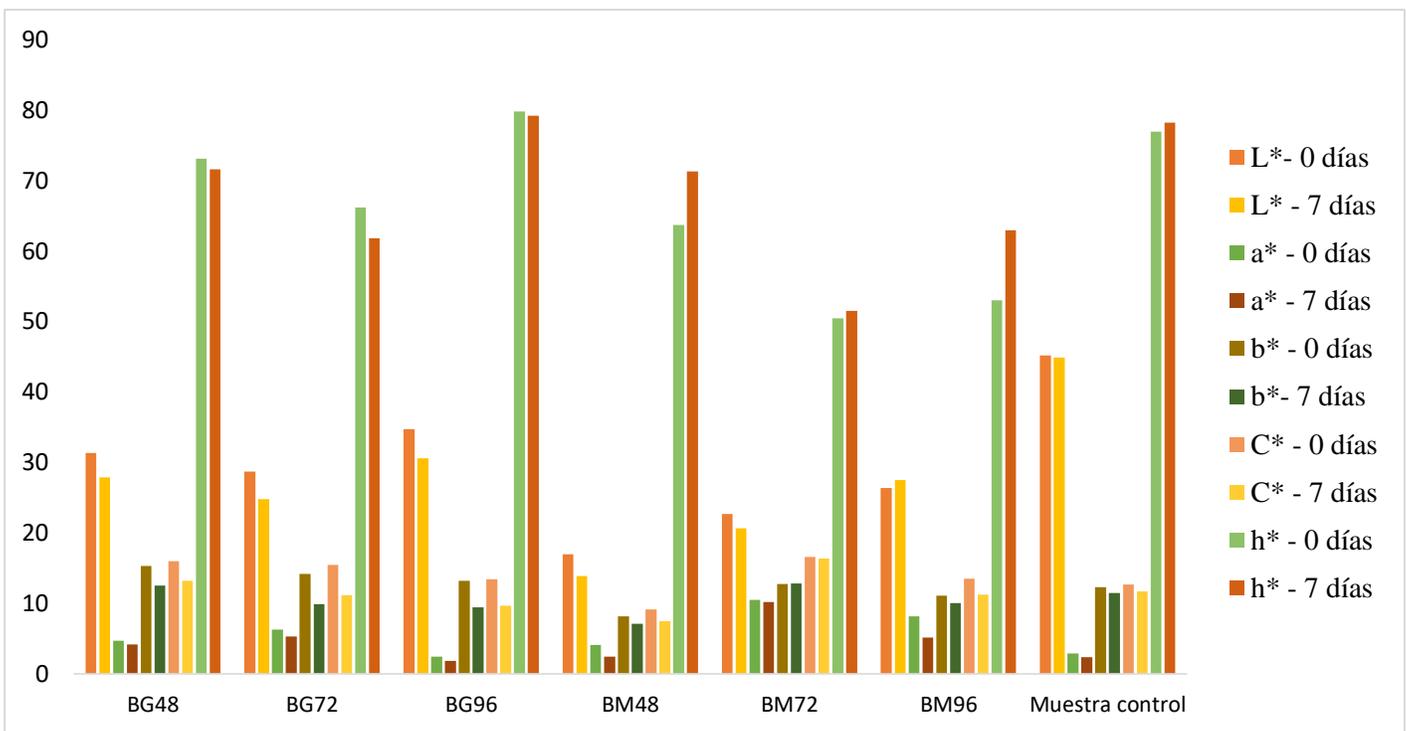


Figura 20. Análisis de colorimetría de las siete bebidas vegetales antes y después de 7 días de almacenamiento

Tabla 13. Resultados del análisis de estabilidad de las bebidas vegetales

N°	Días	pH	Sólidos Solubles (°Brix)	Acidez Titulable (g ácido cítrico /100 ml)	Color				
					L*	a*	b*	C*	h*
BG48	0	7.39 ± 0.02 ^b	0.73 ± 0.12 ^{d,e}	0.011 ± 0.004 ^c	31.27 ± 3.91 ^{b,c}	4.65 ± 0.46 ^d	15.28 ± 0.84 ^a	15.98 ± 0.86 ^{a,b}	73.07 ± 1.56 ^{a,b}
	7	7.32 ± 0.06 ^b	0.87 ± 0.12 ^b	0.020 ± 0.005 ^{b,c}	27.83 ± 2.77 ^b	4.16 ± 0.45 ^c	12.50 ± 0.49 ^a	13.18 ± 0.32 ^b	71.55 ± 2.52 ^{b,c}
BG72	0	7.21 ± 0.04 ^d	0.53 ± 0.12 ^e	0.010 ± 0.008 ^{b,c}	28.67 ± 6.09 ^{b,c,d}	6.22 ± 0.44 ^c	14.13 ± 1.04 ^{a,b}	15.46 ± 0.76 ^b	66.14 ± 3.14 ^{b,c}
	7	7.07 ± 0.08 ^{b,c}	1.03 ± 0.31 ^b	0.012 ± 0.002 ^{d,e}	24.73 ± 3.55 ^{b,c}	5.28 ± 0.31 ^b	9.84 ± 0.24 ^{b,c}	11.17 ± 0.23 ^{c,d}	61.80 ± 1.67 ^d
BG96	0	7.10 ± 0.02 ^e	0.86 ± 0.11 ^{c,d}	0.021 ± 0.004 ^{a,b}	34.66 ± 4.78 ^{a,b}	2.39 ± 0.46 ^f	13.21 ± 0.60 ^{a,b,c}	13.43 ± 0.60 ^c	79.73 ± 1.88 ^a
	7	6.76 ± 0.22 ^d	0.67 ± 0.12 ^b	0.025 ± 0.002 ^{a,b}	30.55 ± 1.42 ^b	1.82 ± 0.49 ^d	9.44 ± 0.13 ^c	9.62 ± 0.22 ^d	79.15 ± 2.70 ^a
BM48	0	7.37 ± 0.04 ^{b,c}	1.07 ± 0.12 ^c	0.017 ± 0.008 ^{a,b,c}	16.94 ± 3.83 ^d	4.04 ± 0.11 ^{d,e}	8.17 ± 0.24 ^d	9.11 ± 0.25 ^d	63.68 ± 0.50 ^c
	7	7.23 ± 0.10 ^{b,c}	1.06 ± 0.23 ^b	0.019 ± 0.006 ^{b,c,d}	13.87 ± 2.50 ^d	2.40 ± 0.44 ^d	7.06 ± 0.21 ^d	7.47 ± 0.15 ^e	71.23 ± 3.55 ^c
BM72	0	7.30 ± 0.02 ^c	1.53 ± 0.12 ^b	0.007 ± 0.001 ^c	22.66 ± 4.68 ^{c,d}	10.44 ± 0.73 ^a	12.75 ± 1.95 ^{a,b,c}	17.19 ± 0.49 ^a	50.43 ± 5.18 ^d
	7	7.27 ± 0.06 ^b	1.12 ± 0.11 ^b	0.012 ± 0.002 ^{d,e}	20.62 ± 1.16 ^c	10.18 ± 0.22 ^a	12.78 ± 0.57 ^a	16.34 ± 0.55 ^a	51.44 ± 0.89 ^e
BM96	0	7.08 ± 0.03 ^e	0.67 ± 0.12 ^{d,e}	0.023 ± 0.007 ^a	26.33 ± 2.92 ^{b,c,d}	8.10 ± 0.22 ^b	11.09 ± 0.23 ^c	13.47 ± 0.67 ^c	52.95 ± 1.64 ^d
	7	6.94 ± 0.06 ^{c,d}	0.93 ± 0.31 ^b	0.031 ± 0.002 ^a	27.47 ± 2.22 ^b	5.12 ± 0.18 ^{b,c}	10.00 ± 0.66 ^{b,c}	16.34 ± 0.55 ^c	62.87 ± 0.84 ^d
Muestra control	0	7.80 ± 0.06 ^a	14.40 ± 0.10 ^a	0.004 ± 0.006 ^c	45.13 ± 1.97 ^a	2.86 ± 0.27 ^{e,f}	12.28 ± 0.43 ^{b,c}	12.61 ± 0.47 ^c	76.92 ± 0.91 ^a
	7	7.65 ± 0.04 ^a	14.13 ± 0.12 ^a	0.010 ± 0.003 ^{c,d,e}	44.86 ± 2.15 ^a	2.36 ± 0.40 ^d	11.43 ± 1.22 ^{a,b}	11.23 ± 0.67 ^{b,c}	78.13 ± 3.01 ^{a,b}

Los datos están presentados como media ± desviación estándar. a,b,c,d,e,f * Letras diferentes indican diferencias significativas (p valor < 0.05) según el análisis de Tukey. (*): Muestra control

4.5. Evaluación sensorial

4.5.1 Panelistas

La evaluación sensorial fue realizada a 100 panelistas con edades comprendidas entre los 17 y 55 años, los datos obtenidos acerca de las características generales y frecuencia de consumo por parte de los consumidores son presentados en las Tablas 14 y 15.

Tabla 14. Distribución de datos de los panelistas

Lugar de origen			Sexo	
Costa	Sierra	Selva	Femenino	Masculino
50	31	19	59	41

Tabla 15. Frecuencia de consumo de bebidas vegetales

Varios días a la semana	Una vez por semana	Una vez por mes	Un par de veces al mes	Pocas veces al año	Una vez al año	Nunca
32	17	9	19	14	4	5

La metodología CATA está diseñada para los consumidores y es una ventaja a diferencias de otras metodologías como el Análisis descriptivo cuantitativo (QDA), que trabaja con un panel entrenado. Las preguntas CATA determinan los atributos sensoriales que caracterizan al producto, según Ares et al. (2010) menciona que su ventaja es su facilidad, ya que es mucho mejor para los evaluadores marcar atributos (palabras) que cuantificar la intensidad de los atributos sensoriales de las muestras en evaluación.

En la Tabla 16, se presentan los resultados de la prueba de Q de Cochran que fue realizado a las siete bebidas vegetales incluyendo la muestra control. Según esta prueba se encontraron diferencias significativas (p -valor < 0.05) para 14 de los 24 atributos de la evaluación CATA utilizadas para la descripción (color, olor, textura) de las siete bebidas vegetales en evaluación. Lo cual permite demostrar que este método de CATA detecta las diferencias entre lo percibido por los evaluadores o consumidores frente a las características de las muestras.

Tabla 16. Prueba de Q de Cochran para los atributos de las bebidas vegetales

Atributos	p-valor	158	283	391	429	574	646	872
Amarillo claro	0.000	0.386 (b)	0.356 (b)	0.436 (b)	0.109 (a)	0.347 (b)	0.267 (ab)	0.297 (b)
Amarillo	0.001	0.149 (a)	0.198 (a)	0.158 (a)	0.178 (a)	0.238 (ab)	0.248 (ab)	0.376 (b)
Marrón	0.000	0.030 (a)	0.030 (a)	0.040 (a)	0.426 (c)	0.040 (a)	0.238 (b)	0.158 (ab)
Verde	0.000	0.168 (bc)	0.109 (ab)	0.277 (cd)	0 (a)	0.396 (d)	0.079 (ab)	0.079 (ab)
Blanco	0.163	0.366 (a)	0.317 (a)	0.327 (a)	0.317 (a)	0.208 (a)	0.257 (a)	0.287 (a)
Plomo	0.000	0.040 (a)	0.129 (b)	0.010 (a)	0.079 (ab)	0.030 (a)	0.010 (a)	0.010 (a)
Crema	0.000	0.634 (ab)	0.614 (ab)	0.495 (a)	0.733 (b)	0.465 (a)	0.713 (b)	0.614 (ab)
Vainilla	0.043	0.139 (ab)	0.188 (ab)	0.119 (a)	0.267 (b)	0.198 (ab)	0.218 (ab)	0.218 (ab)
Hierbas frescas	0.161	0.129 (a)	0.099 (a)	0.139 (a)	0.040 (a)	0.109 (a)	0.079 (a)	0.079 (a)
Caramelo	0.044	0.149 (ab)	0.069 (a)	0.089 (ab)	0.208 (b)	0.109 (ab)	0.109 (ab)	0.149 (ab)
Madera	0.028	0.208 (ab)	0.228 (ab)	0.158 (ab)	0.257 (b)	0.099 (a)	0.129 (ab)	0.158 (ab)
Tierra	0.243	0.198 (a)	0.238 (a)	0.218 (a)	0.149 (a)	0.139 (a)	0.139 (a)	0.198 (a)
Soya	0.031	0.604 (ab)	0.743 (b)	0.634 (ab)	0.535 (a)	0.644 (ab)	0.663 (ab)	0.564 (ab)
Hierbas secas	0.012	0.158 (ab)	0.109 (a)	0.208 (ab)	0.119 (a)	0.277 (b)	0.139 (ab)	0.149 (ab)
Granos andinos	0.914	0.446 (a)	0.436 (a)	0.495 (a)	0.436 (a)	0.475 (a)	0.475 (a)	0.495 (a)
Achocolatado	0.000	0.030 (a)	0.059 (a)	0.010 (a)	0.317 (b)	0 (a)	0.099 (a)	0.020 (a)
Grumoso	0.628	0.020 (a)	0.020 (a)	0.030 (a)	0.050 (a)	0.050 (a)	0.050 (a)	0.059 (a)
Líquido	0.034	0.762 (a)	0.871 (a)	0.881 (a)	0.752 (a)	0.842 (a)	0.792 (a)	0.762 (a)
Suave	0.044	0.584 (a)	0.624 (a)	0.505 (a)	0.604 (a)	0.426 (a)	0.495 (a)	0.495 (a)
Homogéneo	0.224	0.396 (a)	0.436 (a)	0.505 (a)	0.465 (a)	0.545 (a)	0.416 (a)	0.515 (a)
Gelatinoso	0.092	0.089 (a)	0.020 (a)	0.069 (a)	0.020 (a)	0.079 (a)	0.030 (a)	0.05(a)
Granuloso	0.138	0.020 (a)	0.020 (a)	0 (a)	0.059 (a)	0.020 (a)	0.040 (a)	0.02 (a)
Pegajoso	0.340	0.099 (a)	0.079 (a)	0.050 (a)	0.050 (a)	0.059 (a)	0.119 (a)	0.08 (a)

Letras diferentes indican diferencias significativas (p valor < 0.05)

Tabla 17 . Codificación de las bebidas vegetales

283	391	158	429	574	646	872
Bebida vegetal con malteado de 48 horas	Bebida vegetal con germinado de 72 horas	Bebida vegetal con germinado de 96 horas	Muestra control	Bebida vegetal con germinado de 48 horas	Bebida vegetal con malteado de 72 horas	Bebida vegetal con malteado de 96 horas

Para el atributo “amarillo claro” todas las muestras con excepción la muestra 429 presentaron similitudes. La muestra 391 es la que presenta el mayor valor en este atributo, la causa podría ser que esta bebida fue hecha con germinado a diferencia de la muestra 429 que está exenta de este. Las muestras 391 y 158 tuvieron menores valores respecto al atributo “amarillo”.

