



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DE ULTRASONIDO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA BEBIDA NUTRITIVA A
PARTIR DE QUINUA MALTEADA (*Chenopodium quinoa wild*) Y
ZUMO DE NARANJA (*Citrus sinensis*) ENDULZADA CON
PANELA”**

Diana Romina Apaza Gonzales

Royer Bernardo Fuentes Vargas

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Asesor: Dra. Olivia Magaly Luque Vilca

Coasesor: Mg. Sc. Lenin Quille Quille



JULIACA - PERÚ

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“EFECTO DE ULTRASONIDO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA BEBIDA NUTRITIVA A
PARTIR DE QUINUA MALTEADA (*Chenopodium quinoa wild*) Y
ZUMO DE NARANJA (*Citrus sinensis*) ENDULZADA CON
PANELA”**

Diana Romina Apaza Gonzales

Royer Bernardo Fuentes Vargas

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Asesor: Dra. Olivia Magaly Luque Vilca

Coasesor: Mg. Sc. Lenin Quille Quille



JULIACA - PERÚ

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS
INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



**“EFECTO DEL ULTRASONIDO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA BEBIDA NUTRITIVA A
PARTIR DE QUINUA MALTEADA (*Chenopodium quinoa wild*) Y ZUMO
DE NARANJA (*Citrus sinensis*) ENDULZADA CON PANELA
(*Saccharum officinarum L.*)”**

Diana Romina Apaza Gonzales

Royer Bernardo Fuentes Vargas

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Asesora: Dra. Olivia Magaly Luque Vilca

COASESOR: Mg. Sc. Lenin Quille Quille

Juliaca, 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Apaza, D; Fuentes, R. (2023). Efecto del ultrasonido sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida nutritiva a partir de quinua malteada (*Chenopodium quinoa wild*) y zumo de naranja (*Citrus sinensis*) endulzada con panela (*Saccharum officinarum L*)

AUTOR: Diana Romina Apaza Gonzales,

Royer Bernardo Fuentes Vargas

TÍTULO: Efecto del ultrasonido sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida nutritiva a partir de quinua malteada (*Chenopodium quinoa wild*) y zumo de naranja (*Citrus sinensis*) endulzada con panela (*Saccharum officinarum L*)

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2025

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (137 pp)

NOTA: Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias - Universidad Nacional de Juliaca.

CÓDIGO: 03-000042-03/F85

NOTA: Incluye bibliografía.

ASESOR: Dra. Sc. Olivia Magaly Luque Vilca

COASESOR: Mg. Sc. Lenin Quille Quille

PALABRAS CLAVE: Germinación, malteado, panela, quinua y ultrasonido.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

“EFECTO DEL ULTRASONIDO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA BEBIDA NUTRITIVA A PARTIR DE QUINUA MALTEADA (*Chenopodium quinoa wild*) Y ZUMO DE NARANJA (*Citrus sinensis*) ENDULZADA CON PANELA (*Saccharum officinarum L.*)”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

Presentada por:

Diana Romina Apaza Gonzales
Royer Bernardo Fuentes Vargas

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Noe Benjamin Pampa Quispe

PRESIDENTE DE JURADO

Mag. Tania Jakeline Choque Rivera

JURADO (Secretario)

Mg.Sc. Jose Manuel Prieto

JURADO (Vocal)

D.Sc. Olivia Magaly Luque Vilva

ASESOR DE TESIS



2º MIEMBRO



3º MIEMBRO



M.Sc. Lenin Quille Quille

CO-ASESOR

Royer Bernardo Fuentes Vargas Tesis F-F.pdf

 Universidad Nacional de Juliaca

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:502073579

135 páginas

Fecha de entrega

22 sep 2025, 2:52 p.m. GMT-5

29.108 palabras

Fecha de descarga

22 sep 2025, 2:54 p.m. GMT-5

149.352 caracteres

Nombre del archivo

Royer Bernardo Fuentes Vargas Tesis F-F.pdf

Tamaño del archivo

3.2 MB




14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

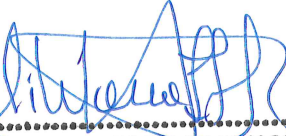
Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
Facultad de Ingeniería de Procesos Industriales
Unidad de Investigación

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada, en primer lugar, a Dios, mi roca eterna, por acompañarme en cada paso de este camino académico y darme la fortaleza necesaria para perseverar. A mi madre, Claver Gonzales Quispe, por su amor incondicional y constante apoyo durante todo este proceso; gracias a ella he podido alcanzar este objetivo tan significativo para mi formación profesional. A mi hijo, quien es mi mayor inspiración y la razón que me impulsa a seguir adelante cada día. A mis hermanos, por sus palabras de aliento y su respaldo incondicional en los momentos más desafiantes. Y a mis amigos y compañeros de trabajo, quienes, de diversas maneras, contribuyeron y me brindaron su apoyo para hacer posible esta investigación.

Diana Apaza

Agradezco profundamente a Dios por su infinita sabiduría, por fortalecerme cada día y por ayudarme a crecer en cada situación difícil que se presentó en este camino. A mi madre, Hermelinda Vargas Condori, por su amor incondicional, por estar siempre a mi lado y brindarme su apoyo constante, siendo un pilar fundamental para alcanzar este objetivo tan importante en mi formación académica. A mis hermanos, por su comprensión, aliento y apoyo inquebrantable. Y a nuestros amigos y compañeros de trabajo, quienes confiaron en nosotros y nos ofrecieron su respaldo de manera desinteresada, haciendo posible el desarrollo de esta investigación.

Royer Fuentes

AGRADECIMIENTO

A nuestra alma máter, la Universidad Nacional de Juliaca, a la Facultad de Ingeniería de Procesos Industriales y a la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, expresamos nuestro sincero agradecimiento por haber sido parte fundamental en nuestra formación profesional. Reconocemos y valoramos el compromiso de los docentes y del personal administrativo, cuyo apoyo y conocimientos han sido esenciales a lo largo de estos años de estudio.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestra asesora, la Dra. Sc. Olivia Magaly Luque Vilca, por su valioso tiempo y dedicación. Su experiencia, conocimiento y constante motivación fueron fundamentales para llevar a cabo y concretar esta tesis.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al M.Sc. Lenin Quille Quille, nuestro co-asesor, por su constante dedicación, sus valiosos aportes y la confianza depositada en nosotros a lo largo de todo el proceso de investigación.

A nuestros jurados, D.Sc. Noe Benjamín Pampa Quispe, Mg. Tania Jakeline Choque Rivera y Mg.Sc. José Manuel Prieto, por sus valiosas observaciones y recomendaciones, las cuales contribuyeron significativamente a una mejor ejecución y al excelente desarrollo de esta tesis.

A los profesionales responsables de los laboratorios, Vet. Eliana, Ing. Rolando e Ing. Jimi, por su disposición, apoyo y por facilitarnos el uso de los espacios e instalaciones durante el desarrollo de nuestra investigación.

Nuestro profundo agradecimiento a nuestras familias y a todas aquellas personas que nos brindaron su ayuda, motivación y respaldo incondicional para la culminación de este proyecto de investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1.1. PREGUNTA GENERAL.....	5
1.1.2. PREGUNTAS ESPECIFICAS	5
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	8
1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	8
1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES	9
2.2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.2.1. Quinoa (Chenopodium quinoa willd).....	14
2.2.2. Quinoa malteada.....	16

2.2.3. Cambios durante el malteado	17
2.2.4. Cítricos	18
2.2.5. Naranja	18
2.2.6. Naranja valenciana	19
2.2.7. Panela	20
2.2.8. Producción en el Perú de panela	22
2.2.9. Pasteurización	23
2.2.10. Ultrasonido	23
2.2.11. Parámetros de ultrasonidos	24
2.2.12. Bebida nutritiva	25
2.2.13. Proteína	26
2.2.14. Vitamina C	26
2.2.15. Reología de suspensiones	27
2.2.16. Viscosidad de sedimentación.....	27

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	28
3.2. POBLACION MUESTRA	28
3.3. MATERIALES	28
3.3.1. Materia prima	28
3.3.2. Insumos.....	28
3.3.3. Materiales	28
3.3.4. Materiales de laboratorio	29
3.3.5. Equipo de laboratorio	29

3.3.6. Reactivos	30
3.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES	30
3.5. MÉTODOS.....	31
3.5.1. Diagrama experimental.....	31
3.5.2. Pruebas preliminares.....	32
3.6. METODOLOGÍA POR OBJETIVOS	32
3.6.1. Objetivo específico (1).....	32
3.6.2. Objetivo específico (2).....	36
3.6.3. Objetivo específico (3).....	41
3.6.4. Objetivo específico (4).....	43
3.6.5. Objetivo específico (5).....	45

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Efecto del tiempo de hidratación, temperatura de hidratación y tiempo de germinación sobre el contenido de proteína de la quinua malteada	46
4.2. Efecto de la adición de la quinua malteada y zumo de naranja sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida nutritiva endulzada con panela.	49
4.3. Determinación de los parámetros óptimos de la aplicación del ultrasonido en función de las características fisicoquímicas en la bebida nutritiva.....	51
4.4. Evaluación de la aceptabilidad sensorial de las bebidas con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix) después de la aplicación del ultrasonido	61
4.5. Determinación de las características microbiológicas (coliformes totales, mohos y levaduras) de la bebida nutritiva	62

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	64
5.2. RECOMENDACIONES	65
BIBLIOGRAFÍA.....	66
ANEXOS.....	74

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Composición nutricional de diferentes variedades de quinua: INIA Salcedo, Pasankalla Roja y Negra Collana antes y después del malteado.	16
Tabla 2:	Perú: Producción de naranja por regiones, enero-abril 2021/2022 (Toneladas).	20
Tabla 3:	Composición proximal de la panela (azúcar de caña no centrifugado).	21
Tabla 4:	Contenido de minerales de la panela (azúcar de caña no centrifugado).	21
Tabla 5:	Contenido de vitaminas de la panela (azúcar de caña no centrifugado).	21
Tabla 6:	Comparación de la panela con respecto al azúcar blanca.	22
Tabla 7:	Contenido mínimo de sólidos solubles (grados brix) para jugos, purés y bebidas de fruta.	26
Tabla 8:	Definición de variables.	30
Tabla 9:	Matriz del Experimento Factorial.	35
Tabla 10:	Matriz del Diseño Completamente al Azar.	39
Tabla 11:	Matriz del Diseño de Bloques Completamente al Azar.	40
Tabla 12:	Formulación de la bebida nutritiva.	41
Tabla 13:	Matriz del Diseño Central Compuesto para 40 kHz y 60 kHz.	43
Tabla 14:	Matriz del Diseño de Bloques Completamente al Azar.	44
Tabla 15:	Contenido de proteína de la quinua sin germinar y germinada.	46
Tabla 16:	Contenido de proteína y vitamina C para cada una de las formulaciones.	49
Tabla 17:	Resultados de la vitamina C, pH y °Brix antes del proceso de ultrasonido.	51
Tabla 18:	Resultados de la vitamina C, pH y °Brix respecto al tiempo y temperatura en la aplicación de ultrasonido a 40kHz.	52