Respecto al atributo “marrón” las muestras 646 y 872 presentaron similitudes y valores altos, esto se debe a que ambas muestras son bebidas con malteado de cañihua, el color marrón fue generado por el proceso de tostado.

Las muestras 158, 391, 574 presentaron valores altos al atributo “verde” a diferencia de las otras muestras, la muestra 872 y 429 fueron las bebidas que tuvieron menor valor. El color verde presentado en las bebidas, es asociado a que fue elaborado con germinado de cañihua influenciando en las bebidas el brote de los mismos.

El atributo “crema” presenta los valores más altos, coincidiendo con la evaluación de los evaluadores de las muestras con mayor aceptabilidad (429 y 646), que a su vez se relacionan con el sabor “vainilla”. Esto se debe al color generado por la mezcla del extracto de cañihua (marrón) y bebida de arroz (blanco).

Todas las muestras presentaron similitud respecto al atributo “hierbas frescas” “tierra” y “granos andinos”, esto indica que todas fueron consideradas homogéneas frente a este atributo (p -valor > 0.05). Las bebidas 158, 391 y 574 (bebidas con germinado) tuvieron mayores valores frente al atributo “hierbas frescas”, el sabor se debe a que los germinados pasaron por un proceso de secado con temperaturas no muy altas previo a la dilución, lo cual no generó ningún cambio en el sabor de los germinados, es por ello que este atributo fue más intenso que en las otras bebidas. Y el atributo “granos andinos” fue por el mismo hecho que la bebida fue realizada con este tipo de alimento. Con respecto al atributo “caramelo” todas las muestras con excepción del

429 (muestra control) presentaron similitudes, siendo esta bebida la que presentó el mayor valor.

Todas las muestras con malteado (283, 646, 872 y 429) presentaron los mayores valores con referencia al atributo “achocolatado”, siendo las tres primeras elaboradas con malteado. Por lo tanto, el proceso de tostado influyó en el sabor de las bebidas. En relación a la textura, todas las muestras presentan similitud frente a los atributos “grumoso”, “homogéneo”, “granuloso” y “pegajoso”, los evaluadores consideraron que todas las muestras de bebidas fueron igualmente homogéneas respecto a estos atributos ($p > 0.05$).

En la Figura 21 se observa el gráfico de sedimentación respecto a las preguntas, donde se muestra que el valor de F1 es de 0.071, F2 es de 0.016, F3 es de 0.010, F4 es de 0.005, F5 es de 0.003 y F6 es de 0.02. El porcentaje acumulado es para F1: 66.659%, F2: 81.458%, F3: 90.928%, F4: 95.769%, F5: 98.293% y F6: 100%.

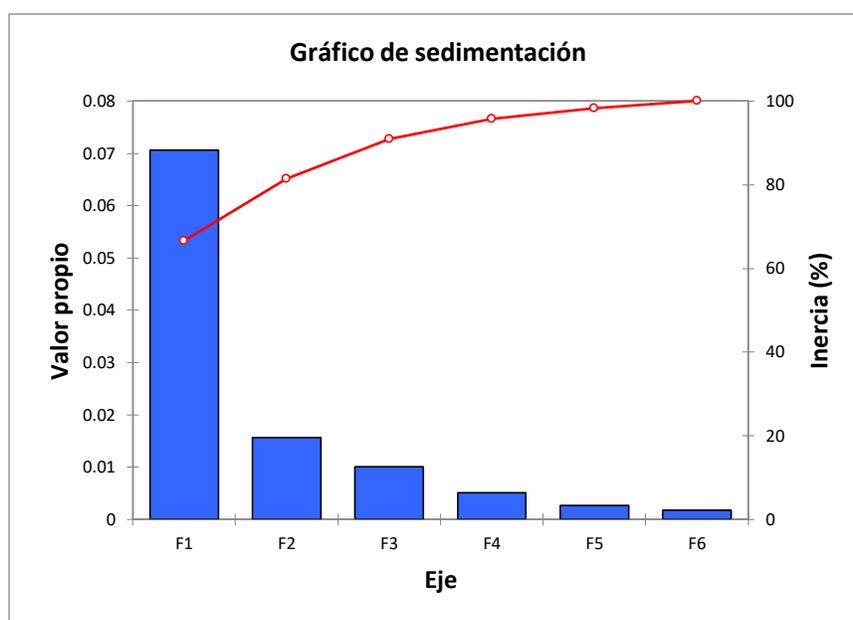


Figura 21. Gráfico de sedimentación de CATA

Se realizó un análisis de correspondencia, esta es una técnica de escalamiento multidimensional, en el cual se utiliza los datos no métricos en un diseño cruzado para crear mapas que incluyen dentro de ella todos los atributos (Hair et al., 2009)

En la Figura 22 se expone la representación gráfica de los términos sensoriales y las muestras analizadas. Los dos primeros componentes indican un 81.46% de la varianza total de los datos. De acuerdo a Greenacre (2007) la distancia entre los puntos de las muestras son una

medida de semejanza entre estas, por lo cual los términos y asociaciones generales entre ellas no son directamente comparables y se debe tener cuidado al interpretarlas.

Se lograron identificar cuatro grupos de muestras, el primer grupo formado por las muestras 574 y 391 que se caracterizaron por ser de color amarillo, con sabor a hierbas secas y granos andinos, gelatinosos y homogéneos. El segundo grupo conformado por las muestras 158 y 283, caracterizadas por ser de color amarillo claro y blanco, textura líquida, suave y pegajosa y con sabor a soya, hierbas frescas y tierra; el tercer grupo conformado por las muestras 872, 646 con sabor a vainilla y caramelo, color crema y textura grumosa y finalmente la muestra 429 con sabor achocolatado, textura granulosa y color marrón.

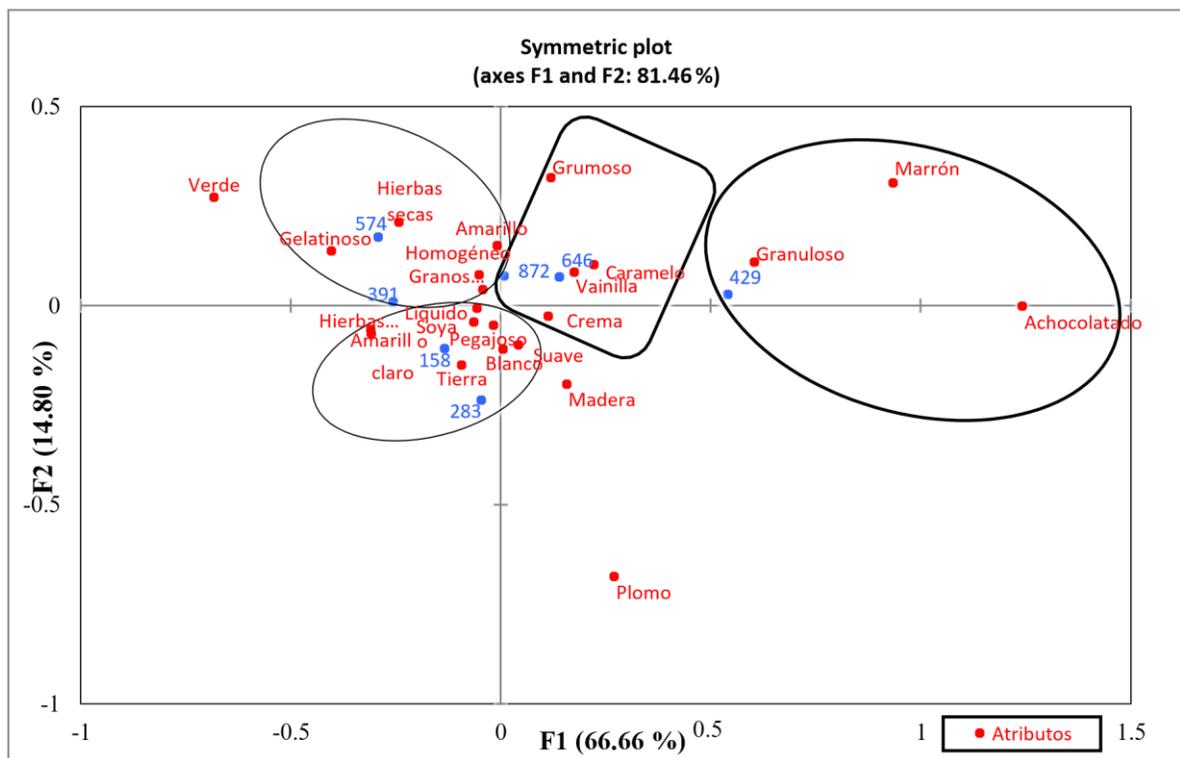


Figura 22. Diagrama del análisis correspondencia de CATA

En la figura 23, la aceptabilidad se encuentra en el área derecho inferior, siendo los atributos más cercanos los siguientes: color blanco y marrón, sabor a granos andinos, vainilla, soya, hierbas frescas y achocolatado; textura líquida, suave y homogénea. Los atributos de color: amarillo claro, plomo y verde; sabor: madera, hierbas secas, tierra, caramelo y la textura: pegajoso, grumoso, gelatinoso y granuloso no forman parte de los atributos para describir la aceptabilidad de las bebidas vegetales. Siendo las muestras 391, 158 y 283 más cercanas al

producto ideal debido a su textura líquida y suave, sabor a granos andinos, soya y color blanco. Estos atributos se asemejan más a una bebida comercial.

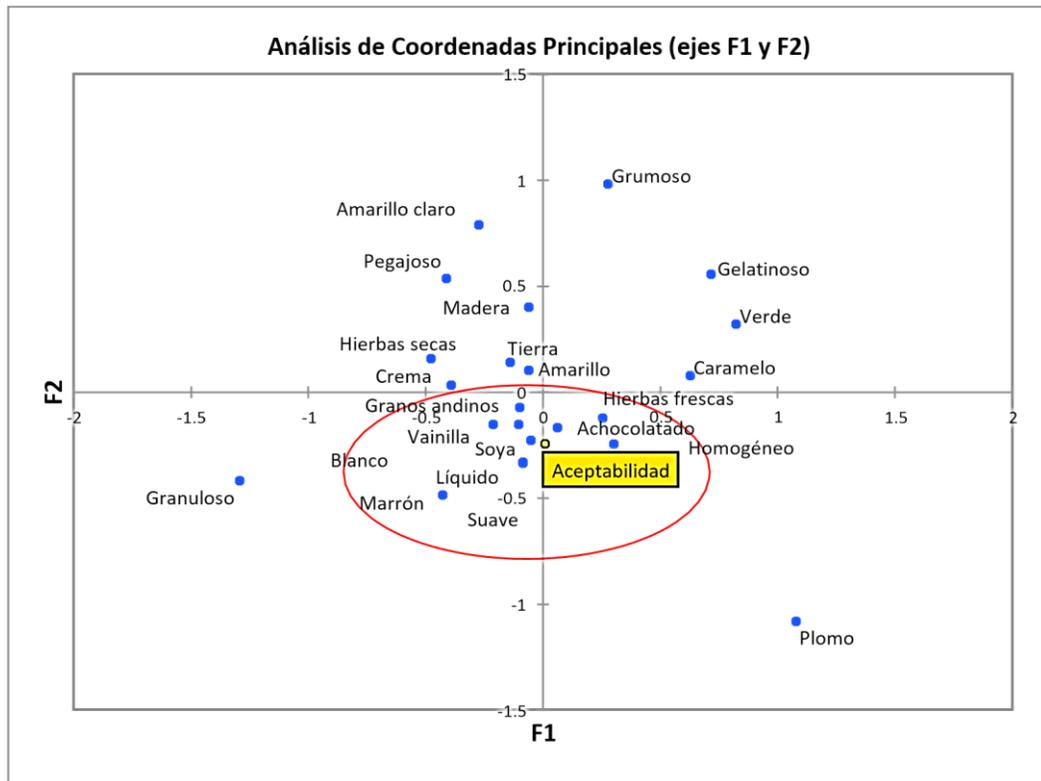


Figura 23. Análisis de componentes principales de los datos del método CATA para la aceptabilidad

En la Figura 24, se presenta el gráfico de las muestras que presentan una mayor aceptabilidad; asimismo, se observa que la variable “Aceptabilidad” presenta significancia (p -valor < 0.05) (Tabla 18); por otro lado, se observa claramente que la muestra 429 tiene una mayor aceptabilidad (3.070), seguido por la muestra 646 (2.630), muestra 872 (2.323), muestra 158 (2.310), muestra 574 (2.170), muestra 283 (2.150) y finalmente la muestra 391 (2.129). Siendo las bebidas vegetales con malteado de cañihua las que son más aceptables por los consumidores. Cabe recalcar que los niveles de aceptabilidad brindados a los panelistas fueron de 1 a 5.

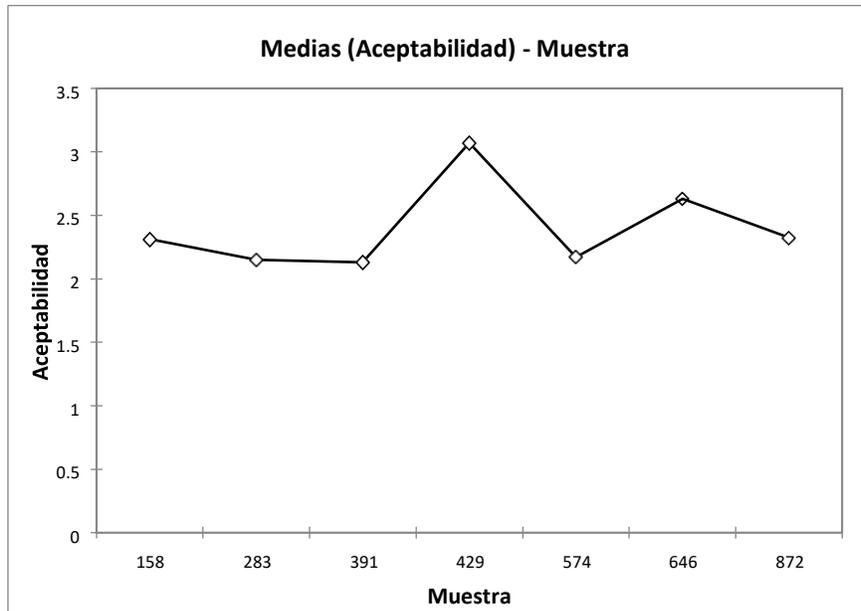


Figura 24. Media de aceptabilidad respecto a las muestras de bebida

Tabla 18. ANOVA de la aceptabilidad

Análisis de varianza (Aceptabilidad):

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
Modelo	6	70.541	11.757	10.594	< 0.0001
Error	693	769.053	1.110		
Total corregido	699	839.594			

Calculado contra el modelo $Y=Media(Y)$

CAPITULO V. CONCLUSIONES

- Se determinó que la harina de cañihua variedad Cupi en su caracterización fisicoquímica presenta una humedad de $10.066 \% \pm 0.07$, $4.353 \% \pm 0.08$ de cenizas, $6.774 \% \pm 0.08$ de contenido lipídico, $18.463 \% \pm 0.175$ de proteínas, compuestos fenólicos de $12.383 \text{ mg ácido gálico/ } 100\text{g} \pm 0.216$ y una actividad antioxidante de $169.8 \% \pm 2.2 \mu\text{mol T.E./}100\text{g}$.
- En el proceso de germinado las características fisicoquímicas aumentan respecto al contenido de humedad (%), cenizas (%), proteínas (el 3.38%) y lípidos (%) en comparación al grano sin germinar. El proceso del malteado favorece en el aumento del contenido de compuestos fenólicos (mg ácido gálico/100g) y actividad antioxidante ($\mu\text{mol/T.E. } 100\text{g}$).
- La bebida con germinado de 96 horas tuvo el mayor valor de contenido proteico ($13.213 \% \pm 0.382$), seguido por las bebidas con germinado de 48 horas ($10.850 \% \pm 0.263$), bebida con germinado con 72 horas ($9.625 \% \pm 0.401$), bebida con malteado de 72 horas ($6.913 \% \pm 0.175$), bebida con malteado de 96 horas ($6.884\% \pm 0.307$) y finalmente la bebida con malteado de 48 horas ($4.725\% \pm 0.401$). Aunque todos los valores obtenidos en el estudio de proteínas son más elevados que los productos comerciales.
- Respecto al análisis de estabilidad realizado a las bebidas vegetales, se observó que después de siete días de almacenamiento, el pH tiende a disminuir, la acidez a aumentar y de acuerdo a los cambios de color se presentó un ligero oscurecimiento.
- Las muestras que presentaron una mayor aceptabilidad según la metodología C.A.T.A. fueron las muestras 429 (Muestra control), 646 (bebida vegetal con malteado de 72 horas) y 872 (bebida vegetal con malteado de 96 horas).

RECOMENDACIONES

- Estudiar el proceso de germinación y malteado en otras variedades de cañihua.
- Identificar y cuantificar por cromatografía líquida de alta eficiencia de los compuestos fenólicos presentes en los granos, germinados y malteado de cañihua; así también como en el producto final.
- Realizar un estudio acerca del porcentaje de digestibilidad de las proteínas en el producto terminado.
- Realizar un ensayo de aminograma en las harinas de cañihua sin tratamiento, germinados y malteados para lograr identificar el tipo de aminoácidos que se incrementaron durante la germinación.
- Realizar un estudio de vida útil de las bebidas vegetales.
- Realizar un estudio de pre factibilidad para introducir esta bebida vegetal al mercado nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abderrahim, F.; Huanático, E.; Repo-Carrasco, R.; Arribas, S.; Gonzáles, M. & Condezo-Hoyos, L. (2012). Effect of germination on total phenolic compounds, total antioxidant capacity, Maillard reaction products and oxidative stress markers in cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*). *Journal of Cereal Science*, 56(2), 410-417.
- Adams, J.; Williams, A.; Lancaster, B. & Foley, M. (2007). Advantages and uses of check-all-that apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. *Pangborn Sensory Science Symposium*.
- Aguilar, J. (2017). Componentes bioactivos y valor nutricional de tres variedades de harina de quinua malteada (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Alam, N.; Bristi, N. & Rafiquzzaman, M. (2012). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21, 143 - 152.
- Alamprese, C.; Ratti, S. & Rossi, M. (2009). Effects of roasting conditions on hazelnut characteristics in a two-step process. *Journal of Food Engineering*, 95, 272-279.
- Alvarado, U. (2010). Elaboración de fideos precocidos a partir de harina de cañihua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen) como sustituto parcial de la harina de trigo (*Triticum vulgare*). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., Gallagher, E. (2009). Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60, 240-257.
- Alvarez, M. (2011). Elaboración de una harina precocida a base de quinua y cebada germinada. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Álvarez, 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* Willd). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Perú.
- Amaral, J.; Casal, S.; Seabra, R. & Oliveira, B. (2006). Effects of Roasting on Hazelnut Lipids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35, 1315- 1321.

- Anzaldúa-Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los Alimentos en la teoría y la práctica. España: Editorial Acribia, S.A.
- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. Estados Unidos, 17th edition.
- Aparcana, S. (1999). Elaboración y evaluación de galletas dulces con sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha malteada. Tesis para optar el título de Ingeniero de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Arendt, E. & Zannini, E. (2013). Rice: Cereal Grains for the Food and Beverage Industries. E. K. Arendt and E. Zannini, Woodhead Publishing: 114-154.
- Ares, G; Giménez, A. & Bruzzone, F. (2010). Identifying consumers texture vocabulary of milk desserts. Application of a check-all-that apply question and free listing. *Brazilian Journal of Food Technology*, 12, 98-105.
- Ares, G. & Jaeger, S. (2013). Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. *Food Quality and Preference*, 28(1), 141–153
- Asociación de ferias en el Perú (AFEP). (2012). Mejoramiento de la competitividad de la cadena productiva de la quinua y cañihua orgánica en las provincias del departamento de Cuzco. Perú.
- 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.
- Bau, H.; Villaume, C.; Nicolas, J. & Méjean, L. (1997). Efecto de la germinación sobre la composición química, los constituyentes bioquímicos y los factores antinutricionales de las semillas de soja. *Revista de Sci. Food Agric.* 1-9.
- Barceló, J.; Gregorio, N.; García, B. & Sánchez, R. (2001). *Fisiología vegetal*. Madrid, España: Editorial Pirámide.
- Belewu, M.; Abdulsalam, K. & Belewu, K. (2013). Rice-Coconut Yoghurt: Preparation, Nutritional and Sensory Qualities. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 924–928.
- Bendezú, J. (2018). Efecto de la germinación de tres variedades de quinua: Roja (INIA-415 Pasankalla), Negra (INIA 420-Negra Collana) y Blanca (Salcedo INIA) en la formulación y elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante. Tesis

- para optar el Título Profesional de Licenciado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- 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.
- Besnier, F. (1989). *Semillas, Biología y Tecnología*. Madrid, España: Editorial Mundi-Prensa.
- Bermúdez, D. (2017). Evaluación tecnología de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad piartal como espesante alimentario obtenida bajo diferentes condiciones de proceso. Universidad de la Salle.
- Bianchi, F.; Rossi, E.; Gomes, R. & Sivieri K. (2014). Potentially symbiotic fermented beverage with aqueous extracts of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and soy. *Food Science and Technology International* 0(0) 1-13.
- Blanco, T.; Alvarado, U. & Muñoz, A. (2008). Evaluación de la composición nutricional de la maca y cañihua procedente de diversos departamentos del Perú. *Revistas Multidisciplinarias*.
- Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss. Technol.*, 28(1), 25 - 30.
- Bravo, M.; Reyna, J.; Gómez, I. & Huapaya, M. (2013). Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y Kiwicha. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*.
- Brend, Y. et al. (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* 3(8):1150-1155.
- Botero, B. (2015). Los germinados como alimento excepcional y medicina natural. Tercera edición Bogotá. Colombia. 132 p
- Cáceres, P. (2015). Optimización de la germinación de variedades ecuatorianas de arroz integral para la obtención de alimentos con alto valor nutritivo y funcional. Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad autónoma de Madrid, España.
- Caicedo-Ordóñez, Y. (2008). Evaluación de características agronómicas de cuatro líneas interespecíficas de arroz comparadas con dos variedades comerciales y una nativa en el corregimiento de Zacarías. Tesis para optar el título profesional de Agrónomo. Universidad del Pacífico, México.

- Carciochi, A.; Manrique, G. & Dimitrov, K. (2013). Changes in phenolic composition and antioxidant activity during germination of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd). *International Food Research Journal*, 21(2), 767-773.
- Carciochi, R. (2014). Obtención de ingredientes alimenticios con capacidad antioxidante mejorada por aplicación de distintos procesos a semillas de quinua (*Chenopodium quinoa*). Tesis para optar el título de Doctor en Área de Bromatología. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Castillo, E. (2010). Determinación de la estabilidad de los compuestos antioxidantes durante la germinación y extrusión en la cañihua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen). Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
- Castro, A & Sánchez, J. (2017). Formulación de una bebida nutritiva a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*), saborizada con membrillo (*Cydonia oblonga* L.). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.
- Casaubon, P.; Salinas, P.; Acosta, F.; Lemen-Meyer, S. Franco, D.; Pérez-Lizaur, A. (2018). pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con reflujo gastroesofágico?. *Revista Mexicana de Pediatría*, 85(3)- 89-94.
- Chahuan, A.; Saxena, D & Singh, S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. *LWT-Food Sciences and Technology*, 28(5), 401-437.
- Chandler, R. (1984). Arroz en los trópicos. París, Francia: Ediciones Encuentro S.A.
- Chang, S.; Tan, C.; Frankel, E. & Barrett, D. (2000). Low-Density Lipoprotein Antioxidant Activity of Phenolic Compounds and Polyphenol Oxidase Activity in Selected Clingstone Peach Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48 (2): 147-151.
- Chavan, J. & Kadam, S. (1989). Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 28(5), 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. *Industrial Crops and Products*, 47, 145–152.

- Colcha, M. (2013). Elaboración y control de calidad de una bebida nutritiva a base de malteado de quinua, leche y zanahoria deshidratada. Tesis para optar por el título de bioquímico farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Czukur, B. (2000). Tratamiento: Carbohidratos en semillas de legumbres de grano, mejora de la calidad nutricional y características agronómicas, Reino Unido: Editorial Hedley.
- Delgado, L.; Betanzos, G. & Sumaya, T. (2010). Importancia de los antioxidantes dietarios en la disminución del estrés oxidativo. *Investigación y Ciencia*, 18 (50), 55-64.
- Dooley, L., Lee, Y., & Meullenet, J. (2010). The application of check-all-thatapply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference*, 21, 394–401.
- Elías, L.; Jeffery, L.; Watts, B.; Ylimaki, G. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa, Canadá: Internacional Development Research Centre (IDRC).
- Fennema, O. (2000). Química de los alimentos. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Forero, N.; Salgado, N.; Moncayo, D.; Cote, S. (2016). Efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y mango (*Mangifera indica*). Agroindustrial Science.
- Gallego, V.; Russo, L.; Kerbab, K.; Landi, M. & Rastrelli, L. (2014). Chemical and nutritional characterization of *Chenopodium Pallidicaule* (cañihua) and *Chenopodium quinoa* (quinua) seeds. *Spec. Issue Med. Edible Plants Their Appl.* 26, 609-615.
- García, N. (2017). Bebidas vegetales. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense.
- Greenacre, M. (2007). Correspondence Analysis in Practice. Chapman and Hall/CRC.
- Gutierrez, G. (2003). Evaluación sensorial, composición nutricional y costos de preparaciones con variedades de cañihua. Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Nutrición Humana. Universidad Nacional Del Altiplano, Perú.
- Hair, J; Anderson, R. & Tatham, R. (2001). Análisis multivariante. Madrid, España, PrenticeHall. 768 p.
- Harborne, J. & Williams, C. (2000) Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55 (2000), 481-504.
- Helliwell, B. (1990). How to characterize a biological antioxidant. *Free Radic Res Commun.*, 9(1), 1-32.
- Hough, J. (1990). Biotecnología de la cerveza y de la malta. Zarazoga, España: Editorial Acribia.