Tabla 19: Resultados de la vitamina C, pH y °Brix respecto al tiempo y temperatura en el proceso de ultrasonido a 60kHz.....	56
Tabla 20: Resultados de Coliformes Totales en las muestras de ultrasonido y prueba patrón.....	62
Tabla 21: Resultados de E.Coli en las muestras de ultrasonido y prueba patrón.....	62
Tabla 22: Resultados de Mohos y levaduras en la muestra de ultrasonido y prueba patrón.....	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema experimental empleado en la elaboración de una bebida a base de quinua malteada y zumo de naranja endulzado con panela tratado por ultrasonido	31
Figura 2: Diagrama de Flujo de la Producción de Harina de quinua malteada.....	33
Figura 3: Flujograma de elaboración de la bebida nutritiva.....	37
Figura 4: Aplicación de ultrasonido	42
Figura 5: Contenido de proteína para cada tratamiento.	47
Figura 6: (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de vitamina C respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 40kHz de frecuencia.	53
Figura 7: (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de pH respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 40kHz de frecuencia.....	54
Figura 8: (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de los °Brix respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 40kHz de frecuencia.	55
Figura 9: (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de vitamina C respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 60kHz de frecuencia.	57
Figura 10: (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de pH respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 60kHz de frecuencia.....	58

Figura 11. (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de los °Brix respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 60kHz de frecuencia. 59

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1:	Formato de evaluación sensorial.....	74
ANEXO 2:	Requisitos microbiológicos para jugos, néctares y bebidas de frutas (NTP, 2009).	75
ANEXO 3:	Contenido mínimo de sólidos solubles (grados brix) para jugos, purés y bebidas de fruta (NTP, 2009).	75
ANEXO 4:	Análisis químicos.....	77
ANEXO 5:	Análisis microbiológicos	81
ANEXO 6:	Evaluación sensorial	82
ANEXO 7:	Panel fotográfico de la ejecución del proyecto de tesis	82
ANEXO 8:	Cuadro de Análisis de varianza del contenido de proteína después del proceso de germinación.	87
ANEXO 9:	Cuadro de prueba de comparación múltiple de Tukey sobre el contenido de proteína después del proceso de germinación.	88
ANEXO 10:	Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey para el contenido de proteína de las diferentes formulaciones.....	88
ANEXO 11:	Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey para el contenido de vitamina C de las diferentes formulaciones.....	89
ANEXO 12:	Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al sabor.....	89
ANEXO 13:	Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al color	90

ANEXO 14: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al olor	90
ANEXO 15: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto a la textura	91
ANEXO 16: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto a la apariencia general	91
ANEXO 17: Cuadro de Análisis de varianza para la vitamina C en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.....	92
ANEXO 18: Cuadro de parámetros óptimos para la vitamina C en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.....	92
ANEXO 19: Cuadro de Análisis de varianza para el pH en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.	93
ANEXO 20: Cuadro de parámetros óptimos para el pH en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.	93
ANEXO 21: Cuadro de Análisis de varianza para los °Brix en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.	94
ANEXO 22: Cuadro de parámetros óptimos para el °Brix en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.	94
ANEXO 23: Cuadro de Análisis de varianza para la vitamina C en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.....	95
ANEXO 24: Cuadro de parámetros óptimos para la vitamina C en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.....	95
ANEXO 25: Cuadro de Análisis de varianza para el pH en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.	96

ANEXO 26: Cuadro de parámetros óptimos para el pH en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.	96
ANEXO 27: Cuadro de Análisis de varianza para los °Brix en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.	97
ANEXO 28: Cuadro de parámetros óptimos para los °Brix en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.	97
ANEXO 29: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al sabor.....	98
ANEXO 30: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al color	98
ANEXO 31: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al olor.....	99
ANEXO 32: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto a la textura	99
ANEXO 33: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto a la apariencia general	100
ANEXO 34: Resultados del análisis sensorial de la bebida nutritiva para determinar la aceptabilidad de las diferentes formulaciones.	100
ANEXO 35: Resultados del análisis sensorial de la bebida nutritiva para determinar la aceptabilidad después del ultrasonido.	108
ANEXO 36: Resultados del análisis de proteína y vitamina C después del ultrasonido.....	111

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del ultrasonido sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida nutritiva de quinua malteada y zumo de naranja endulzada con panela. En una primera etapa se determinó el efecto del tiempo de hidratación y germinación y temperatura de hidratación, mediante diseño factorial 2Ax2Bx3C. Posteriormente se evaluó el efecto de la adición de quinua malteada y zumo de naranja en proporciones (30%:70%), (40%:60%) y (50%:50%), en función a sus características fisicoquímicas (proteína y vitamina C) y la aceptabilidad sensorial se evaluó por prueba hedónica. En la determinación de parámetros óptimos se aplicó el ultrasonido con dos frecuencias 40kHz;60kHz, t:10min;30min y T:25°C; 35°C, seleccionando el tratamiento con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix) y luego se evaluó la aceptabilidad sensorial y el análisis de los datos mediante el DBCA. Finalmente, se determinó las características microbiológicas (coliformes totales, mohos y levaduras) según la NTP. Los resultados mostraron que el tiempo de hidratación no tuvo un efecto significativo sobre el contenido de proteína, teniendo mejores resultados a 15°C por 2 días de germinación obteniendo 14.52% de proteína. La formulación 40%/60% tiene 1.08 g/100ml de proteína y 0.88mg/ml de vitamina C presento mayor aceptabilidad. El tratamiento óptimo de ultrasonidos para mayor contenido de vitamina C fue a 60kHz, t:30min, T:35°C teniendo 0.93mg/ml de vitamina C. El ultrasonido mejoro los parámetros sensoriales (olor y textura), también hubo Coliformes totales de 23NMP, E.Coli con un total de 3NMP y mohos y levaduras de 112UFC. Se concluye que se obtuvo una bebida nutritiva con 1.08g/100ml de proteína, el ultrasonido favoreció a la estabilidad del contenido de vitamina C con 0.93mg/ml y con la aceptabilidad sensorial de la bebida, pero no redujo totalmente la carga microbiológica.

Palabras claves: Germinación, malteado, panela, quinua y ultrasonido

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of ultrasound on the physicochemical and sensory characteristics of a nutritious beverage made from malted quinoa and orange juice sweetened with panela. In the first stage, the effect of hydration and germination time and hydration temperature were determined using a 2Ax2Bx3C factorial design. Subsequently, the effect of adding malted quinoa and orange juice in proportions (30%:70%), (40%:60%) and (50%:50%) was evaluated, depending on their physicochemical characteristics (protein and vitamin C). Sensory acceptability was assessed by a hedonic test. In the determination of optimal parameters, ultrasound was applied with two frequencies 40kHz; 60kHz, t: 10min; 30min and T: 25 ° C; 35 ° C, selecting the treatment with the best physicochemical characteristics (vitamin C, pH and ° Brix) and then the sensory acceptability and data analysis were evaluated using the DBCA. Finally, the microbiological characteristics (total coliforms, molds and yeasts) were determined according to the NTP. The results showed that the hydration time had no significant effect on the protein content, having better results at 15 ° C for 2 days of germination obtaining 14.52% protein. The 40%/60% formulation has 1.08 g/100ml of protein and 0.88 mg/ml of vitamin C and was found to be more acceptable. The optimal ultrasound treatment for higher vitamin C content was at 60 kHz, t: 30 min, T: 35 ° C, with 0.93 mg/ml of vitamin C. The ultrasound improved the sensory parameters (smell and texture), and there were also total coliforms of 23 NMP, E. coli with a total of 3 NMP, and molds and yeasts of 112 CFU. It is concluded that a nutritious beverage with 1.08 g/100ml of protein was obtained. The ultrasound favored the stability of the vitamin C content with 0.93 mg/ml and the sensory acceptability of the beverage but did not completely reduce the microbiological load.

Key words: Germination, malting, panela, quinoa and ultrasound.

INTRODUCCIÓN

La desnutrición constituye uno de los retos más significativos para la salud pública a escala global. Generalmente es provocada por una alimentación deficiente en calidad, lo que puede derivar en enfermedades como la anemia (FAO et al., 2020; Guldan, 2020; Sánchez, 2012). La malnutrición es una alteración fisiológica anormal que se produce cuando hay una ingesta insuficiente, desequilibrada o excesiva de macronutrientes o micronutrientes. Este concepto incluye tanto la desnutrición, que puede provocar retraso en el desarrollo, pérdida de peso y carencias de vitaminas y minerales, como el sobrepeso y la obesidad. En los países con altos niveles de pobreza, el acceso a dietas saludables es limitado, lo que se asocia directamente con el hambre, la desnutrición crónica y la anemia (ONU, 2022; OPS, 2023).

En el periodo del 2019 a 2021 el porcentaje de anemia en niños menores a 3 años tuvo un aumento de 0.6% en la región Puno, a pesar de ser mínimo este aumento, este departamento sigue siendo uno de los departamentos con mayor prevalencia de anemia en el Perú, en cuanto a la anemia de niños menores de 5 años, para el primer semestre del 2022 la proporción de anemia alcanzo un 24.6%, así mismo Puno presenta una proporción de anemia de 33.0% siendo esta mayor que el promedio nacional (IPE, 2022; SIEN & HIS, 2022).

La quinua es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que cuenta un equilibrio suficiente de proteínas, carbohidratos y minerales, necesarios para la vida humana (Glaciano, 2013). El consumo de productos germinados está aumentando debido a los estudios sobre sus ventajas y beneficios para la salud, durante la germinación se producen cambios en la composición de las semillas ya que las reservas de carbohidratos, lípidos y proteínas se utilizan para el desarrollo del eje embrionario, conduciendo a una mejor digestibilidad de las proteínas de la quinua (Chaparro et al., 2010a; Moongngarm & Saetung, 2010). El consumo de zumo de naranja se ha relacionado con beneficios para la salud, como el control del colesterol de baja densidad y la hipertensión arterial (Hornero et al., 2018). La producción de naranja en el Perú fue de 143 654 toneladas, de las cuales la región Puno tuvo una producción de 105 toneladas en abril de 2022 (MIDAGRI, 2022). Según INEI, (2008) el consumo del néctar de frutas en el Perú es de 2,4 litros per cápita, inferior a los 27,3 litros de gaseosa. Por sus beneficios nutricionales y medicinales la panela es una alternativa saludable al azúcar refinada y edulcorantes naturales

(Jaffé, 2012; M. Ruiz et al., 2018, p. 29). El ultrasonido es una alternativa a la pasteurización que ayuda a minimizar el tiempo de procesamiento, maximizar la calidad y garantizar la seguridad alimentaria (Paniwnyk, 2017).