- Huanatico, E. (2008). Efecto del germinado y extrusión sobre el contenido de aminoácidos de la cañihua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen) y su elaboración de donas. Tesis para optar el grado académico de Magíster Scientiae en Poscosecha y Marketing. Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
- Hoseney, C. (1991). Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Zarazoga, España: Editorial Acribia.
- Infantes, Y.; Gutiérrez, A. & Gonzales, A. (2015). Optimización por diseño de mezclas de la aceptabilidad de una barra energética a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y cañihua (*Chenopodium Pallidicaule*) evaluada en niños. *Agroind. Sci.* 5(1) (2015).
- Instituto nacional de innovación agraria (INIA). (2010). Centro de Investigación de recursos naturales y medio ambiente. Perú: Edición Altiplano E.I.R.L.
- Jellinek, G. (1990). *Sensory Evaluation of Food. Theory and Practice*. Reino Unido: Ellis Horwood Ltda.
- Juárez, S. & Quispe, M. (2016). Aceptabilidad y evaluación proteica de galletas integrales elaboradas con harina de Cañihua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen), lactosuero y salvado de trigo. Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Nutrición Humana, Universidad Nacional de San Agustín, Perú.
- Kaur, I. & Tanwar, B. (2016). Quinoa Beverages: Formulation, processing and potential health benefits. *Rom J Diabetes Nutr Metab Dis.* 23(2): 215-225.
- Kent, N. (1992). Tecnología de los cereales. Zarazoga, España: Edición Acribia.
- Kumalasari, R. (2015). Effect of Stabilizer Type and Ratio of Fruit Puree on the Quality of Papaya-Pineapple Mixed Juice. *Journal Hort.* 25(3), 266- 276.
- La Rosa, R.; Anaya, E.; Flores, Z.; Bejarano, M.; Brito, L. & Pérez, E. (2016). Germinación de *Chenopodium pallidicaule* Aellen "Kañiwa" bajo diferentes condiciones de salinidad y temperatura. *The Biologist*, 14(1):5 – 10.
- La Rosa, K. (2017). Efecto de la proporción de harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) y manzana (*Malus Domestic*) variedad Granny Smith en las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero agroindustrial y comercio exterior. Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Leguía, S. (2018). Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y contenido proteico de tres variedades de quinua germinada (*Chenopodium quinoa Willd*). Tesis para optar el título

- profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional José María Arguedas, Perú.
- León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. Editorial Agroamericana.
- Luna, E. (2015). Influencia del germinado y cocción húmeda en compuestos bioactivos de dos accesiones de cañihua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen). Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
- Medina, W.; Skurtys, O. & Aguilera, J. (2010). Study on image analysis application for identification Quinoa seeds (*Chenopodium quinoa Wild*) geographical provenance. *LWT - Food Science and Technology* 43(2): 238-246.
- Martínez, I.; Periago, M. & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 50 (1): 5-18.
- Montreal, S.; Fernández, J.; Sayas, M. & Pérez, J. (2002). Aspectos fisiológicos y nutritivos de los alimentos funcionales. *Alimentación equipos y tecnología*, 21 (165): 132- 139.
- Mujica, A.; Ortiz, J.; Rossel, V. & Apaza, A. (2002). Investigaciones de la Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Centros e Institutos de Investigación*. Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
- National Research Council (NRC). (1989). Lost crops of the Incas: Little known plants of the andes with promise for worldwide cultivation. Washington D.C, Estados Unidos: National Academy Press.
- Nieto, A. (1984). Efecto del malteo sobre la composición química de la quinua (*Chenopodium quinoa Wild*). Tesis para optar el título de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Nieto, Q. (1999). Efecto del malteo sobre la composición química de la quinua (*Chenopodium quinoa Wild*). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Norma Técnica Peruana 205.062. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa Wild*.)
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2011). INEN. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1334.3.2011.pdf>
- Norma Mexicana. (1983). Bebidas y refrescos clasificación y definiciones. Recuperado de: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-439-1983.PDF>
- Nsimba, R.; Kikuzaki, H. & Konishi, Y. (2008). Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds. *Food Chemistry*, 106 (2), 760-766.

- Osorio, O. (2008). Influencia de tratamientos térmicos en la calidad y estabilidad del puré de fresa (*Fragaria x ananassa*, Cv *Camarosa*). Tesis para optar el grado de Doctor. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Othón, S. (1996). "Química, almacenamiento e industrialización de los cereales". México: Editorial S.A.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2000). Cultivos Andinos Sub-explotados y su aporte a la Alimentación. Qañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen).
- Ozsoy, N.; Can, A.; Yanardag, R. & Akev, N. (2008). Antioxidant activity of *Smilax excelsa* L. leaf extracts. *Food Chemistry*, 110, 571-583.
- Parente, M.; Manzoni, A. & Ares, G. (2011). External preference mapping of commercial antiaging creams based on consumers responses to a check-all-thatapply question. *Journal of Sensory Studies*, 26, 158–166.
- Pascual, G. & Ramos, C. (2000). Manual de prácticas de tecnología de cereales y leguminosas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Pauro, T. (2017). Evaluación del comportamiento de almidones y harinas de dos variedades de cañihua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen) procesada para la preparación de harinas precocidas. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
- Peñarrieta, M.; Alvarado, J.; Akesson, B. & Bergenstahl, B. (2008). Total antioxidant capacity and content of flavonoids and other phenolic compounds in cañihua (*Chenopodium pallidicaule*): An Andean pseudocereal. *Mol. Nutr. Food Res.*, 52: 708-717.
- Pérez, G. (2014). Economía para la elaboración de una bebida a base de Quinoa con Chocolate. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Quinde, J. (1995). Determinación del parámetro de malteo y su efecto en la composición química de la kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Ramirez, J. (2015). Elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) y arveja (*Pisum sativum*). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

- Repo-Carrasco, R.; Espinoza, C. & Jacobsen, S. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) and kañiwa (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen). *Food Reviews International*, 19 (2):179– 189.
- Repo-Carrasco, R. & Encina Z. (2008) Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Rev.Soc.Quím.*, 74(2):190-200.
- Repo-Carrasco, R.; Jarkko, K.; Juha, P. & Pirjo, M. (2010). Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) and Kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry*, 128-133.
- Risi, M. (1985). Estudio de la calidad maltera de variedades de cebada nacional mediante pruebas de micromalteo.
- Risi, J. & Galwey, N. (1984). The *Chenopodium* grains of the Andes: Inca crops for modern agriculture. *Advances in Applied Biology*. 10(3):145-216.
- Romo, S.; Rosero, A.; Forero, C.; Cerón, E. & Pérez, D. (2007). Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad piartal en los andes colombianos primera parte.
- Roginsky, V. & Lissi, E. (2005). Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. *Food Chem.*, 92, 235-254.
- Rojas, W., Soto, J., Pinto, M., Jager, M. & Padulosi, S. (2010). Granos andinos, avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y amaranto en Bolivia. *Biodiversity International*, Roma, Italia.
- Rojas, P. (2012). Desarrollo y caracterización de una nueva bebida de avena. Universidad de Valladolid.
- Ruiz, Y. (2006). Elaboración y evaluación de maltas cerveceras de diferentes variedades de cebada (*Hordeum vulgare*) producidas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala. Tesis para optar el título de Químico en alimentos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Salas, R. (2010). Efecto del malteado de quinua (*Chenopodium quinoa*), Kañiwa (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen) y Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en la elaboración de galletas.

- Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú.
- Samanez, C. (2007). Comparación de métodos de extracción de fibra soluble e insoluble a partir del salvado de quinoa (*Chenopodium quinoa Wild*) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*). Seminario potencial de granos andinos como alimentos funcionales: Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos. Escuela de Post-Grano. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Segura, D. (2004). Evaluación de la potencialidad funcional de 15 genotipos de papa nativa (*Solanum sp.*). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Singleton, L. & Rossi, J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144–158.
- Soteras, E. (2011). Obtención y formulación de una bebida a base de granos de amaranto. Tesis para optar el título de Magíster en Ciencia y Tecnología de alimentos. Universidad Nacional del Litoral.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology*. USA: Editorial Sinauer Associates.
- Tang, Y.; Li, X.; Chen, P.; Zhang, B.; Hernandez, M.; Zhang, H.; Marcone, M.; Liu, R. & Tsao, R. (2015). Characterisation of fatty acid, carotenoid, tocopherol/tocotrienol, compositions and antioxidant activities in sedes of three *Chenopodium quinoa Wild* genotypes. *Food Chemistry*. 174, 502-508.
- Tapia, M. (1990). Kañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) en cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Santiago, Chile.
- Tapia, M. & Fries, A. (2007). Guía de Campo de los Cultivos Andinos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) y Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú (ANPE). Lima, Perú.
- Thuresson, C. (2015). Development and studies on a gluten free, liquid suspension based on quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences Department of Food Science*.
- Tinoco, R & Acuña, A. (2009). Cultivo de arroz (*Oryza Sativa*). Manual de recomendaciones técnicas de cultivo de arroz. San José, Costa Rica.

- Torres, R. (1999). Comportamiento de las variedades de arroz en la elaboración de pan sin gluten. *Archivos Latinoamericanos de nutrición*, 49 (2): 44-59.
- Trejo, J. (2015). Desarrollo y comparación de los principales componentes nutricionales de leches vegetales. Tesis para optar el título de Ingeniero en Ciencia y tecnología de alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Vásquez, F.; Verdú, S.; Islas, A.; Barat, J. & Grau, R. (2016). Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de quinoa (*Chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reológicas de la masa y texturales del pan. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 17(2), 307-317.
- Valdez, J. (1995). Obtención de una mezcla nutritiva a base de quinua y cebada malteadas. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Varela, P. & 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(2), 893-908.
- Velazco, M. (2007). Elaboración de una bebida nutritiva a partir del malteado de quinua. Tesis para optar por el título de Ingeniero en Industrialización de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Wild, E. & Russel, A. (2000). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Madrid, España: Mundi Prensa Libros.
- Yada, R. (2017). *Proteins in Food Processing*. USA: Woodhead Publishing
- Zhang, Y.; Wong, W. & Yung, K. (2013). One-step production of biodiesel from rice bran oil catalyzed by chlorosulfonic acid modified zirconia via simultaneous esterification and transesterification. *Bioresource Technology* 147: 59-64.
- Zeballos, S.; Mamani, F. & Cruz N. (2017). Potencial alimenticio de los germinados de cañihua (*Chenopodium Pallidicaule* Aellen). *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica*. 3(3) 634-638.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha descriptiva de Cañihua variedad Cupi

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO		E.E.A. ILLPA PUNO - PERÚ	
PRODUCCIÓN DE SEMILLAS PLANTONES Y REPRODUCTORES			
Nombre o Razón Social del productor: INIA Registro Productor de Semilla N° 072 - 2001 - AG - SENASA			
Especie:	Cañihua	Fecha de Análisis de calidad :	16-10-18
Cultivar:	Cupi	Pureza Varietal:	99.9 %
Categoría:	No Certificada	% Germinación:	93 %
Código de lote:	NC - ILL 1-006-16	Peso neto:	4 kg.
Condiciones de almacenamiento:		Tratamiento:	
		Campaña Agrícola:	2016-2017
Dirección: Rinconada de Salcedo s/n, Fax: (051) 363812 E-mail: illpa@inia.gob.pe			

Anexo 2. Cañihua en grano y cañihua en proceso de germinación



Anexo 3. Proceso de molienda a través del mortero



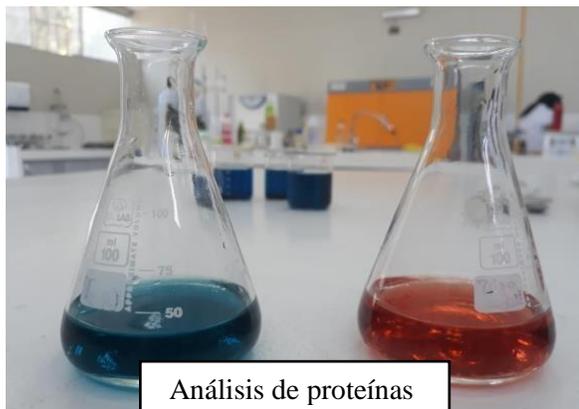
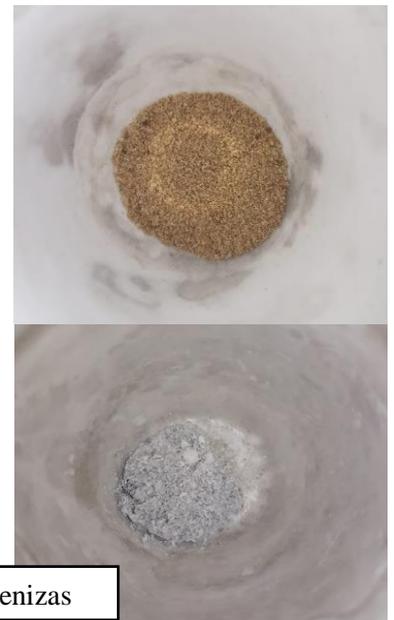
Anexo 4 Análisis proximales realizados en materia prima y bebidas vegetales



Análisis de lípidos



Análisis de cenizas



Análisis de proteínas



Análisis de humedad

Anexo 5. Evaluación sensorial



Anexo 6. Análisis de estabilidad de las bebidas vegetales



Bebida vegetal de germinado de cañihua con 48 horas



Bebida vegetal de germinado de cañihua con 72 horas



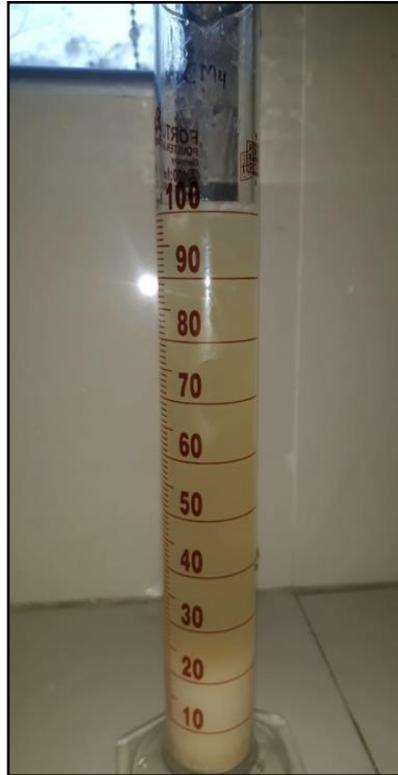
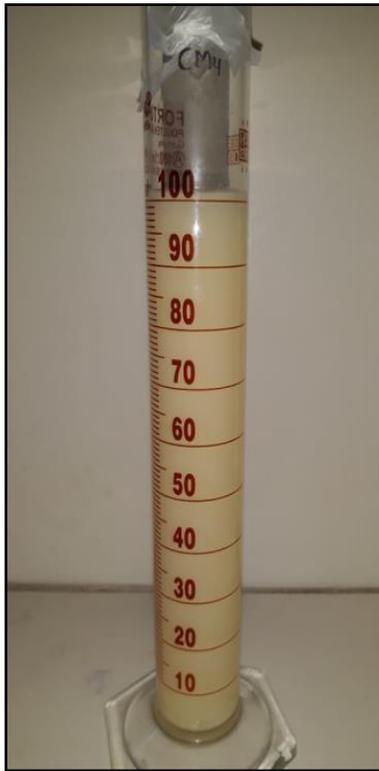
Bebida vegetal de germinado de cañihua con 96 horas