Debido a la desnutrición, diversas enfermedades que enfrentamos hoy en día y el consumo de alimentos poco nutritivos, se pretende aprovechar los componentes nutricionales de la quinua, naranja y panela, las ventajas de la tecnología de ultrasonido, para desarrollar una bebida con alto valor nutricional y su consumo ayudara a disminuir los problemas de desnutrición, Así mismo incentivar el incremento de la producción de naranja y quinua como materias primas en la región Puno y promover el consumo de productos naturales.

El propósito general de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación ultrasonido sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de la bebida nutritiva a partir de quinua malteada y zumo de naranja endulzada con panela, A partir de este objetivo principal, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el efecto del tiempo de hidratación, temperatura de hidratación y tiempo de germinación sobre el contenido de proteína de la quinua malteada.
- Determinar el efecto de la adición de la quinua malteada y zumo de naranja sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida nutritiva endulzado con panela.
- Determinar los parámetros óptimos de la aplicación del ultrasonido en función de las características fisicoquímicas en la bebida nutritiva.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial de las bebidas nutritivas con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix) después de la aplicación del ultrasonido.
- Determinar las características microbiológicas (coliformes totales, mohos y levaduras) a temperatura ambiente de la bebida nutritiva.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La desnutrición es una problemática de salud pública compleja y socioeconómico, a menudo acompañado de una carga de enfermedad. diversas formas de malnutrición afectan a casi todos los países independientemente de la situación económica, la ubicación geográfica, el nivel de seguridad alimentaria y el crecimiento de la población, estas cosas afectan el estado nutricional de las personas y de un país (Guldan, 2020)

El hambre y la desnutrición afectan a miles de millones de personas en todo el mundo, aunque existen niveles récord de producción de alimentos, son más comunes entre las personas que viven en países en desarrollo (Perez-Escamilla et al., 2018), tradicionalmente considerado equivalente a la falta de alimentos, ahora se sabe que esto también puede deberse a una dieta de baja calidad. La necesidad del cuerpo humano de nutrientes esenciales puede satisfacerse mediante una dieta de alta calidad compuesta por alimentos ricos en nutrientes (FAO et al., 2020).

La desnutrición conduce al retraso del crecimiento y a su vez un cerebro subdesarrollado, lo que tiene consecuencias a largo plazo como la anemia, habilidades mentales y aprendizaje deficiente (WHA, 2014), la desnutrición crónica en los niños es uno de los principales problemas de salud pública en el Perú, afectando al 19,5% de los niños menores de cinco años. En dieciséis departamentos del país la tasa es superior al promedio nacional, mientras que, en siete departamentos la prevalencia supera el 30% (Sánchez, 2012).

Debido a los problemas que se presentan también es necesario prestar atención a los factores que pueden incidir positiva y negativamente en la superación de estos problemas, uno de los cuales es la absorción del hierro, el cual contiene compuestos como el ácido clorhídrico, ácido

ascórbico y aminoácidos como la cisteína, que ayudan a estabilizar el Fe II y compuestos como fitatos, taninos, oxalatos y nutrientes inorgánicos como el calcio y el aluminio que inhiben su absorción. El fitato puede reducir la absorción de hierro entre un 51 a un 82%, de manera similar el calcio puede reducir la absorción de hierro entre 30 y un 50%, pero también existen compuestos como la vitamina C que aumentan la biodisponibilidad, incluso en presencia de taninos, fitato y calcio, como la vitamina A y los betacarotenos (Rocío, 2005).

La agricultura y los sistemas alimentarios desempeñan un rol significativo en la solución de los desafíos nutricionales. Para incrementar la diversidad de los alimentos, la biofortificación, La garantía de alimentos seguros y la optimización del estado nutricional a lo largo de toda la cadena de producción y suministro de alimentos, es necesario diseñar intervenciones específicas a través de la investigación y la innovación. Existe una gran necesidad de crear conciencia sobre la ingesta adecuada de energía y proteínas y lograr cambios de comportamiento en materia de saneamiento, lo que conducirá a mejores resultados de salud (Jumrani & Rai, 2020).

La quinua es uno de los alimentos altamente nutritivos porque tiene un alto contenido en proteínas (10.4% -17%), aportando así minerales (calcio, hierro, magnesio, fósforo, potasio y zinc) y vitaminas (tiamina, riboflavina, ácido fólico, niacina) (FAO, 2013). La quinua malteada nos permite tener mayor disponibilidad de vitaminas, minerales, proteínas y carbohidratos (Aguilar et al., 2019).

Las naranjas tienen un gran aporte de fibra y destacan por su alto contenido en vitamina C (aportando 82 mg de vitamina C, siendo 60 mg la cantidad diaria recomendada de este nutriente), las naranjas también contienen mucho ácido fólico, y en menor cantidad provitamina A. (Moreiras et al., 2009).

La panela es un producto alimenticio integral con alto valor nutricional, debido a que su mínimo procesamiento químico le permite retener diversos minerales, vitaminas, carbohidratos, sustancias antioxidantes y otros de la caña de azúcar (Arif et al., 2019; Duarte-Almeida et al., 2011; Feng et al., 2014; Harish et al., 2009; Jaffé, 2015; Seguí et al., 2015).

El ultrasonido es una tecnología que tiene ventajas sobre los procesos tradicionales, porque nos permite reducir el tiempo de proceso y maximizar la calidad, garantizando así la seguridad de los productos alimenticios (Knorr et al., 2004)

Por lo expuesto se plantea las siguientes interrogantes de investigación.

1.1.1. Pregunta General

- ¿Cuál es el efecto del ultrasonido sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida nutritiva a partir de quinua malteada y zumo de naranja endulzada con panela?

1.1.2. Preguntas Específicas

- ¿Cómo influye el tiempo de hidratación, temperatura de hidratación y tiempo de germinación sobre el contenido de proteína de la quinua malteada?
- ¿Cuál es el efecto de la adición de la quinua malteada y zumo de naranja sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de una bebida nutritiva endulzado con panela?
- ¿Cuáles son los parámetros óptimos de la aplicación del ultrasonido en función de las características fisicoquímicas en la bebida nutritiva?
- ¿Cómo influye la aplicación del ultrasonido en la aceptabilidad sensorial de las bebidas nutritivas con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix)?
- ¿Cuáles son las características microbiologías de la bebida nutritiva a temperatura ambiente?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la aplicación ultrasonido sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de la bebida nutritiva a partir de quinua malteada y zumo de naranja endulzada con panela.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto del tiempo de hidratación, temperatura de hidratación y tiempo de germinación sobre el contenido de proteína de la quinua malteada.
- Determinar el efecto de la adición de la quinua malteada y zumo de naranja sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida nutritiva endulzado con panela.

- Determinar los parámetros óptimos de la aplicación del ultrasonido en función de las características fisicoquímicas en la bebida nutritiva.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial de las bebidas nutritivas con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix) después de la aplicación del ultrasonido.
- Determinar las características microbiológicas (coliformes totales, mohos y levaduras) a temperatura ambiente de la bebida nutritiva.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La desnutrición es un problema a nivel mundial ya que afecta a todas las edades. La región Puno se registra como el primer departamento con mayor porcentaje de índice de anemia con 69.9% a consecuencia de la desnutrición según (INEI, 2019). A pesar de las alternativas que se muestran para contrarrestar este problema, el estilo de vida de las personas no lo permite. El consumo de alimentos poco nutritivos solo hace que haya un aumento de enfermedades. Por lo que es necesario buscar alternativas que permitan contrarrestar estos problemas con alimentos que ayuden a reducir la desnutrición y las distintas enfermedades a las que hoy nos enfrentamos, así mismo buscar tecnologías que nos ayuden a optimizar el proceso de producción de alimentos (Shubham et al., 2020).

Un alimento nutritivo aporta al organismo los nutrientes, las vitaminas, las calorías y otros componentes necesarios para la salud que cada persona necesita para mantenerse sana (Carbajal, 2013). La quinua desempeña un rol importante en la erradicación del hambre, la desnutrición y la pobreza, es uno de los pocos alimentos de origen vegetal que presenta un equilibrio adecuado de proteínas, carbohidratos y minerales, necesarios para la vida humana (Glaciano, 2013). El consumo de alimentos germinados ha ido aumentando debido a los estudios que demuestran sus ventajas y beneficios, durante el proceso de germinación, la composición de la semilla experimenta múltiples transformaciones, ya que las reservas almacenadas, como carbohidratos, lípidos y proteínas, se movilizan para apoyar el desarrollo del eje embrionario, es por esto que la germinación da como resultado a una mayor digestibilidad de las proteínas de la quinua.

La producción de naranja en Perú muestra una tendencia ascendente, en el 2016 se tuvo una producción total de 491 999TN de naranja, de las cuales Puno produjo el 5%, las variedades con mayor oferta son tangelo selva, valenciana, huando, primavera, tangelo costa y naranja

importada, de las cuales la tangelo selva y valenciana destacan ya que tienen un mayor abastecimiento (MINAGRI, 2017). El consumo de zumo de naranja está asociado a beneficios para la salud, como el control del colesterol de baja densidad y la hipertensión arterial (Hornero et al., 2018). Además, cuando se utiliza algunas tecnologías no térmicas, el zumo de naranja potencia las propiedades de sabor y color, mejorando así las características sensoriales de los productos, manteniendo sus propiedades fisicoquímicas (Ferreira et al., 2019).

Por sus beneficios nutricionales y medicinales, la panela es una alternativa saludable a la azúcar refinada y a los edulcorantes naturales, la panela contiene gran cantidad de glucosa, fructuosa, proteínas, minerales (como el calcio, el hierro y el fósforo) y vitaminas como el ácido ascórbico, al no pasar por el proceso de centrifugado retiene todos los beneficios que aporta la caña de azúcar (Jaffé, 2012; M. Ruiz et al., 2018, p. 29). Durante el 2010-2017, la producción de panela en promedio en el Perú fue de 20000 toneladas, aumentando cada año (M. Rojas, 2017).

Los consumidores de hoy buscan alimentos que no sólo tengan una larga vida útil, sino que también tengan un alto valor nutricional, para satisfacer a los consumidores se está buscando tecnologías que conserven la calidad nutricional de los alimentos. Una de las tecnologías que está ganando importancia como alternativa a la pasteurización es el ultrasonido, se trata de una tecnología innovadora desarrollada para acortar los tiempos de procesamiento, mejorar la calidad y garantizar la inocuidad de los alimentos. En el caso de los zumos de fruta se mantienen o mejoran los parámetros de calidad, la esterilización de líquidos con actividad microbiana es una característica del tratamiento ultrasónico en una gama de zumos de frutas, por lo que se observa mayor estabilidad y menor deterioro durante el almacenamiento (Paniwnyk, 2017).

Por medio de esta investigación se pretende aprovechar los componentes nutricionales de la quinua, naranja y panela, las ventajas de la tecnología de ultrasonido, con el fin de elaborar una bebida con alto valor nutritivo y su consumo ayudara a disminuir los problemas de desnutrición, anemia, entro otros. Así mismo promover el incremento la producción de naranja y quinua como materia prima de la región Puno e incentivar el consumo de productos naturales.