Bebida vegetal de malteado de cañihua con 48 horas



Bebida vegetal de malteado de cañihua con 72 horas

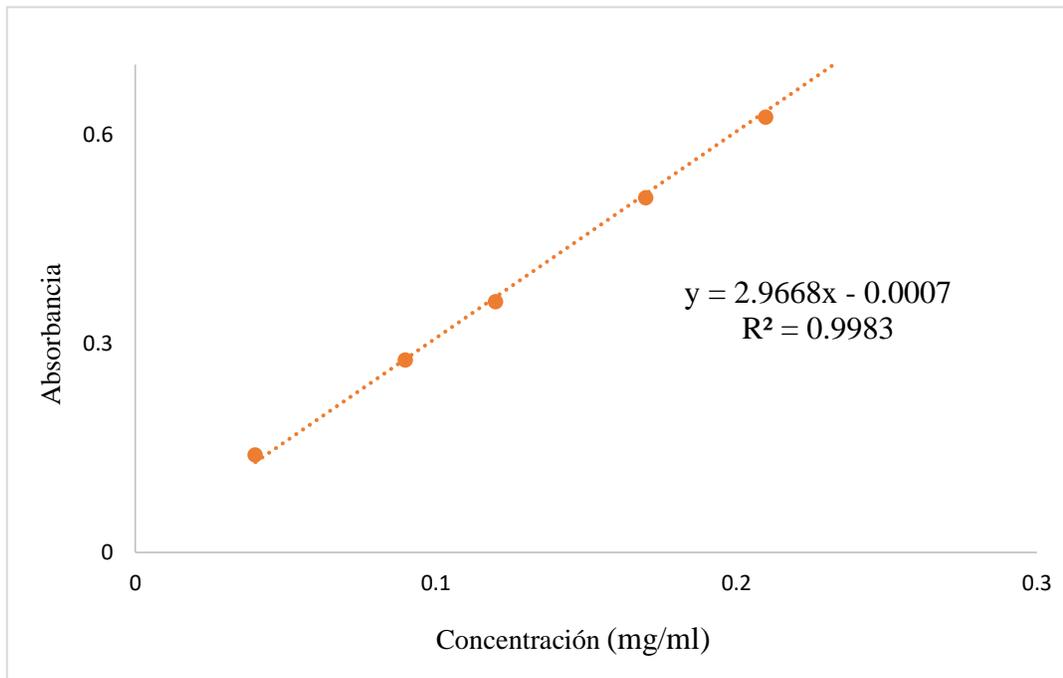


Bebida vegetal de malteado de cañihua con 96 horas

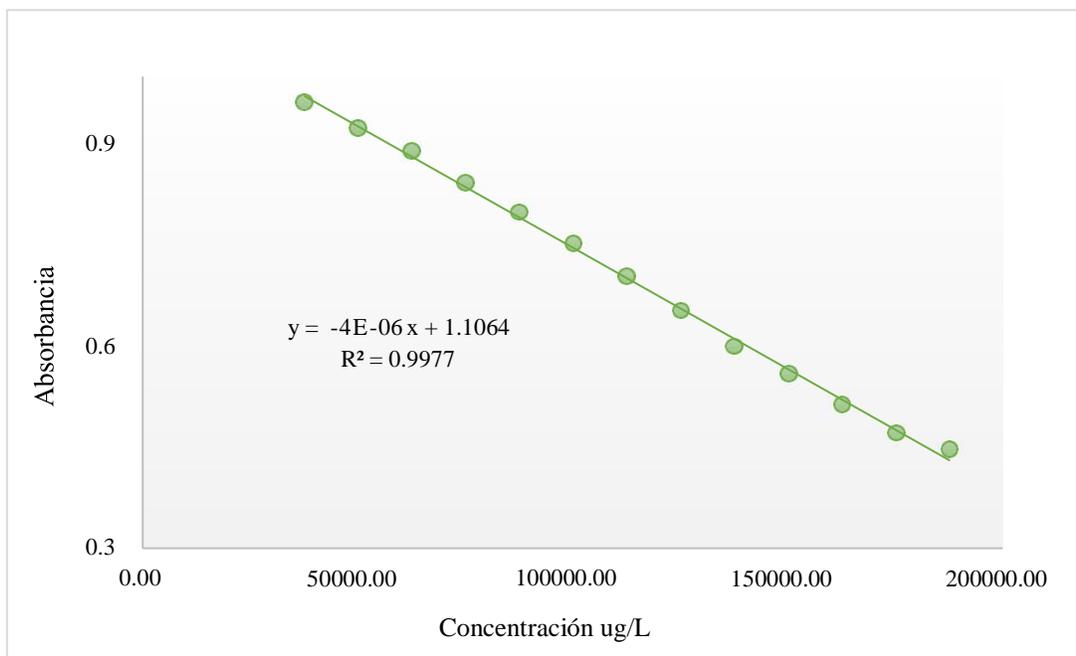


Muestra control

Anexo 7. Curva estándar de ácido gálico (mg/ml)



Anexo 8. Curva estándar de Trolox (µg/L)



Anexo 9. Análisis estadístico de las harinas germinadas y malteadas

- Análisis proximales

Tabla 19. Análisis de varianza de lípidos

Effect	DF	SS	MS	Fvalue	pvalue
Tto	6	39.1243	6.52071	315.60	0.000
Error	14	0.2893	0.02066		
Total	20	39.4135			

Tabla 20. Análisis de varianza de humedad

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	132.570	22.0951	143.66	0.000
Error	14	2.153	0.1538		
Total	20	134.724			

Tabla 21. Análisis de varianza de cenizas

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	9.6414	1.60691	116.13	0.000
Error	14	0.1937	0.01384		
Total	20	9.8352			

Tabla 22. Análisis de varianza de proteínas

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	784.437	130.740	1130.78	0.000
Error	14	1.619	0.116		
Total	20	786.056			

Tabla 23. Análisis de varianza de compuestos fenólicos

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	3201.54	533.591	5176.18	0.000
Error	14	1.44	0.103		
Total	20	3202.99			

Tabla 24. Análisis de varianza de actividad antioxidante (DPPH)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	2763597	460599	3342.49	0.000
Error	14	1929	138		
Total	20	2765526			

Anexo 10. Análisis estadístico de las harinas germinadas y malteadas

- Análisis físico

Tabla 25. Análisis de varianza de luminosidad (L*)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	747.2	124.53	4.24	0.012
Error	14	410.8	29.34		
Total	20	1158.0			

Tabla 26. Análisis de varianza de coordenada a*

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	747.2	124.53	4.24	0.000
Error	14	410.8	29.34		
Total	20	1158.0			

Tabla 27. Análisis de varianza de coordenada b*

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	665.559	110.926	582.80	0.000
Error	14	2.665	0.190		
Total	20	668.223			

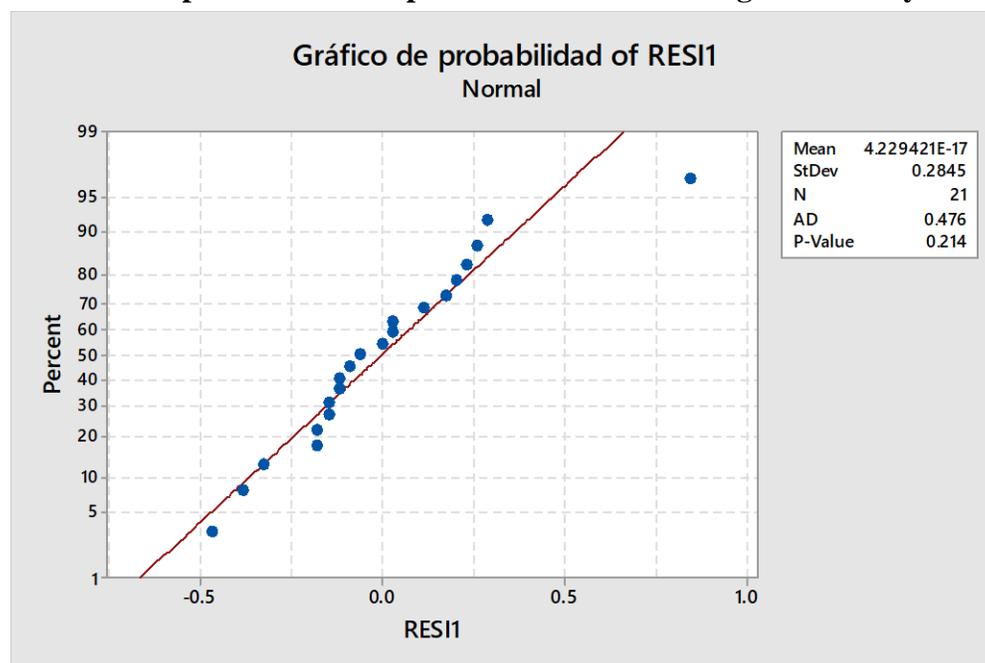
Tabla 28. Análisis de varianza de coordenada C*

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	629.630	104.938	307.29	0.000
Error	14	4.781	0.341		
Total	20	634.411			

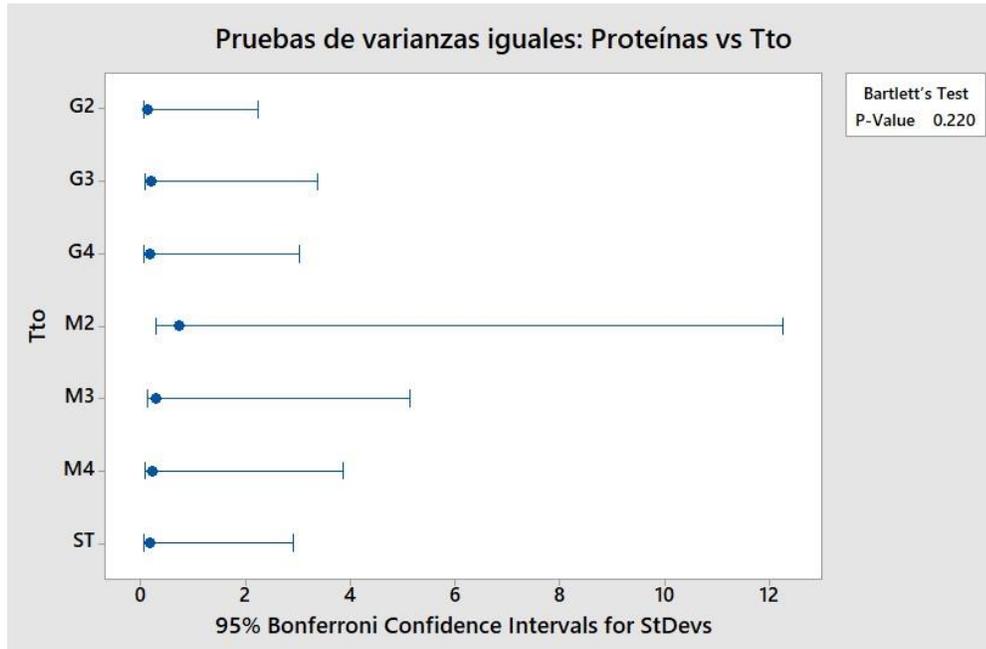
Tabla 29. Análisis de varianza de coordenada h*

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	191.08	31.8468	39.87	0.000
Error	14	11.18	0.7987		
Total	20	202.26			

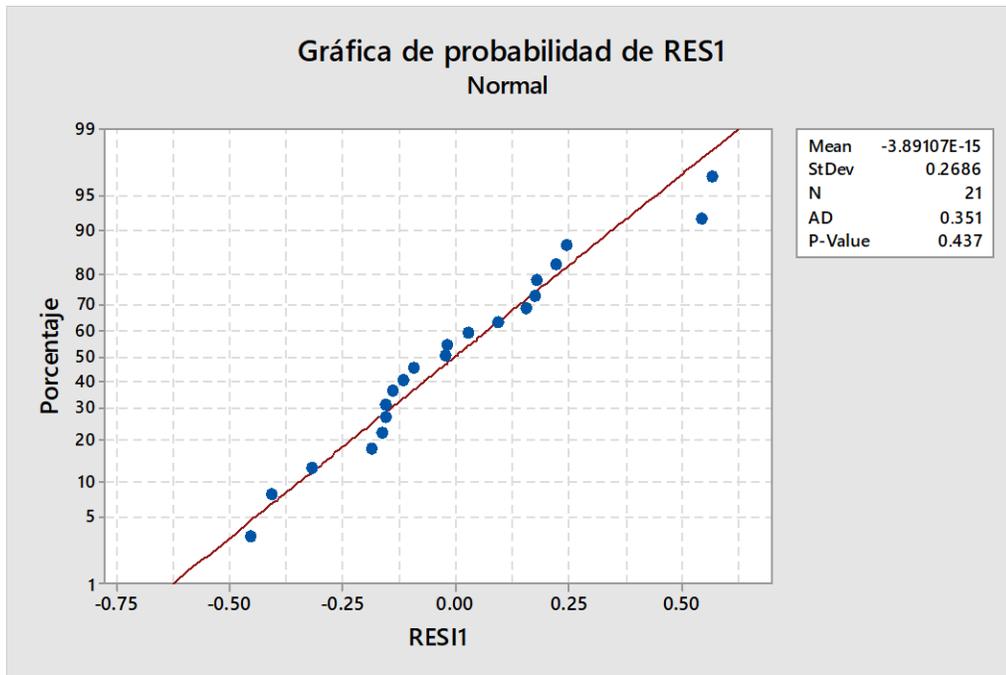
- Gráfico de probabilidad de proteínas en las harinas germinadas y malteadas



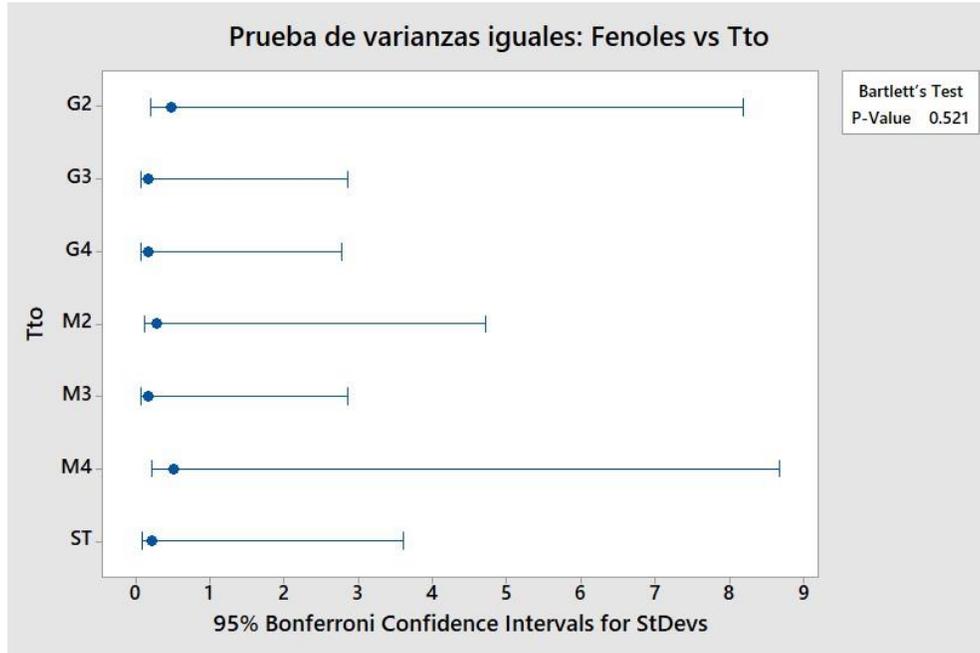
- **Homogeneidad de varianzas proteínas en las harinas germinadas y malteadas**



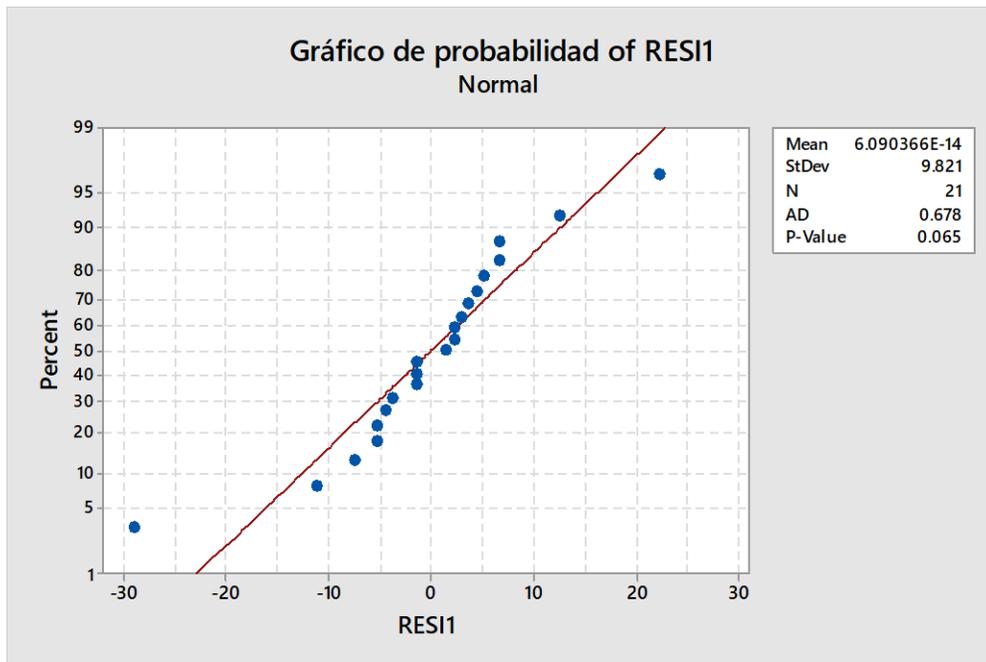
- **Gráfico de probabilidad de compuestos fenólicos en las harinas germinadas y malteadas**



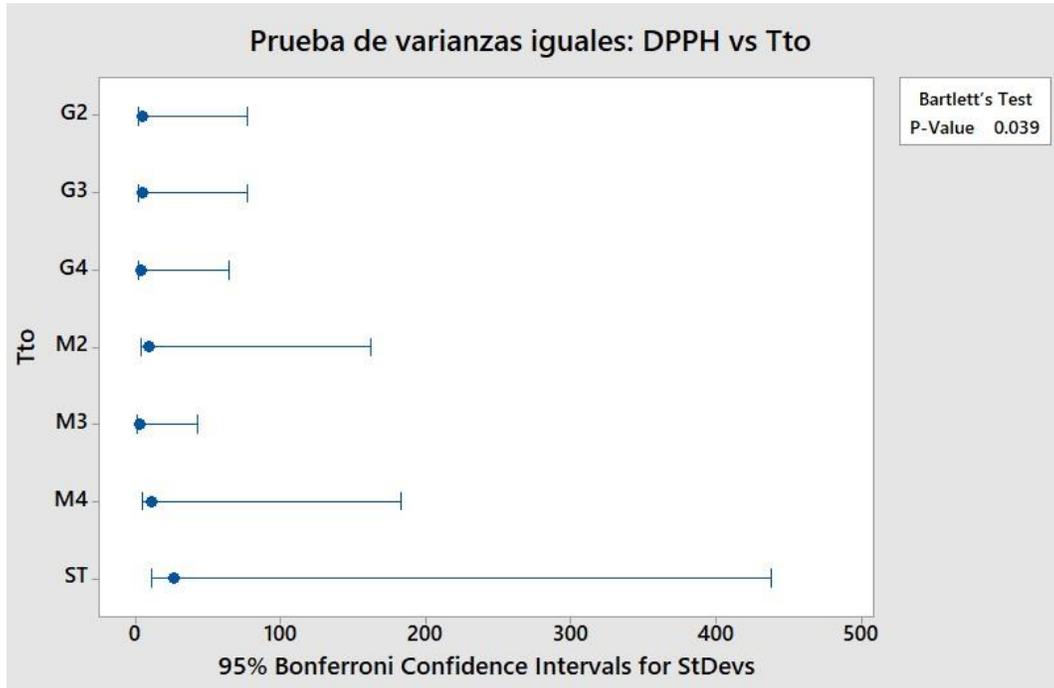
- **Homogeneidad de varianzas de compuestos fenólicos en las harinas germinadas y malteadas**



- **Gráfico de probabilidad de actividad antioxidante (DPPH) en las harinas germinadas y malteada**



- Homogeneidad de varianzas de actividad antioxidante (DPPH) en las harinas germinadas y malteadas.



Anexo 11. Análisis estadístico de las bebidas vegetales

- Análisis proximales

Tabla 30. Análisis de varianza de humedad en bebidas

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	172.751	34.5502	51.13	0.000
Error	12	8.110	0.6758		
Total	18	180.861			

Tabla 31. Análisis de varianza de cenizas en bebidas

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	0.94735	0.189470	51.13	0.000
Error	12	0.09534	0.007945		
Total	18	1.04269			

Tabla 32. Análisis de varianza de lípidos en bebidas

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	6.5509	1.31017	81.95	0.000
Error	12	0.1918	0.01599		
Total	18	6.7427			

Tabla 33. Análisis de varianza de proteínas en bebidas

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	144.404	28.8808	262.18	0.000
Error	12	1.322	0.1102		
Total	18	145.726			

Anexo 12. Análisis estadístico de los de análisis de estabilidad de las bebidas vegetales

- **Análisis fisicoquímicos**

Tabla 34. Análisis de varianza de bebidas (pH - día 0)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	7	1.07220	0.153171	140.39	0.000
Error	13	0.01418	0.001091		
Total	20	1.08638			

Tabla 35. Análisis de varianza de bebidas (pH – día 7)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	3.0754	0.51257	46.46	0.000
Error	14	0.1545	0.01103		
Total	20	3.2299			

Tabla 36. Análisis de varianza de bebidas (°Brix– día 0)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	458.630	76.4383	4115.91	0.000
Error	14	0.260	0.0185		
Total	20	458.890			

Tabla 37. Análisis de varianza de bebidas (°Brix– día 7)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	444.960	74.1600	2433.38	0.000
Error	14	0.427	0.0305		
Total	20	445.387			

Tabla 38. Análisis de varianza de bebidas (Acidez titulable – día 0)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	0.00121	0.000201	7.48	0.001
Error	14	0.00038	0.000027		
Total	20	0.00158			

Tabla 39. Análisis de varianza de bebidas (Acidez titulable – día 7)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	0.001136	0.000189	28.19	0.000
Error	14	0.000094	0.000007		
Total	20	0.001230			

- **Análisis físico (Colorimetría)**

Tabla 40. Análisis de varianza de bebidas (L* - 0 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	1467.8	244.63	13.78	0.000
Error	14	248.6	17.76		
Total	20	1716.4			

Tabla 41. Análisis de varianza de bebidas (L* - 7 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	1467.8	244.63	13.78	0.000
Error	14	248.6	17.76		
Total	20	1716.4			

Tabla 42. Análisis de varianza de bebidas (a* - 0 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	153.657	25.6094	139.41	0.000
Error	14	2.572	0.1837		
Total	20	156.228			

Tabla 43. Análisis de varianza de bebidas (a* - 7 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	148.711	24.7851	179.96	0.000
Error	14	1.928	0.1377		
Total	20	150.639			

Tabla 44. Análisis de varianza de bebidas (b* - 0 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	95.24	15.8734	17.88	0.000
Error	14	12.43	0.8876		
Total	20	107.67			

Tabla 45. Análisis de varianza de bebidas (b* - 7 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	70.976	11.8293	31.79	0.000
Error	14	5.209	0.3721		
Total	20	76.185			

Tabla 46. Análisis de varianza de bebidas (C* - 0 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	121.656	21.2761	56.49	0.000
Error	14	5.273	0.3767		
Total	20	132.930			

Tabla 47. Análisis de varianza de bebidas (C* - 7 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	138.771	23.1286	72.55	0.000
Error	14	4.463	0.3188		
Total	20	143.235			

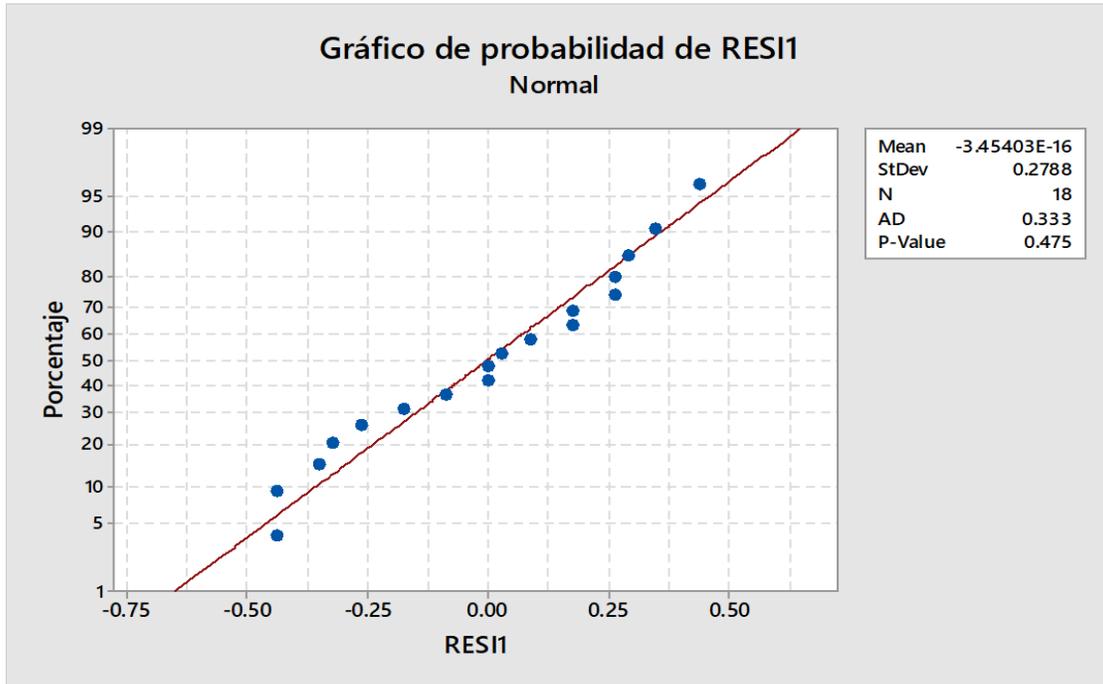
Tabla 48. Análisis de varianza de bebidas (h* - 0 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	2327.27	387.879	58.56	0.000
Error	14	92.72	6.623		
Total	20	2420.00			

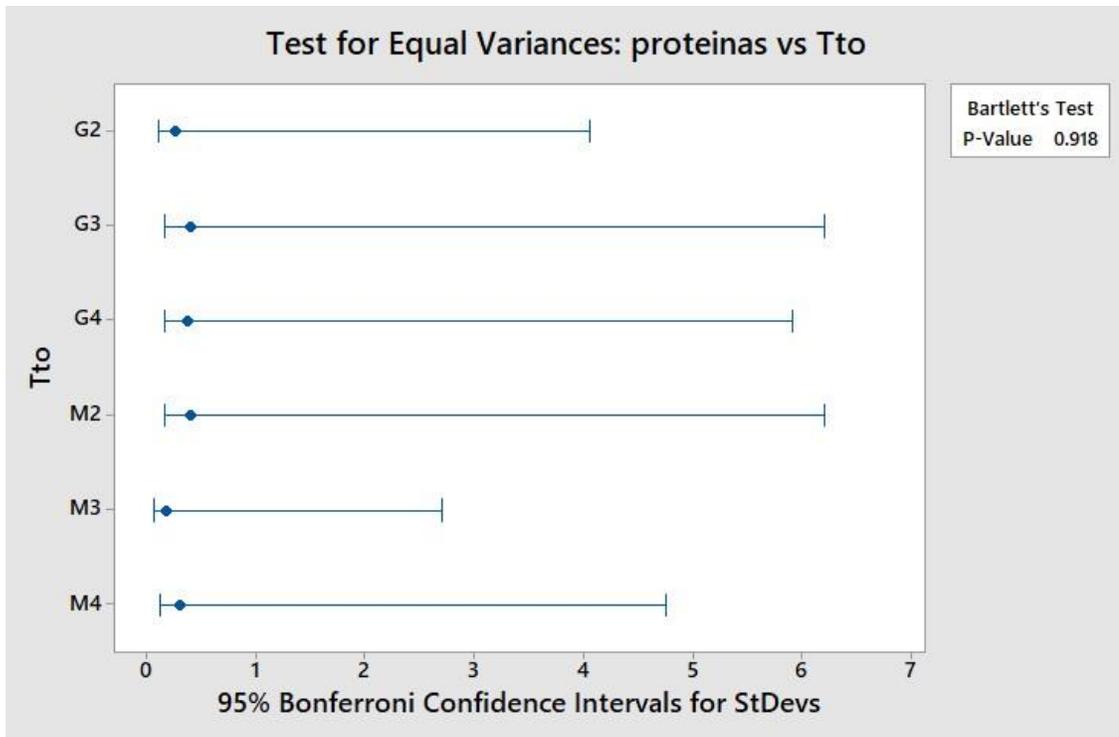
Tabla 49. Análisis de varianza de bebidas (h* - 7 días)