1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- La aplicación de ultrasonido influye significativamente sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de una bebida nutritiva a partir de quinua malteada y zumo de naranja endulzada con panela.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El tiempo de hidratación y temperatura de hidratación, y tiempo de germinación influye significativamente en el contenido de proteína de la quinua
- La adición de quinua malteada influye significativamente sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida a base de zumo naranja endulzado con panela
- Los parámetros de aplicación del ultrasonido conservan las características fisicoquímicas de la bebida de quinua malteada, zumo de naranja endulzada con panela
- Las bebidas con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix) después de la aplicación del ultrasonido tienen una mayor aceptabilidad sensorial
- El ultrasonido disminuye el contenido de carga microbiana en la bebida a base de quinua malteada y zumo de naranja endulzada con panela.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.1.2.2.1. ANTECEDENTES

Iza & Moya, (2020) llevaron a cabo una investigación con el objetivo de analizar las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, microbiológicas y el grado de aceptación de una bebida isotónica formulada a base de jugo de naranja (*Citrus sinensis*). Durante el proceso productivo se verificaron parámetros de control de calidad, donde se tuvieron en cuenta criterios como: madurez (índice de madurez, clasificación por calibres) y contenido mínimo de jugo (30%), teniendo en cuenta la materia prima de calidad garantizando la inocuidad. En este caso, para preparar una bebida isotónica se recomienda elegir la variedad que contenga más zumo, como es la variedad de naranja Valenciana. Los parámetros fisicoquímicos establecidos son: pH (3.3 - 4.0), acidez titulable (0.3 - 0.7), grados °Brix (11.0), sodio (10 - 20 mEq/L), potasio (2.5 - 5 mEq/L), cloruro (10 - 12 mEq/L) y osmoralidad (200 -420 mOsm/L), requisitos microbiológicos: recuento de microorganismos aerobios mesófilos/ml NMP Coliformes/ml, NMP Coliformes fecales/ml) y sensoriales los cuales se plantean un método descriptivo para evaluar de acuerdo a una escala hedónica de la bebida isotónica en función a la Norma Técnica Colombiana (NTC COLOMBIANA 3837, 2009). La propuesta de evaluación revela el impacto de las características fisicoquímicas, microbiológicas, nutricionales y sensoriales del producto elaborado, lo que da una idea de los beneficios que traerá esta bebida a sus potenciales consumidores en el futuro.

Aguilar et al., (2019) investigaron los beneficios nutricionales que puede aportar el proceso de malteado en los granos de quinua. En su estudio, analizaron tres variedades: "Negra collana", "Pasankalla roja" e "INIA Salcedo". El malteado incluyó las etapas de hidratación (durante 4 horas a 25 °C), germinación (48 horas a 25 °C), secado (24 horas a 55 °C) y eliminación de la raicilla. Posteriormente, tanto en granos malteados como no malteados, se evaluaron diversos parámetros como la concentración de compuestos fenólicos totales, flavonoides, actividad antioxidante, ácido ascórbico, azúcares reductores, proteínas, contenido total de grasa y cenizas. Los resultados mostraron que el proceso de malteado influyó de manera significativa en las propiedades nutricionales, aumentando los niveles de compuestos fenólicos, flavonoides, actividad antioxidante, ácido ascórbico y azúcares reductores en todas las variedades evaluadas. Sin embargo, se detectó una disminución en los niveles de cenizas, proteínas y grasas como consecuencia del metabolismo asociado a la germinación, excepto en la variedad Negra Collana, en la que las proteínas aumentaron tras el malteado. Se concluyó que solo las variedades Negra Collana y Pasankalla Roja obtuvieron beneficios del proceso: la quinua malteada Negra Collana podría constituir una fuente importante de proteínas y minerales, mientras que la Pasankalla Roja se distinguiría por su valioso aporte nutricional de ácido ascórbico, azúcares reductores y compuestos bioactivos, resultando adecuadas como ingredientes funcionales en el desarrollo de nuevos productos.

Bendezú, (2018) llevó a cabo un estudio centrado en la evaluación del proceso de germinación en distintas variedades de quinua, resaltando que este grano posee un alto contenido de proteínas, vitaminas y aminoácidos. Su creciente reconocimiento en el mercado internacional se debe a sus propiedades nutricionales, beneficios para la salud y versatilidad culinaria. El propósito de este estudio fue evaluar el efecto de la germinación sobre la capacidad antioxidante de tres variedades de quinua blanca (Salcedo INIA), roja (INIA-415 Pasankalla) y negra (INIA 420-Negra Collana) utilizadas en la formulación y preparación de una bebida. La capacidad antioxidante de cada tratamiento se evaluó mediante el método ABTS, obteniendo valores que oscilaron entre 15.91 y 21.60 $\mu\text{M ET/ml}$ para los tratamientos con la actividad antioxidante más baja y alta, respectivamente. Estos 10 tratamientos se contrastaron con otros 10 elaborados con quinua no germinada, manteniendo las mismas condiciones. Los datos de aceptabilidad y capacidad antioxidante se analizaron utilizando un software de diseño de mezclas, determinándose como formulación óptima aquella compuesta por un 81.67 % de quinua negra

germinada y un 18.33 % de quinua blanca germinada. Asimismo, se llevó a cabo un análisis proximal de la formulación óptima, estableciendo que la bebida desarrollada aporta 67.44 calorías por porción de 200 g y contiene un 1.93 % de proteínas por cada 100 g. Esta bebida, elaborada utilizando quinua germinada de tres diferentes variedades, se presenta como una alternativa innovadora frente a las bebidas comerciales en el Perú, destacando por su contenido antioxidante y su sencilla preparación.

Casas, Salgado, Moncayo, & Cote, (2016) realizaron un estudio sobre el efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y mango (*Mangifera indica*), para evaluar el efecto del proceso de malteado de la quinua en la elaboración y estabilidad de una bebida a base de quinua y mango. Para el proceso de malteado se hidrató la quinua durante 4h a temperatura ambiente (22°C) y cuando la humedad alcanzó el 48% se dejó germinar a temperatura ambiente (22°C) durante 3 días hidratando cada 8 h. El proyecto se desarrolló en dos etapas. En la primera etapa, se analizaron tres proporciones de quinua y mango: 28.5:71.5, 37.1:62.9 y 42.8:57.2, utilizando quinua tanto malteada como sin maltear. Se analizaron parámetros como pH, porcentaje de acidez, grados Brix, color, contenido proteico y se realizó una evaluación sensorial. En la segunda etapa, se estudió la estabilidad de la bebida con mejor desempeño de la fase uno, durante un periodo de 20 días a una temperatura de 4 °C. Los resultados de la primera etapa demostraron que el proceso de malteado mejora las propiedades sensoriales de la bebida, destacando especialmente en aspectos como el sabor y el color, La proporción de quinua: mango 42.8:57.2 fue la que presentó la menor variación en las variables evaluadas. En cuanto a la segunda etapa, se comprobó que la bebida seleccionada mantuvo su estabilidad a lo largo del período de almacenamiento.

Chaparro, Pismag, Elizalde, Vivas, & Erazo, (2010) llevaron a cabo un estudio Con el fin de examinar las modificaciones en la concentración y la digestibilidad de las proteínas a lo largo del proceso de germinación en semillas de amaranto, quinua, soya y guandul. En el caso específico de la quinua, las semillas fueron hidratadas durante 6 horas a una temperatura de 30 °C, y durante la germinación se humedecieron cada 12 horas con agua a la misma temperatura durante un periodo de tres días. Las semillas seleccionadas presentaban una calidad adecuada y un porcentaje de germinación superior al 90%. Para conseguir la germinación de las semillas, se tomaron en cuenta factores como el tipo de sustrato, el período de germinación y la

temperatura. Se empleó un diseño de bloques completamente aleatorizado, con tres repeticiones correspondientes a cada día del proceso de germinación. La cuantificación de proteínas se realizó mediante el método Kjeldahl y la digestibilidad proteica se evaluó utilizando digestión in vitro con pepsina. Los resultados mostraron que la germinación produjo efectos específicos en cada tipo de semilla. En amaranto y soya, el contenido proteico aumentó significativamente a partir del segundo día, mientras que en guandul este incremento se observó desde el primer día. En el caso de la quinua, se observó una reducción en la concentración de proteínas al segundo día, la cual no mostró diferencias estadísticas significativas en comparación con los días cero, uno y tres. No obstante, la germinación promovió un aumento en la digestibilidad proteica en quinua, guandul y soya, sin inducir variaciones significativas en el amaranto.

Perez, (2019) estudio el tiempo (t) y la temperatura (T) del ultrasonido para evaluar el cambio del contenido de vitamina C. Evaluó el efecto de la exposición del ultrasonido en tiempo (30 y 45 min) y temperatura (25 y 40°C) sobre la acidez titulable, el pH, °Brix, el contenido de vitamina C y recuento de mohos y levaduras en la pulpa de zarzamora. Utilizó baño ultrasónico de 40 kHz de frecuencia en muestras de pulpa de zarzamora. Los análisis demostraron que tanto el tiempo de exposición al ultrasonido como la temperatura influyeron de manera estadísticamente significativa ($p < 0.005$) en la acidez titulable, los sólidos solubles totales (°Brix), el contenido de vitamina C y el recuento de mohos y levaduras.

D. Ruiz, Ventura, Rodriguez, & Juarez, (2018) Se condujo un estudio con el objetivo de analizar los efectos del tratamiento por ultrasonido en un jugo compuesto de frutas y vegetales, específicamente jugo de naranja y apio. Analizaron cómo esta tecnología influye en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del producto. Para ello, trataron muestras de 100 ml de jugo en un baño ultrasónico (20 kHz; 120 W) bajo condiciones de oscuridad, variando los tiempos de exposición. Luego del envasado, las muestras fueron almacenadas a 4 °C en un entorno sin exposición a la luz por 24 horas. Se evaluaron parámetros como pH, grados Brix, acidez titulable, color, estabilidad de la nube, pardeamiento no enzimático y carga microbiana. Los datos mostraron que la aplicación del tratamiento con ultrasonido no generó variaciones estadísticamente significativas en el pH, los grados °Brix ni en el porcentaje de acidez titulable ($p > 0.05$). Sin embargo, se observó un aumento significativo en algunas variables al incrementar el tiempo de exposición al tratamiento ultrasónico.