Effect	DF	SS	MS	F-value	p-value
Tto	6	1767.95	294.658	52.11	0.000
Error	14	79.17	5.655		
Total	20	1847.12			

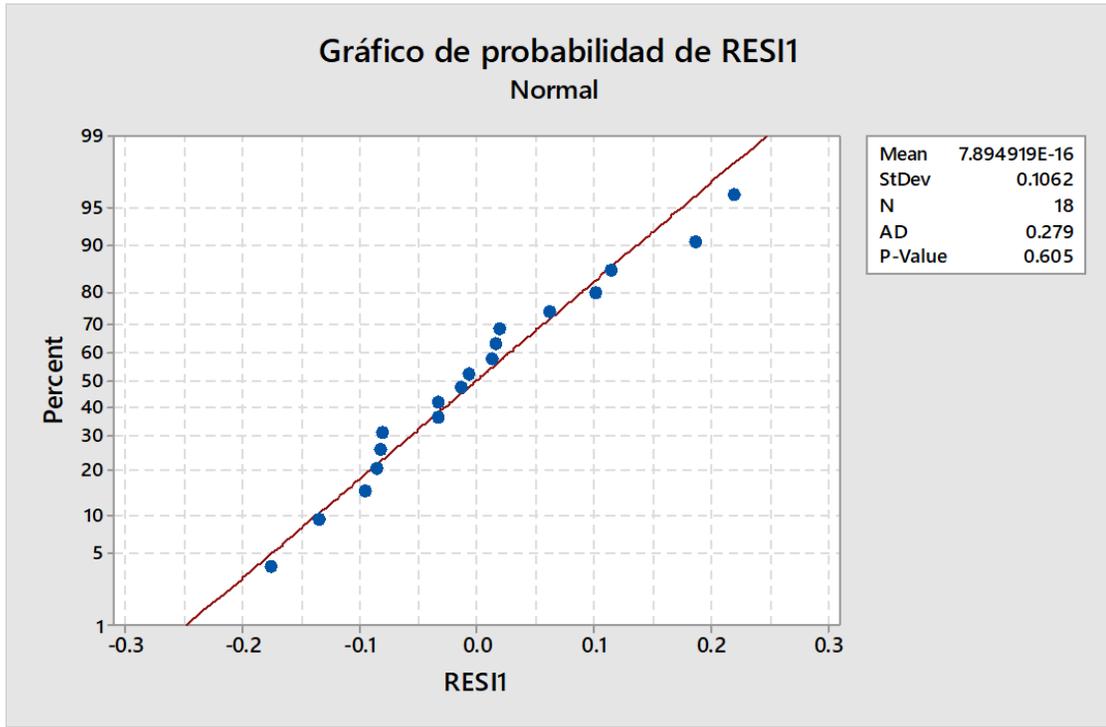
- **Gráfico de probabilidad de proteínas en las bebidas vegetales**



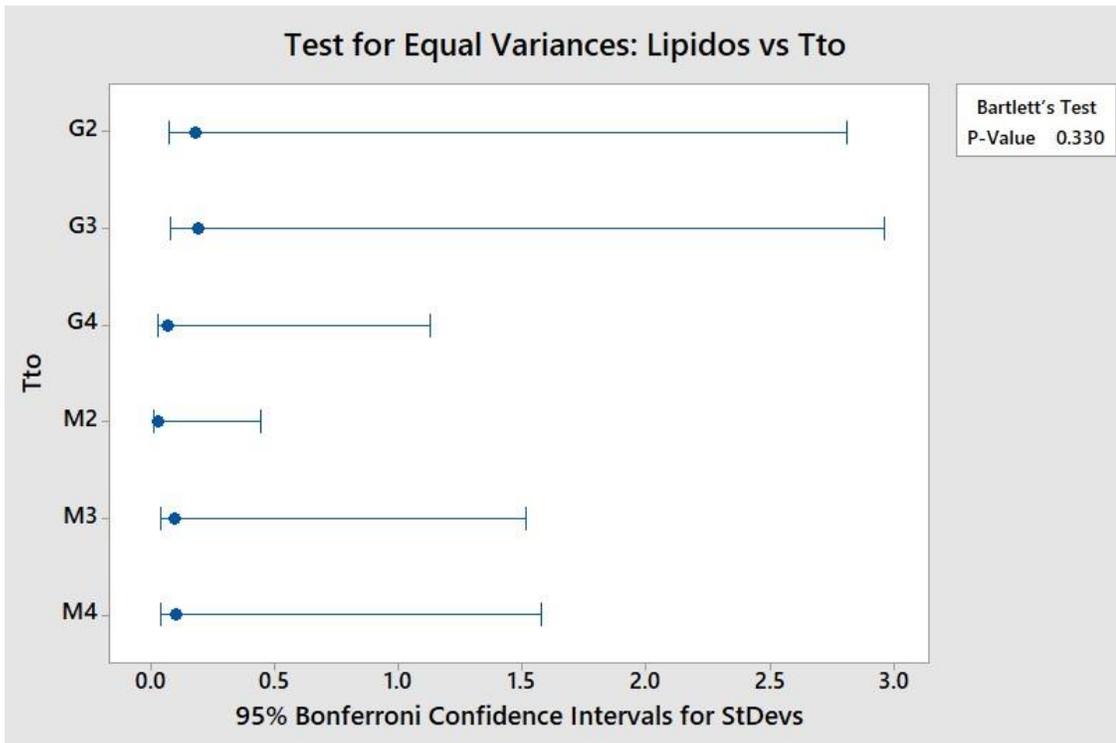
- **Homogeneidad de varianzas de proteínas en las bebidas vegetales**



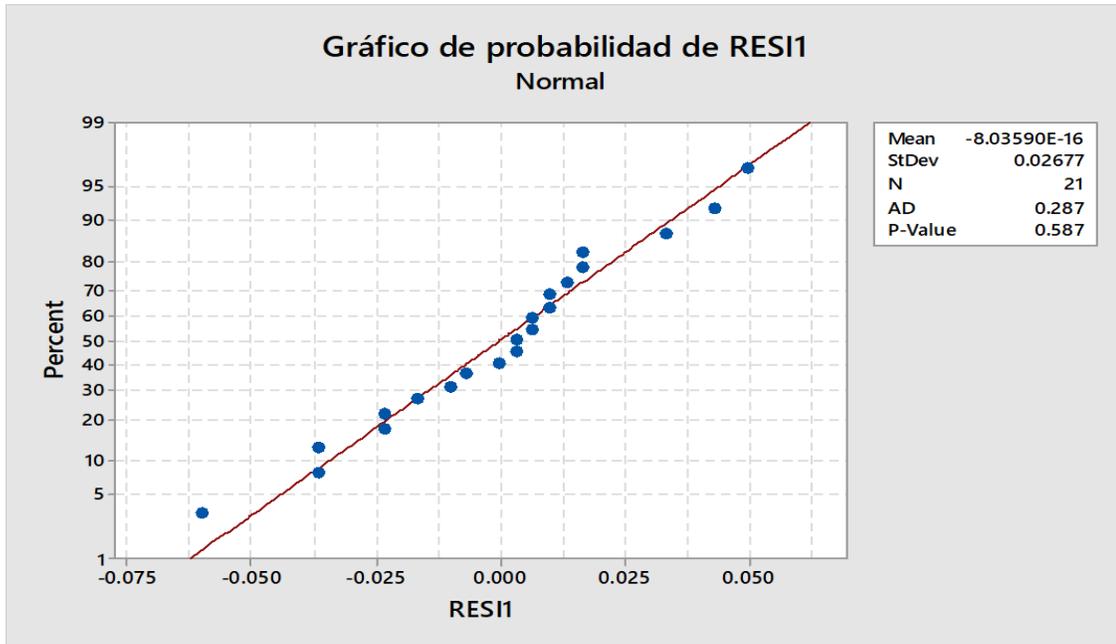
- **Gráfico de probabilidad de lípidos en las bebidas vegetales**



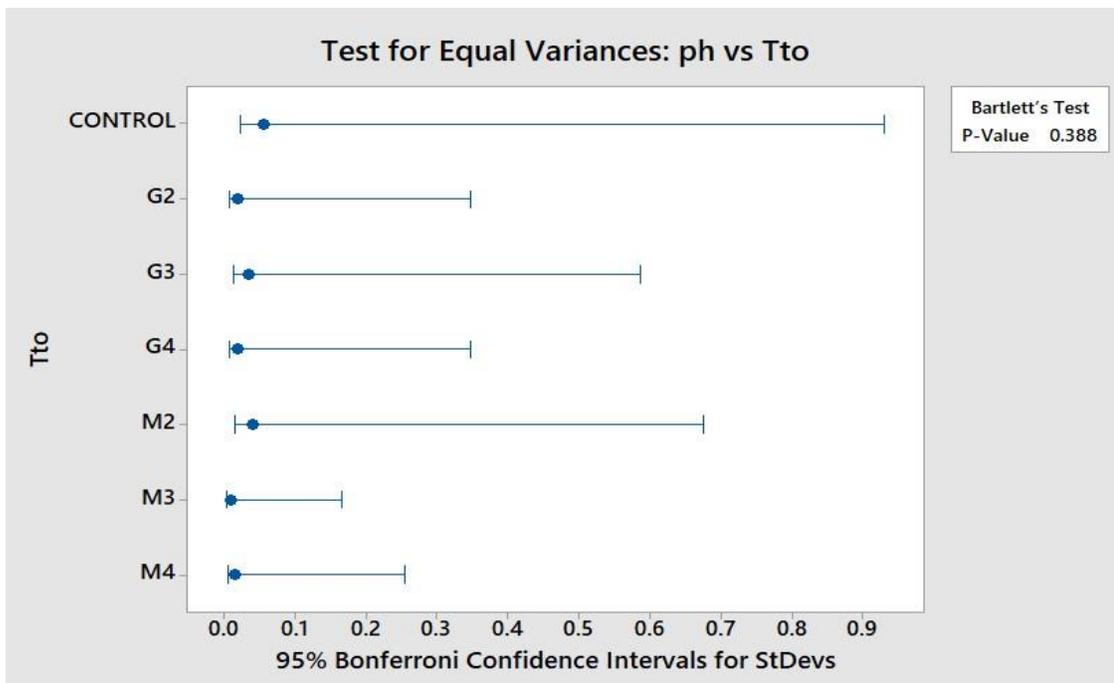
- **Homogeneidad de varianzas de lípidos en las bebidas vegetales**



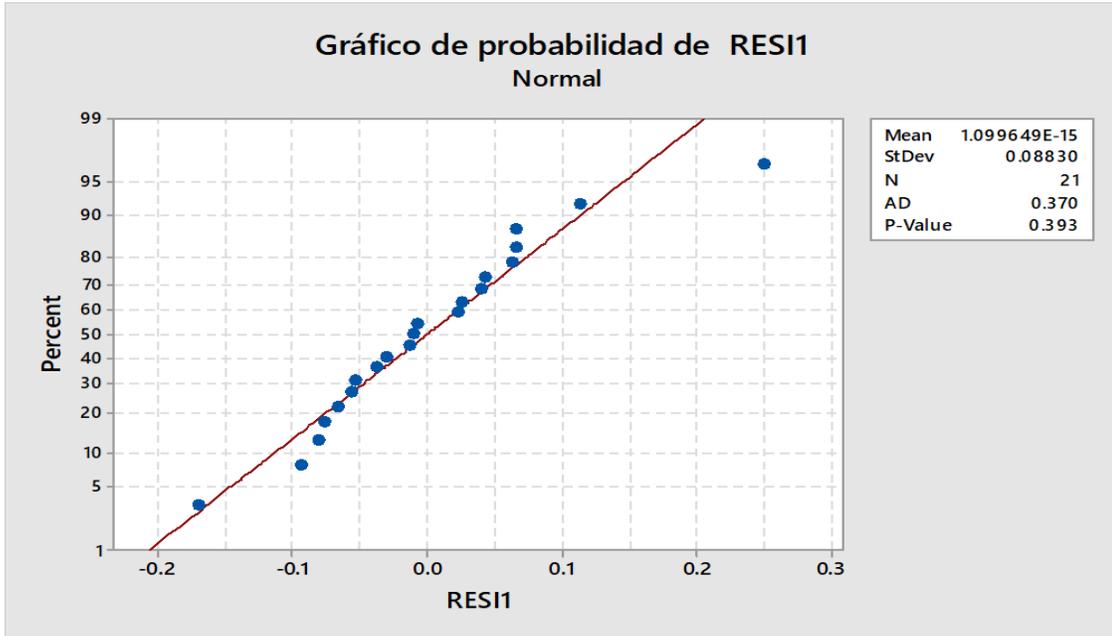
- **Gráfico de probabilidad de pH en las bebidas vegetales para 0 días de almacenamiento**