Rivas, (2007) realizó un estudio en el que utilizó ultrasonido para determinar la conservación de alimentos líquidos. En esta investigación, utilizaron ondas ultrasónicas con frecuencia de 22 kHz, donde irradiaron muestras de leche entera a temperatura diferentes, estas muestras estaban cultivadas con *Escherichia coli* o *Staphylococcus aureus*. Realizaron tratamientos de 0 a 35min midiendo cada 5 minutos para cada tipo de bacteria cultivada en los vasos precipitados a 60°C. Las muestras que estaban a T° de medio ambiente todavía tenían carga microbiana, pero el ultrasonido combinado con el calor tuvo resultados favorables. La eliminación completa de la bacteria *Escherichia coli* se logró tras 10 minutos de tratamiento a 50 °C y en solo 5 minutos a 60 °C. En el caso de *Staphylococcus aureus*, su erradicación total se registró después de 5 minutos de exposición al ultrasonido a una temperatura de 60 °C. El ultrasonido no tuvo influencia significativa ($\alpha < 0.01$) sobre los parámetros de la viscosidad, la densidad, el pH o el color de la leche entera.

Figuroa, (2016) estudió la estabilidad de suspensiones alimentarias, la cual es un factor importante en el desarrollo, procesamiento y comercialización, el propósito de su estudio consistió en evaluar el efecto de la adición de hidrocoloides y gel de aloe vera sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, reológicas y de estabilidad en bebidas formuladas a partir de pulpa de tomate de árbol. Los resultados evidencian que el uso de altas concentraciones de hidrocoloides contribuye a evitar la separación de fases en las bebidas durante el periodo de almacenamiento. Los tratamientos T11 y T16 destacaron por su efectividad en mantener la estabilidad física del sistema, sin generar cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas ni en los parámetros de color. En cambio, la incorporación de gel de aloe vera sí tuvo un efecto significativo sobre el pH y la acidez titulable ($p < 0,05$). Las características reológicas de las bebidas formuladas con pulpa de tomate de árbol fueron evaluadas a través de ensayos rotacionales y oscilatorios, evidenciando un comportamiento pseudoplástico en las condiciones de concentración y temperatura evaluadas. Las pruebas oscilatorias evidenciaron la predominancia del módulo elástico ($G' > G''$) a lo largo de todo el rango de frecuencias evaluado. Los tratamientos T11, T18 y T16 fueron identificados como los más adecuados, lo cual se asoció con un incremento en el coeficiente de consistencia (K) y una tendencia de la tangente de pérdida ($\delta < 0.8$), lo que indica una excelente estabilidad en suspensión.

2.2.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.2.1. Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*)

La quinoa es cultivada por pobladores del altiplano de América del Sur. Actualmente las mayores zonas de producción corresponden a Perú y Bolivia, aunque también se produce en Colombia, Argentina, Chile y Ecuador (Rivera Figueroa, 2006a). Las diferentes partes de la planta de quinoa tienen diferentes usos, pero las semillas son las más utilizadas, la quinoa es un alimento de origen vegetal que es rico en proteínas y contiene todos los aminoácidos esenciales para el ser humano, además de un alto contenido de vitaminas del complejo B, C y E, además de minerales como: el hierro, fósforo, potasio y calcio. (Rivera Figueroa, 2006b).

Según (Vidal, Cáceres, Estrada, & Pinedo, 2013) la quinoa presenta la siguiente clasificación taxonómica.

Reino: Vegetal

División: Fanerofitas

Clase: Dicotiledóneas

Sub clase: Angiospermas

Sección: Chenopodia

Orden: Centrospermales

Subsección: Cellulata

Familia: Chenopodiaceae

Especie: *Chenopodium quinoa*
Willdenow

Género: *Chenopodium*

Es fundamental diferenciar las distintas variedades de quinoa, ya que cada una presenta variaciones en el contenido de saponinas, grasas, minerales, humedad y en el tamaño del grano. Por ejemplo, la quinoa dulce tiene un grano menudo de hasta 1.8 mm de diámetro y su saponina no es amarga en comparación con la variedad Real (Reyes, 2006a).

La humedad contenida en el grano, ya que la quinua es higroscópica, debido a la presencia de cristales de oxalato de sodio lo que le permite absorber la humedad del medio y retenerlo, esto genera un problema facilitando el crecimiento de hongos y por lo tanto no sirve para el consumo humano (Reyes, 2006b).

Las distintas variedades de quinua contienen distintos porcentajes de proteína, al hablar de proteínas es necesario tener en cuenta su cantidad que es un cálculo hasta cierto punto difícil y que es necesario determinar el porcentaje de humedad que contiene la quinua; sin embargo esta cantidad no es tan importante como la eficiencia con la que el cuerpo puede utilizar las proteínas ingeridas, por otro lado tenemos la calidad de la proteína de quinua, y aquí se trata de la superioridad en el contenido de aminoácidos esenciales en relación con las proteínas de los cereales, es decir, cuántos y qué cantidad de aminoácidos esenciales proporcionan al organismo cada proteína para síntesis de tejidos (Reyes, 2006).

El almidón constituye el principal componente del grano de quinua, representando aproximadamente el 66 % de su contenido, y es una fuente relevante de carbohidratos en la dieta humana. Este polisacárido está compuesto por dos tipos de glucanos: amilosa y amilopectina, y se utiliza comúnmente como agente aglutinante y espesante en alimentos como sopas, productos de panadería, salsas y alimentos infantiles. (Reyes, 2006).

La proteína aislada de la quinua contiene aminoácidos, entre los cuales se encuentran ocho esenciales tanto para niños como para adultos. Un dato destacable es que la lisina, un aminoácido esencial, no representa un factor limitante en la quinua (Reyes, 2006).

El calcio, por su parte, cumple funciones clave en el organismo, tanto en tejidos duros como blandos, participando en la estructura corporal, a propagación de señales químicas y eléctricas en la unión neuromuscular, la secreción a nivel celular y la cascada de coagulación sanguínea. Por ello, su presencia en la dieta es fundamental (W. Rojas et al., 2011, p. 11).

El fósforo, en conjunto con el calcio, desempeña un papel esencial en la formación de los tejidos óseos y dentales. A nivel celular, forma parte de estructuras como los fosfolípidos, fosfoproteínas y ácidos nucleicos, y participa en el almacenamiento de energía mediante enlaces de fosfato de alta energía (Ayala & Ortega, 2014).

Por otro lado, el hierro es un elemento clave en la composición de la hemoglobina y la mioglobina. Las necesidades diarias varían según el sexo y edad, situándose entre 1 y 2.8 mg/día. Para satisfacer estos requerimientos, es necesario un consumo diario de alimentos que aporte entre 4 y 30 mg de hierro (Reyes, 2006).

2.2.2. Quinoa malteada

La germinación es un proceso biológico con cambios químicos que puede aplicarse de manera fácil y económica, para producir nuevos alimentos procesados biotecnológicamente nutritivos. El consumo de productos germinados está aumentando porque existen muchos estudios recomiendan que mejora la salud (Moongngarm & Saetung, 2010).

Durante el proceso de germinación, las semillas experimentan diversas transformaciones en su composición, ya que las reservas de carbohidratos, lípidos y proteínas se movilizan para favorecer el crecimiento del eje embrionario. Este proceso también mejora la digestibilidad de las proteínas presentes en la quinoa (Chaparro et al., 2010).

En la etapa de germinación el contenido de humedad es alrededor del 42% y se mantiene constante en la etapa de germinación, a una temperatura de 15°C y el tiempo de germinación se prolonga entre 4-6 días, mediante un método simple y útil que consiste en estudiar el crecimiento del tallo embrionario (Hough, 1990).

Tabla 1: Composición nutricional de diferentes variedades de quinoa: INIA Salcedo, Pasankalla Roja y Negra Collana antes y después del malteado.

Componente	Proceso	Variedad		
		INIA Salcedo	Pasankalla Roja	Negra Collana
Ceniza (%)	no malteado	2.38	3.15	2.89
	Malteado	1.49	2.38	2.75
Proteína (%)	no malteado	12.73	14.5	16.79
	Malteado	11.14	13.24	18.14
Grasa total (%)	no malteado	7.86	8.3	6.63
	Malteado	7.65	7.92	4.55
Azúcar reductor (%)	no malteado	1.52	1.53	1.49
	Malteado	2.2	2.09	2.14

Ácido ascórbico (mg/100g)	no malteado	0.59	2.81	2.56
	Malteado	3.32	3.81	2.81

Fuente: (Aguilar et al., 2019)

2.2.3. Cambios durante el malteado

a. *Materia Nitrogenada*

Se observa un aparente incremento en los niveles de proteínas y compuestos nitrogenados, como consecuencia del uso de carbohidratos en los procesos respiratorios. Durante la germinación, las sustancias nitrogenadas experimentan cambios por efecto de la solubilización y el desdoblamiento. El aumento del nitrógeno soluble se detiene alrededor del tercer o cuarto día, ya que comienza la síntesis de nuevas proteínas en el embrión. En general, las proporciones de todos los aminoácidos se modifican durante el malteo, en el caso de la quinua el beneficio del malteo se refleja en una mejora de la digestibilidad más que en el aumento de la proporción de aminoácidos (Alvarez, 2012a).

b. *Carbohidratos*

La acción de las amilasas sobre el almidón genera su descomposición en azúcares simples, provocando un incremento en la concentración de estos compuestos. Luego disminuyen a medida que son consumidas por las partes vivas del grano, dependiendo del proceso del malteado (Alvarez, 2012b).

c. *Grasa*

Aproximadamente una cuarta parte de los lípidos se pierde en el proceso de respiración como resultado.

d. *Ceniza*

La ceniza constituye alrededor del 2,18 % del peso seco del grano y su contenido se mantiene prácticamente constante durante el proceso de malteado. Sin embargo, se observa una reducción de materiales inorgánicos en el grano, debido al material trasladado a la raicilla y a las pérdidas de lixiviación durante la hidratación (Alvarez, 2012b).

e. *Vitaminas*

Las vitaminas durante la germinación se trasladan a la raíz, como en el caso de la vitamina C, E y las del complejo B. Durante el malteado aumenta la proporción de riboflavina, piridoxina y otros (Alvarez, 2012b).

2.2.4. Cítricos

Los cítricos forman parte de la familia Rutaceae y se agrupan en los géneros *Fortunella*, *Poncirus* y *Citrus*, siendo este último el más ampliamente cultivado. Su origen se sitúa en Asia Oriental, en una región que se extiende desde el sur del Himalaya hasta el sur de China (Procitrus, 2009). En la actualidad, se producen en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales del planeta, siendo la fruta con el mayor volumen de producción mundial.

2.2.5. Naranja

La naranja es una fruta con bajo contenido calórico y graso. Contribuye a la dieta con una cantidad significativa de fibra soluble, como la pectina, la cual está asociada a beneficios como la reducción del colesterol, la regulación de los niveles de glucosa en sangre y la promoción del equilibrio del microbiota intestinal. Uno de sus componentes más destacados es La vitamina C, o ácido ascórbico, está presente en cantidades significativas en una naranja mediana, la cual aporta aproximadamente 82 mg, excediendo el requerimiento diario recomendado de 60 mg. La vitamina C también facilita la absorción de hierro en el intestino. Además, la naranja contiene cantidades relevantes de ácido fólico y, en menor proporción, provitamina A (Moreiras et al., 2009).