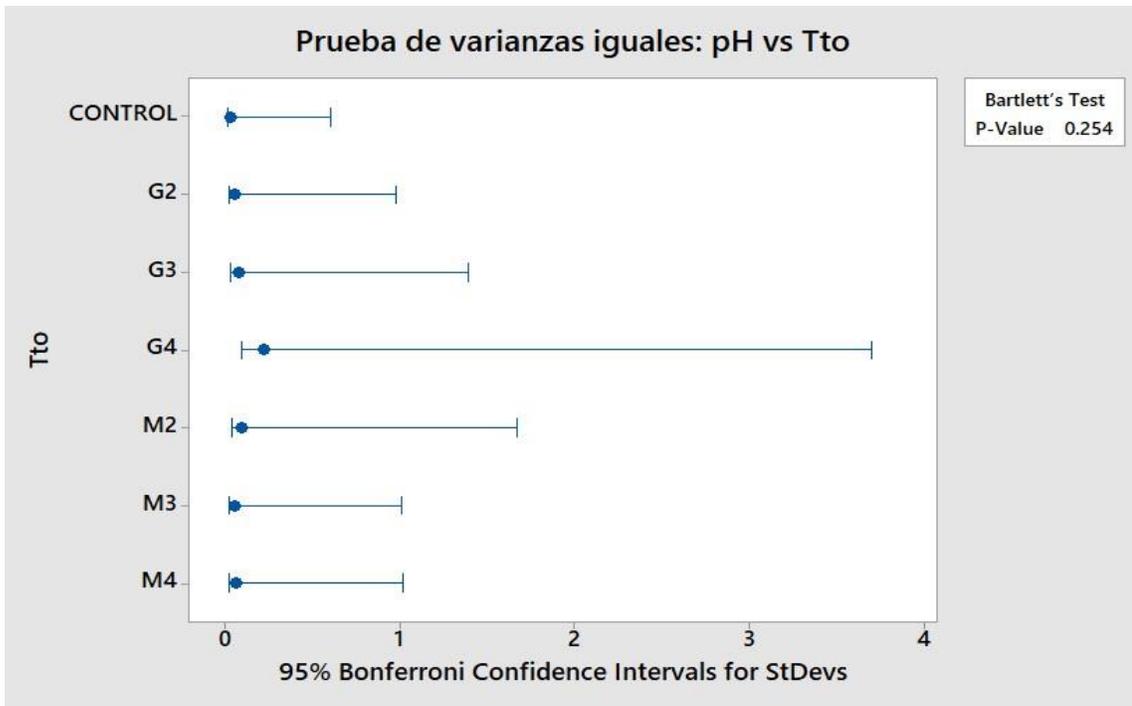
- **Homogeneidad de varianzas de pH en las bebidas vegetales para 0 días de almacenamiento**



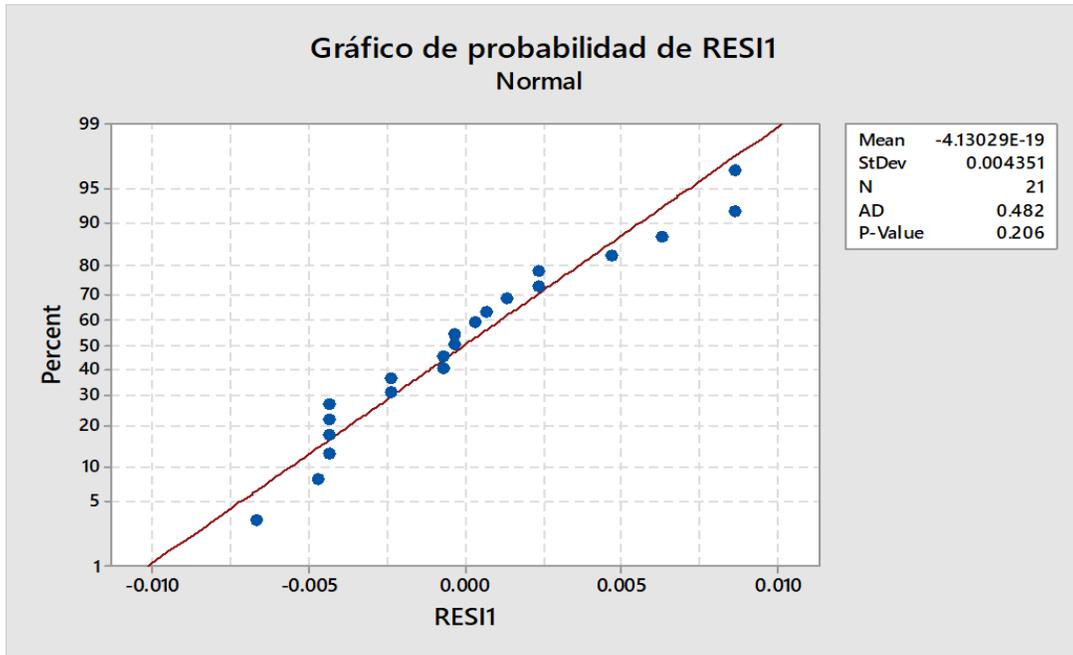
- **Gráfico de probabilidad de pH en las bebidas vegetales para 7 días de almacenamiento**



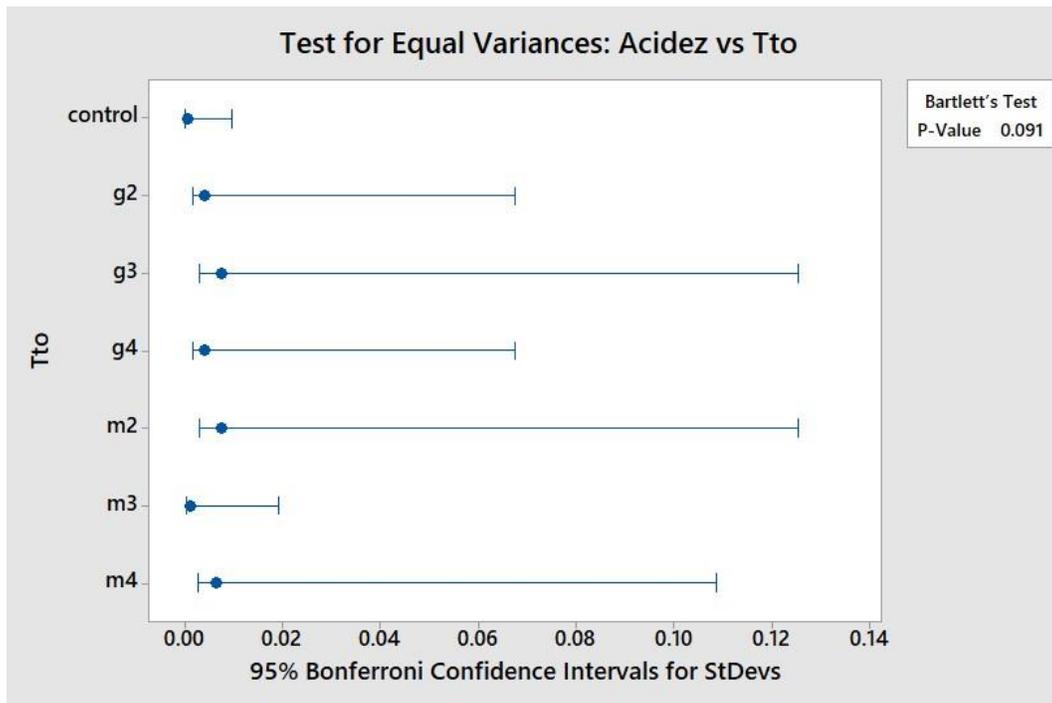
- **Homogeneidad de varianzas de pH en las bebidas vegetales para 7 días de almacenamiento**



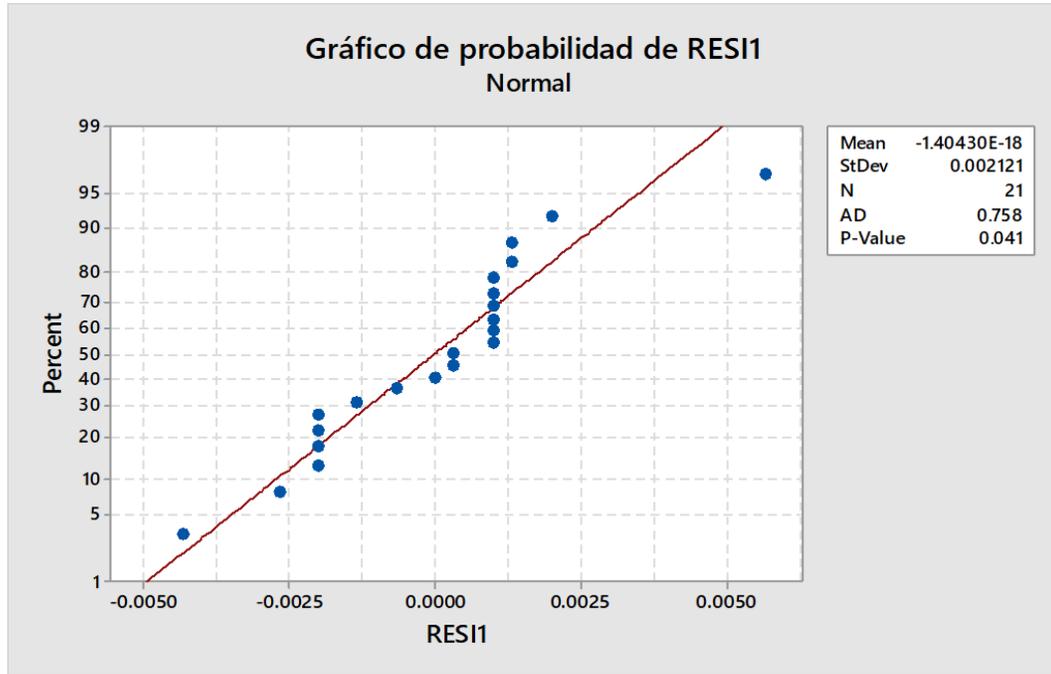
- **Gráfico de probabilidad de acidez titulable en las bebidas vegetales para 0 días de almacenamiento**



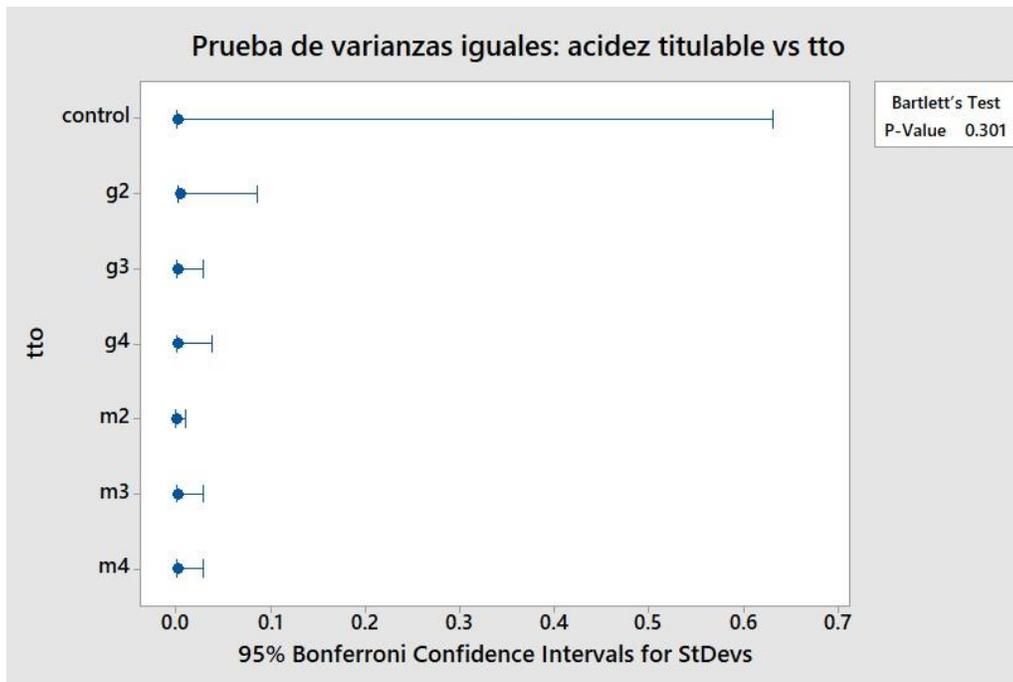
- **Homogeneidad de varianzas de acidez titulable en las bebidas vegetales para 0 días de almacenamiento**



- Gráfico de probabilidad de acidez titulable en las bebidas vegetales para 7 días de almacenamiento



- Homogeneidad de varianzas de acidez titulable en las bebidas vegetales para 7 días de almacenamiento



Anexo 13. Boleta de evaluación sensorial

BOLETA DE EVALUACIÓN

Edad: _____

Procedencia: Costa Sierra Selva

Sexo: F M

Número de muestra: _____

1. ¿Con que frecuencia usted consume bebidas vegetales? Marque con un aspa.

- Varios días a la semana Una vez al mes Pocas veces al año
 Una vez por semana Un par de veces al mes Una vez al año
 Nunca

Instrucciones:

- A continuación usted recibirá 6 muestras de bebidas, enjuáguese la boca con agua al cambiar de muestra.

Número de muestra: _____

2. Ahora, solo olfatee las muestras y califique.

2.1. Intensidad del olor

- Sin olor Débil Moderado Fuerte Muy fuerte

2.2. Gusto del olor

- Nada Ligero Moderado Favorable Muy favorable

3. ¿Cómo es la textura de la muestra? Usted puede marcar varias respuestas.

- Grumoso Líquido Suave Homogéneo Gelatinoso
 Granuloso Pegajoso

4. ¿Cuál es el color de la muestra? Usted puede marcar varias respuesta

- Amarillo claro Verde Marrón Amarillo Blanco
 Plomo Oscuro

5. Ahora, puede degustar las muestras y responder.

Califique en una escala de 1 al 5 las siguientes propiedades de sabor:

5.1. Intensidad del sabor

Ninguno Muy fuerte

5.2. Intensidad del dulzor

Ninguno Muy fuerte

5.3. Intensidad del amargor

Ninguno Muy fuerte

5.4. Preferencia

Ninguno Muy fuerte

6. Describa el sabor y olor de la muestra (Usted puede marcar varias respuestas)

- Hierbas frescas Madera Vainilla
 Hierbas secas Tierra Granos andinos
 Caramelo Soya Achocolatado

7. Por favor describa la aceptabilidad del producto

Ninguna Mucha

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

Anexo 14. Estadísticos descriptivos

Variable	Categorías	Cuentas	Frecuencias	%
Muestra	158	100	100	14.286
	283	100	100	14.286
	391	100	100	14.429
	429	100	100	14.286
	574	100	100	14.286
	646	100	100	14.286
	872	100	100	14.143