Las naranjas también contienen carotenoides con actividad provitamina A, Entre estos compuestos se encuentran el alfacaroteno, betacaroteno y la criptoxantina, cuyo papel en la prevención de distintos tipos de cáncer y en la protección frente a enfermedades cardiovasculares ha sido ampliamente respaldado por múltiples estudios. Asimismo, incluyen carotenoides sin actividad provitamínica A, como la luteína y la zeaxantina, los cuales se encuentran en la retina y el cristalino del ojo, y su consumo se ha relacionado con una menor probabilidad de desarrollar cataratas y degeneración macular (Moreiras et al., 2009).

La naranja se cultiva en 60 países de los cinco continentes del mundo, siendo la variedad más conocida y con mayor importancia comercial la valencia, que tiene una larga temporada de producción debido a su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales y se caracteriza por su alto contenido de ácido cítrico y porque sus frutos son hesperidios, el sabor dulce de sus carbohidratos así como su acidez confieren a los productos elaborados a partir del jugo de este fruto, características organolépticas específicas (Kimball Dan, 1999).

Según (Aquino, 1995) esta es la clasificación taxonómica de la naranja.

División: Fanerógamas

Sub división: Angiospermas

Clase: Dicotiledonaeas

Sub clase: Arquiolamideas

Orden: Geraniales

Familia: Rutaceae

Géneros: Citrus, Fortunella, Poncirus

Especies: Citrus sinensis (L) (Naranja dulce), Citrus aurantium L. (naranja agrio)

2.2.6. Naranja valenciana

La naranja valenciana, que se cultiva en regiones costeras y selváticas, tiene su temporada de producción entre julio y agosto. Se caracteriza por su alto contenido de zumo, aproximadamente la mitad del fruto, y un elevado nivel de sólidos solubles, lo que le otorga una gran calidad. Es de forma redonda u ovalada, el peso aproximado es de 140 a 180 g cada una, piel firme, resistente y ligeramente granulosa, posee pepas y a veces sin ella (Aquino, 1995).

La naranja valenciana tiene las siguientes características: cáscara lisa y un ligeramente gruesa, pulpa jugosa y pocas semillas, tiene un sabor agridulce, este árbol se adapta muy bien en la selva alta, no tolera el frío, tiene buen rendimiento y es de maduración temprana (Melgar Rojas, 1989).

La variedad Valencia presenta una cáscara de tono amarillo claro, alrededor de 10,5 °Brix, una acidez titulable que oscila entre 1,79 y 1,91 y se emplea principalmente para la elaboración de zumos en la industria alimentaria. El rendimiento promedio en, el Perú en el año 2002 fue de 13,26 t. ha-1 (Technoserver, 2004).

Tabla 2: Perú: Producción de naranja por regiones, enero-abril 2021/2022 (Toneladas).

Región	Año	
	2021	2022
Amazonas	2022	1727
Ancash	1432	1420
Apurímac	240	127
Arequipa	0	8
Ayacucho	634	297
Cajamarca	1724	1629
Callao	0	0
Cusco	4328	5606
Huancavelica	48	50
Huánuco	1215	1278
Ica	0	0
Junín	91829	94782
La Libertad	232	208
Lambayeque	90	125
Lima	6776	3830
Lima Metropolitana	0	0
Loreto	1201	1204
Madre de Dios	250	398
Moquegua	66	46
Pasco	125	121
Piura	834	842
Puno	839	105
San Martín	16810	21839
Tacna	630	729
Tumbes	36	100
Ucayali	6461	7184
Total, Nacional	137821	143654

Fuente: (MIDAGRI, 2022)

2.2.7. Panela

La panela (*Saccharum officinarum L*) también conocida como rapadura, piloncillo, pepas dulces, papelón, atado de dulce, tapa de dulce, empanizao, raspadura de guarapo, panocha, chancaca, obtenida por evaporación del jugo de caña de azúcar, sin pasar por el proceso de centrifugación y purificación, esta debe mantener sus elementos constitutivos, como sacarosa, glucosa, fructosa, fenoles, flavonoides, minerales y vitaminas (FAO & OMS, 2018).

La panela es considerada un producto alimenticio integral con alto valor nutricional. Además, la panela es un sustituto ventajoso del azúcar blanco, debido a sus mínimos procesos químicos mínimo que le permite retener una variedad de minerales (Fe, Ca, P, K, Mg, Cu, Mn, Na y Zn), vitaminas (A, C, y D), carbohidratos (sacarosa, glucosa y fructosa), sustancias antioxidantes y otros fitoquímicos de la caña de azúcar (Arif et al., 2019; Duarte-Almeida et al., 2011; Feng et al., 2014; Harish et al., 2009; Jaffé, 2015; Seguí et al., 2015).

Tabla 3: Composición proximal de la panela (azúcar de caña no centrifugado).

Componente	%
Carbohidratos	91.28
Azúcares totales	92.08
Sacarosa	84.49
Azúcares reductores	7.33
Fibra	0.00
Proteínas	0.64
Grasas	0.13
Humedad	5.00
Ceniza	1.47

Fuente: (Jaffé, 2015)

Tabla 4: Contenido de minerales de la panela (azúcar de caña no centrifugado).

Minerales	Cantidad en 100g
Calcio	102.62 mg
Hierro	4.98 mg
Magnesio	65.51 mg
Fósforo	57.54 mg
Potasio	531.26 mg
Sodio	37.31 mg
Zinc	0.61 mg

Fuente: (Jaffé, 2015)

Tabla 5: Contenido de vitaminas de la panela (azúcar de caña no centrifugado).

Vitamina	Cantidad en 100g
Vitamina A	1.9 mg
Beta carotenos	80.75 µg
Tiamina	0.003 mg
Riboflavina	0.07 mg
Niacina	2.14 mg
Ácido pantoténico	0.70 mg
Piridoxina	0.21 mg
Ácido fólico	3.33 µg
Cobalamina	0 µg
Vitamina C	4.23 mg
Vitamina D2	2.17 mg
Vitamina E	55.65 mg
Vitamina K	0 µg

Fuente: (Jaffé, 2015)

El azúcar es el principal acelerador en la diabetes y obesidad, cual es una enfermedad mundial; esto provoca la pérdida de muchos minerales, como el calcio de los huesos, ocasionando la osteoporosis; que distorsiona las hormonas y todo el sistema endocrino; que paraliza al sistema defensivo o inmunológico del cuerpo, provocando enfermedades crónicas, incrementa el riesgo de cáncer; y sobre todo, que da origen a la acidosis metabólica, causante de diversas afecciones.(Pozos et al., 2011).

Tabla 6: Comparación de la panela con respecto al azúcar blanca.

Nutrientes	Panela	Azúcar blanca	Función de los nutrientes
	mg por cada 100g		
Calorías	220	400	
Vitamina B			
B1 (Tiamina)	245	0	Liberación de energía
B2 (Riboflavina)	240	0	Crecimiento, Energía
B3 (Niacina)	4	0	Liberación energía,
			quemar grasa
B5 (Pantotenato)	260	0	Glándulas suprarrenales,
			piel lozana
B6 (Piridoxina)	270	0	Desintoxicación, hígado,
			riñones, etc
B7 (Biotina)	16	0	Crecimiento
Minerales			
Calcio	258	1	Huesos y dientes
Fosforo	30	Tazas	energía duplicado celular
Hierro	8	0.04	Energía transporte de
			oxígeno
Cobre	2	0.02	Síntesis de sangre
Magnesio	0.04	0	Tejido blanco
Cloruro	317	Tazas	Sangre, corazón
Sodio	90	0.3	Nervio corazón
Potasio	1500	0.05	Corazón, nervios

Fuente: (Villalta, 2012)

2.2.8. Producción en el Perú de panela

Una vez el néctar se ha mezclado y calentado a unos 60 °C en el tanque, se transfiere directamente a la línea de llenado para envasarse en botellas de vidrio o envases metálicos de diversos tamaños. A continuación, El producto se somete a tratamiento térmico en una marmita o autoclave, aplicando calor durante un tiempo determinado en función de variables como el pH del néctar, así como las dimensiones, la geometría y la capacidad de agitación de los envases utilizados. Por lo general la masa del néctar debe alcanzar una temperatura de 85 a 88°C (Villareal et al., 2013)..

2.2.9. Pasteurización

Es la aplicación de altas temperaturas cual se utiliza para eliminar organismos (bacterias, hongos, levaduras) que tienen una resistencia térmica, la temperatura de este tratamiento es menor al de proceso de esterilización (Ocampo, 2000).

La pasteurización en los néctares de frutas pueden ser de las siguientes maneras:

a. Pasteurización después del empaclado.

Una vez el néctar se ha mezclado y calentado a unos 60 °C en el tanque, se transfiere directamente a la línea de llenado para envasarse en botellas de vidrio o envases metálicos de diversos tamaños. Posteriormente, el producto es transferido a una marmita o autoclave, donde se somete a un tratamiento térmico durante un tiempo determinado, el cual varía según factores como el pH del néctar, además del tamaño, la forma y la capacidad de agitación de los envases. Por lo general la masa del néctar debe alcanzar una temperatura de 85 a 88°C (Villareal et al., 2013).

b. Pasteurización del néctar y llenado en caliente

Por medio de este método, al néctar se sube la temperatura rápidamente hasta aproximadamente 90 °C antes de proceder a llenar y sellar los envases.

Se ha determinado que el primer método de llenado puede provocar menores pérdidas de aroma. Además, el riesgo de recontaminación es menor. Una desventaja se este método es que los

envases no sean resistentes a los golpes mecánicos y choques térmicos a los cuales se van a ser sometidos durante la pasteurización (Villareal et al., 2013).

2.2.10. Ultrasonido

El ultrasonido es una tecnología emergente caracterizada por el uso de ondas sonoras inaudibles, con frecuencias superiores al límite de audición humano (más de 20 kHz). Se ha puesto en práctica para acelerar los procesos alimentarios, mejorar su calidad y garantizar su seguridad al reducir considerablemente los tiempos de tratamiento. Se utiliza para mejorar durante el proceso de alimento, mejorando la transferencia de masa, conservación, análisis y reducir la intensidad de los tratamientos térmicos y manipulación de la textura (Porras et al., 2011).

El ultrasonido, por cantidad de frecuencia (kHz), se divide en ultrasonido de alta frecuencia (>1 MHz) y de baja frecuencia (20 - 100 kHz) (Porras et al., 2011).

Antes de la segunda guerra mundial, se desarrollaron aplicaciones de ultrasonido diferentes tecnologías. Para la década de 1960, el ultrasonido se había consolidado como una tecnología aplicada en procesos como la limpieza y la unión de plásticos rígidos mediante soldadura. A pesar de su amplia aplicación en esa época, hoy en día se considera una tecnología moderna dado que muchas de sus capacidades aún se están explorando y perfeccionando. Hace sesenta años, se utilizaban métodos de ultrasonido de baja intensidad para caracterizar los alimentos, pero sólo recientemente se ha evaluado el potencial del método (Dolatowski et al., 2012; Ulusoy et al., 2007).

2.2.11. Parámetros de ultrasonidos

La composición, la estructura y el estado físico son parámetros físicos en los alimentos que son utilizados para realizar el ultrasonido en diferentes tratamientos (J. Gomez & Lopez, 2009a).

a. Velocidad de onda (c)

Es la velocidad con la que viaja una onda de ultrasonido a través de una materia (J. Gomez & Lopez, 2009).

La velocidad de onda (c) puede ser calculada por dos formas

$$C = \lambda * f$$

$$C = \frac{d}{t}$$

Donde:

λ : Longitud de onda

f: Frecuencia del ultrasonido

d: Distancia

t: Tiempo para que una onda viaje una distancia (c) conocida

b. *Coefficiente de atenuación*

Al viajar por el medio donde interfiere la naturaleza del fluido, temperatura y la frecuencia de la onda el ultrasonido tiene una disminución de frecuencia dando resultado es el coeficiente de atenuación (J. Gomez & Lopez, 2009b).

c. *Impedancia acústica*

Es la relación entre la porción de la onda reflejada y la porción de onda transmitida, cuando la onda incide en la interfaz de dos materiales diferente (J. Gomez & Lopez, 2009b).

2.2.12. Bebida nutritiva

Es el alimento que aporta, las vitaminas, proteínas, las calorías y otros que son necesarios y esenciales para mantener una vida sana. Los nutrientes esenciales son: proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales y agua (Carbajal, 2013).

Existen bebidas que aportan nutrientes esenciales para el organismo. Algunas tienen cualidades relajantes, mientras que otras simplemente satisfacen el antojo de algo dulce, sin importar si contienen calorías o no. Otros pueden ser alimentos funcionales cuales contribuyen en mejorar los problemas de salud. (Elizabeth & Mafe, 2010).

Todas las bebidas pueden incluirse dentro de una dieta destinada a mantener el peso. Los ingredientes alimentarios funcionales se encuentran comúnmente en alimentos y bebidas o se

incorporan a ciertos alimentos. Los alimentos fortificados pueden ayudar a suplir las carencias alimentarias en su dieta, como la ingesta inadecuada de calcio y vitamina D (Elizabeth & Mafe, 2010).

Las bebidas frutales se parecen a los néctares, salvo que contienen un mínimo de un 10 % de sólidos solubles, en lugar del al menos 20 % que requieren los néctares derivados de jugo o puré. Para frutos con alta acidez (acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico anhidro), el aporte mínimo es de 5 % de sólidos solubles del fruto. (NTP, 2009).

Tabla 7: Contenido mínimo de sólidos solubles (grados brix) para jugos, purés y bebidas de fruta.

Nombre	Nivel mínimo de grados Brix para jugo de fruta (a partir de exprimidos, reconstituido, purés)	Néctares mínimos 20 % de puré y/o jugo en el néctar	Bebidas mínimo 10 % de puré y/o jugo en el néctar
<i>Citrus sinensis</i> (L.)	10	2.0	1.0

Fuente: NTP (2009)

2.2.13. Proteína

La proteína está compuesta por aminoácidos y se encuentra tanto en fuentes vegetales como animales. Estos nutrientes son los principales elementos estructurales de las células y tejidos del organismo, siendo fundamentales en la conformación de los músculos y los órganos, son necesarias para el crecimiento, el desarrollo, mantenimiento del cuerpo y para reparar o reemplazar los tejidos, producir enzimas metabólicas y digestivas (FAO, 2013).

2.2.14. Vitamina C

Las frutas y hortalizas son las principales fuentes de la vitamina C. esta vitamina puede destruirse fácilmente al cocinar estos alimentos, perdiendo la mitad de la cantidad de la vitamina que contenían originalmente. La ingesta recomendada es de 60 mg al día de este nutriente (Moreiras et al., 2009).

2.2.15. Reología de suspensiones

Es una función compleja a la escala de partícula donde las propiedades físicas tienen en cuenta la concentración, tamaño, forma, interacciones y deformabilidad, (Mueller et al., 2010). Diferentes estudios mencionan que la reología de suspensiones de alimentos es más complicada que otras reologías no alimentarias. (Mueller et al., 2010).

En los alimentos, la reología proporciona diferentes parámetros, que puedan tener relación con atributos de calidad (Garriga, 2002). Las propiedades reológicas resultan claves para ajustar tanto el proceso de fabricación como la formulación del producto final, de modo que la textura del alimento cumpla con los rangos deseados por los consumidores Stokes et al., (2013). La reología de un alimento puede influir en la percepción de sabor de dos formas principales: en primer lugar, a través de un efecto fisiológico; y en segundo lugar, mediante la mejora de la viscosidad en pruebas sensoriales, lo que puede intensificar la sensación de dulzor (Rao, 2006) (Rao, 2006).

2.2.16. Viscosidad de sedimentación

Existen fuerzas que oponen al movimiento dando capas adyacentes en el fluido donde las fuerzas de atracción tienen a las moléculas a distancias, es aquí donde el desplazamiento es conocido como viscosidad (Garriga, 2002).

A lo largo del procesamiento, transporte y almacenamiento de alimentos en estado líquido, estos están sujetos a variaciones térmicas, lo que dificulta el estudio de cómo sus propiedades reológicas cambian con la temperatura. La viscosidad de los líquidos, definida por coeficientes específicos, disminuye con el incremento de la temperatura. En general, el efecto de la temperatura sobre la reología de suspensiones ha sido estudiado mediante la ecuación de Arrhenius (Garriga, 2002).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación se efectuó en la Planta Piloto de la Universidad Nacional de Juliaca, en sus laboratorios de análisis físico químico y microbiológico de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, cual está ubicada en Puno, Perú, y en los laboratorios BHIOS..

3.2. POBLACION MUESTRA

Para realizar la investigación, se utilizó como materia prima quinua de la variedad blanca de Juli, obtenida del Instituto Nacional de Innovación Agraria, así como naranjas de la variedad valenciana y panela, adquiridas en el mercado Las Mercedes de la ciudad de Juliaca.

3.3. MATERIALES

3.3.1. Materia prima

- Quinua (variedad blanca de Juli proveniente del Instituto Nacional de Innovación Agraria)
- Naranja (variedad valenciana)

3.3.2. Insumos

- CMC
- Sorbato de potasio
- Panela

3.3.3. Materiales

- Olla de acero de 11L y 20L
- Paleta de acero inoxidable
- Cuchillo
- Jarra
- Colador

- Cuchara
- Cocina industrial
- Papel aluminio
- Botella de 250ml (PET)
- Botella de 250ml (vidrio)
- Mandil
- Toca
- Barbijo
- Guantes

3.3.4. Materiales de laboratorio

- Erlenmeyer de 250 ml
- Matraz de 250 ml
- Espátula
- Luna de reloj
- Placa Petri
- Vaso precipitado de 50 ml, 100 ml y 250ml
- Pipetas de 10ml
- Soporte universal
- Bureta
- Refractómetro digital
- pH-metro digital micro procesado
- Termómetro

3.3.5. Equipo de laboratorio

- Exprimidora
- Equipo de baño ultrasónico FAITHFUL modelo FSF-031S capacidad 6.5L

- Refrigeradora
- Balanza analítica de 4 precisiones
- Balanza electrónica de 5 kg

3.3.6. Reactivos

- Agua destilada
- Agua peptonada
- Hidróxido de sodio al 0.1 N
- Agar

3.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Tabla 8: Definición de variables

Variables	Indicadores			Unidad de medida
Variables independientes				
Tiempo de hidratación	4	6		Horas
Temperatura de hidratación	22	30		°C
Tiempo de germinación	1	2	3	Días
Porcentaje de quinua malteada	30	40	50	%
Porcentaje de zumo de naranja	50	60	70	%
Frecuencia Ultrasonido	40	60		kHz
Tiempo Ultrasonido	10	30		min
Temperatura Ultrasonido	25	35		°C
Variables dependientes				
Características fisicoquímicas				
• Contenido de proteína	--			%
• Contenido de vitamina C	--			ml/L
• pH	1-14			--
• °Brix	--			°Brix
Características Sensoriales				
• Color	--			--
• Olor	--			--
• Sabor	--			--
• Apariencia general	--			--

3.5. MÉTODOS

3.5.1. Diagrama experimental

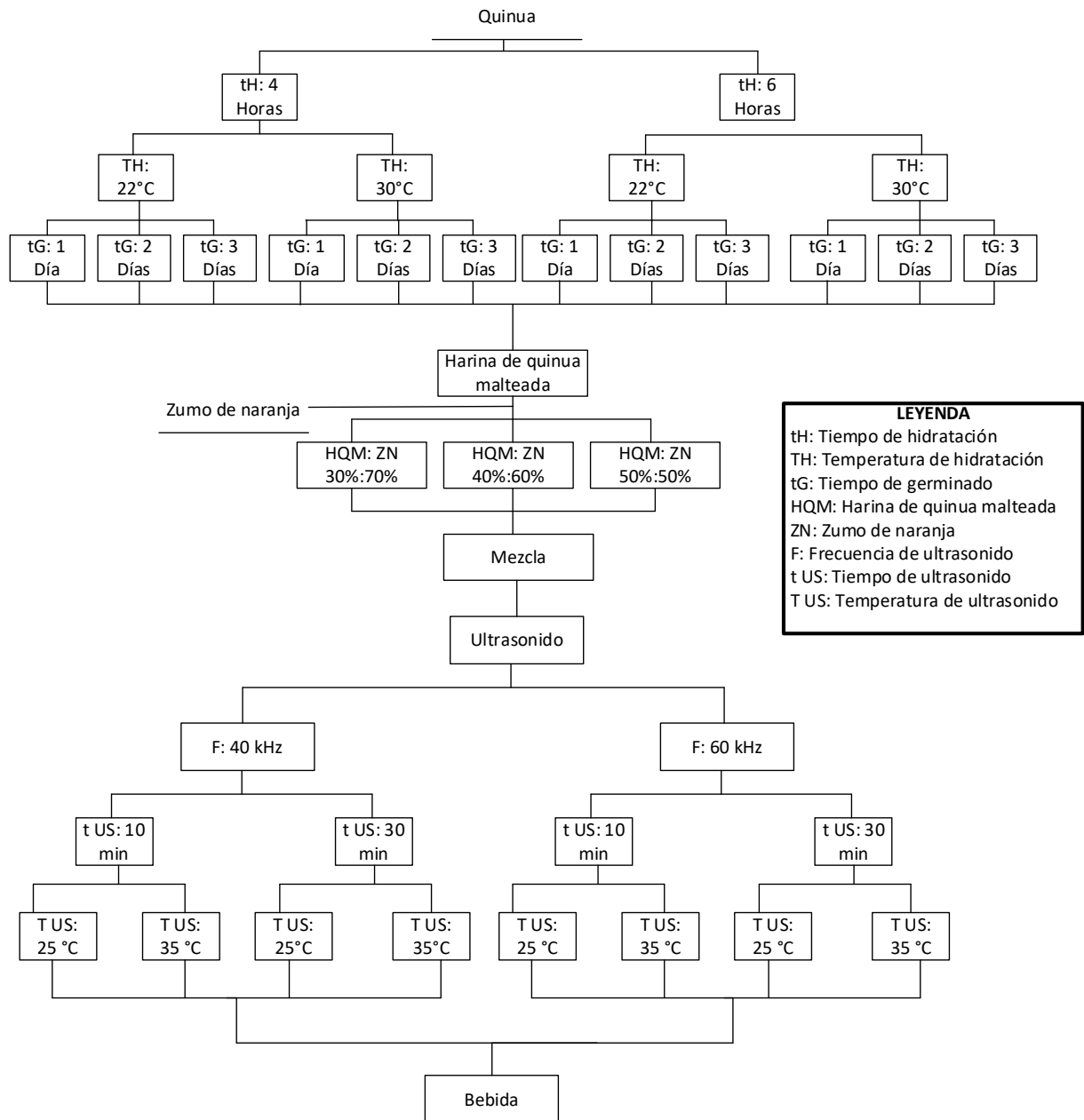


Figura 1: Esquema experimental empleado en la elaboración de una bebida a base de quinua malteada y zumo de naranja endulzado con panela tratado por ultrasonido

3.5.2. Pruebas preliminares

a. Quinua:

Después de la recepción de la quinua, se mandaron muestras a una entidad externa para su evaluación del contenido de proteínas.

Determinación de proteína (AOAC, 1990) Anexo 4.

b. Naranja:

Después de la recepción de la naranja, se extrajo el jugo y se mandaron muestras a una entidad externa para su evaluación del contenido de vitamina C.

Determinación de vitamina C Anexo 4

3.6.METODOLOGÍA POR OBJETIVOS

3.6.1. Objetivo específico (1)

Efecto del tiempo de hidratación, temperatura de hidratación y tiempo de germinación sobre el contenido de proteína de la quinua malteada

a. Variables de estudio

Variable independiente:

- Tiempo de hidratación (4h y 6h)
- Temperatura de hidratación (22°C y 30°C)
- Tiempo de germinación (1, 2, 3días)

Variables dependientes:

- Contenido de proteína

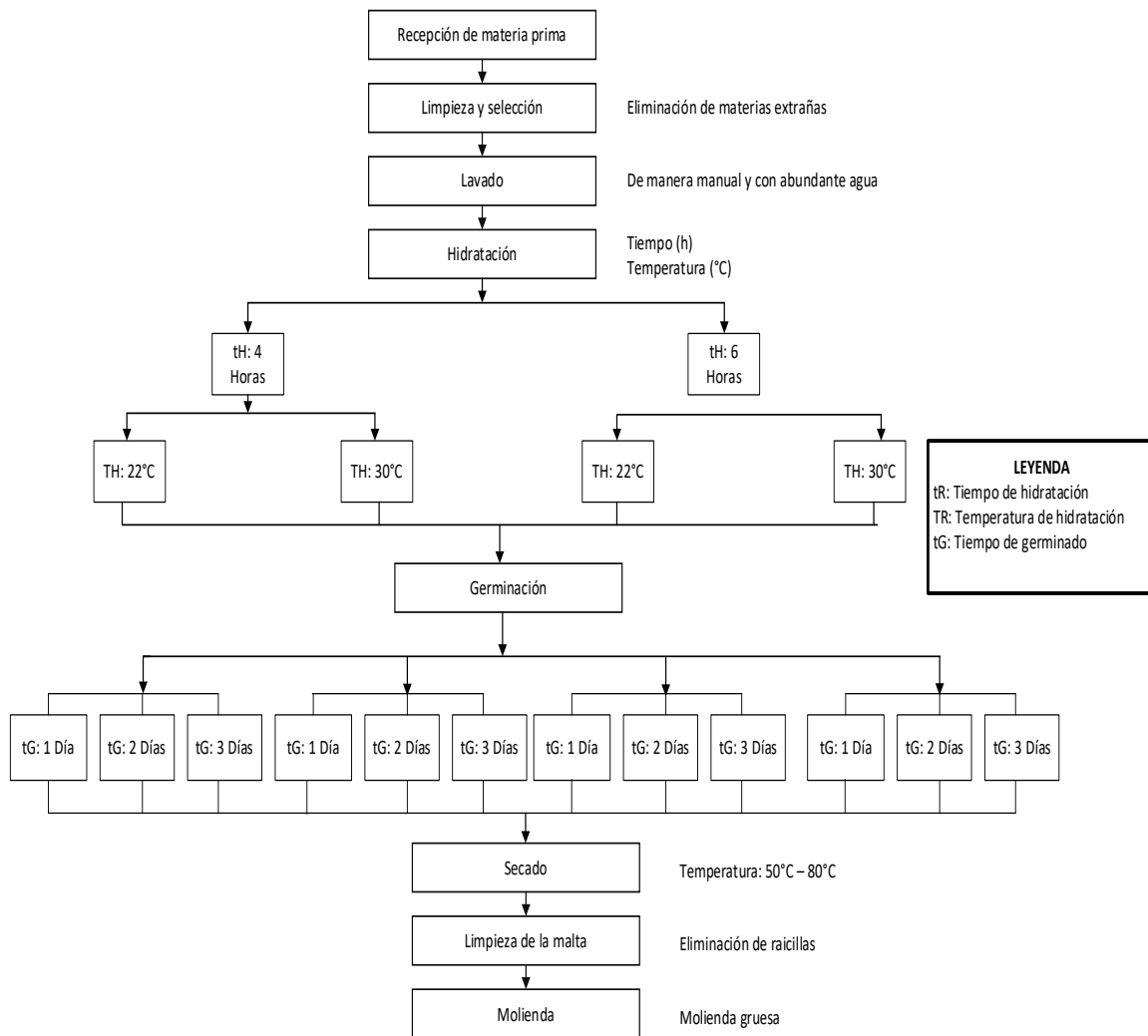


Figura 2: Diagrama de Flujo de la Producción de Harina de quinua malteada

Recepción: La recepción de la quinua se realizó en la UNAJ, después de su recepción se realizó el análisis del contenido de proteína.

Selección del grano de quinua: La selección de los granos se realizó eliminándose las pajas, granos rotos, cáscara y granos negros.

Lavado: El lavado manual se realizó en un recipiente en 3 repeticiones cada 4 minutos utilizando 600 ml de agua potable.

Hidratación: En un recipiente con agua con un pH = 7.11, se agregó la quinua, en esta etapa se controló dos temperaturas de 15°C y 22°C a 4 y 6 horas.

Germinación: Tras la etapa de hidratación, los granos se mantuvieron a temperatura ambiente durante un periodo de 3 días, humedeciéndolos cada 8 horas, y se realizó una evaluación diaria del comportamiento de las proteínas.

Secado: Para detener la actividad enzimática, los granos germinados se colocaron en una estufa a 60°C durante 5 horas.

Limpieza de la malta: Después del secado, se dejó a temperatura ambiente (22 °C) y luego se retiraron las raicillas frotando.

Molienda: Los granos secos se tostaron y se molieron.

Para evaluar los parámetros en las etapas de hidratación y de germinación se consideraron los estudios realizados por:

(Alvarez, 2012; Chaparro et al., 2010) que realizó el proceso de germinado por 6h a 30°C en la etapa de remojo y en la germinación se humedeció la muestra con agua a 30°C cada 12 horas durante 3 días.

(Aguilar et al., 2019) donde el proceso de germinación consistió en las etapas de hidratación (4h - 25°C) y germinación (48 h 25°C).

b. Métodos de análisis

Determinación de proteína (AOAC, 1990) Anexo 4

c. Diseño estadístico

El diseño experimental para determinar el efecto del tiempo de hidratación, temperatura de hidratación y tiempo de germinación sobre el contenido de proteína de la quinua malteada fue el Experimento Factorial de 2Ax2Bx3C y teniendo como variable respuesta el contenido de proteína a un nivel de significancia del 5%. Como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 9: Matriz del Experimento Factorial

		R1	R2	R3	Yijk	
tH: 4h	T°H: 22°C	tG: 1 día	Y111	Y112	Y113	Y11
		tG: 2 días	Y121	Y122	Y123	Y12
		tG: 3 días	Y131	Y131	Y131	Y13
	T°H: 30°C	tG: 1 día	Y211	Y212	Y213	Y21
		tG: 2 días	Y221	Y222	Y223	Y22
		tG: 3 días	Y231	Y232	Y233	Y23
tH: 6h	T°H: 22°C	tG: 1 día	Y311	Y312	Y313	Y31
		tG: 2 días	Y321	Y322	Y323	Y32
		tG: 3 días	Y331	Y332	Y333	Y33
	T°H: 30°C	tG: 1 día	Y411	Y412	Y413	Y41
		tG: 2 días	Y421	Y422	Y423	Y42
		tG: 3 días	Y431	Y432	Y433	Y43

Donde:

tH: Tiempo de hidratación a 4 horas y 6 horas

T°H: Temperatura de hidratación a 15°C y 22°C

tG: Tiempo de germinación de 1,2 y 3 días

R1, R2 y R3: Replicas

d. Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \text{ (Niveles de factor A)} \\ j = 1, 2, \dots, b \text{ (Niveles de factor B)} \\ k = 1, 2, \dots, c \text{ (Niveles de factor C)} \end{cases}$$

Y_{ijkl} = Variable de respuesta l – ésima observación bajo el k

– ésimo nivel de factor C, en el j – ésimo nivel del factor B, sujeto al i

– ésimo **nivel** de tratamiento A.

μ = Media general

α_i = Efecto del i – ésimo nivel del factor "A"

β_j = Efecto del j – ésimo nivel del factor "B"

γ_k = Efecto del k – ésimo nivel del factor "C"

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i – ésimo nivel del factor A y el j – ésimo nivel del factor B

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el i – ésimo nivel del factor A y el k – ésimo nivel del factor C

$(\beta\gamma)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el j – ésimo nivel del factor B y el k – ésimo nivel del factor C

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = Efecto de la interacción el i – ésimo nivel del factor A, el j – ésimo nivel del factor B y el k – ésimo nivel del factor C

ε_{ijkl} = Error experimental asociado a la ijk – ésima unidad experimental

3.6.2. Objetivo específico (2)

Efecto de la adición de la quinua malteada y zumo de naranja sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida nutritiva endulzada con panela.

a. *Variables de estudio*

Variable independiente:

- Porcentaje de quinua malteada
- Porcentaje de zumo de naranja

Variables dependientes:

- Características fisicoquímicas
 - Contenido de proteína
 - Contenido de vitamina C
- Características sensoriales
 - Sabor
 - Olor
 - Color
 - Textura
 - Apariencia general

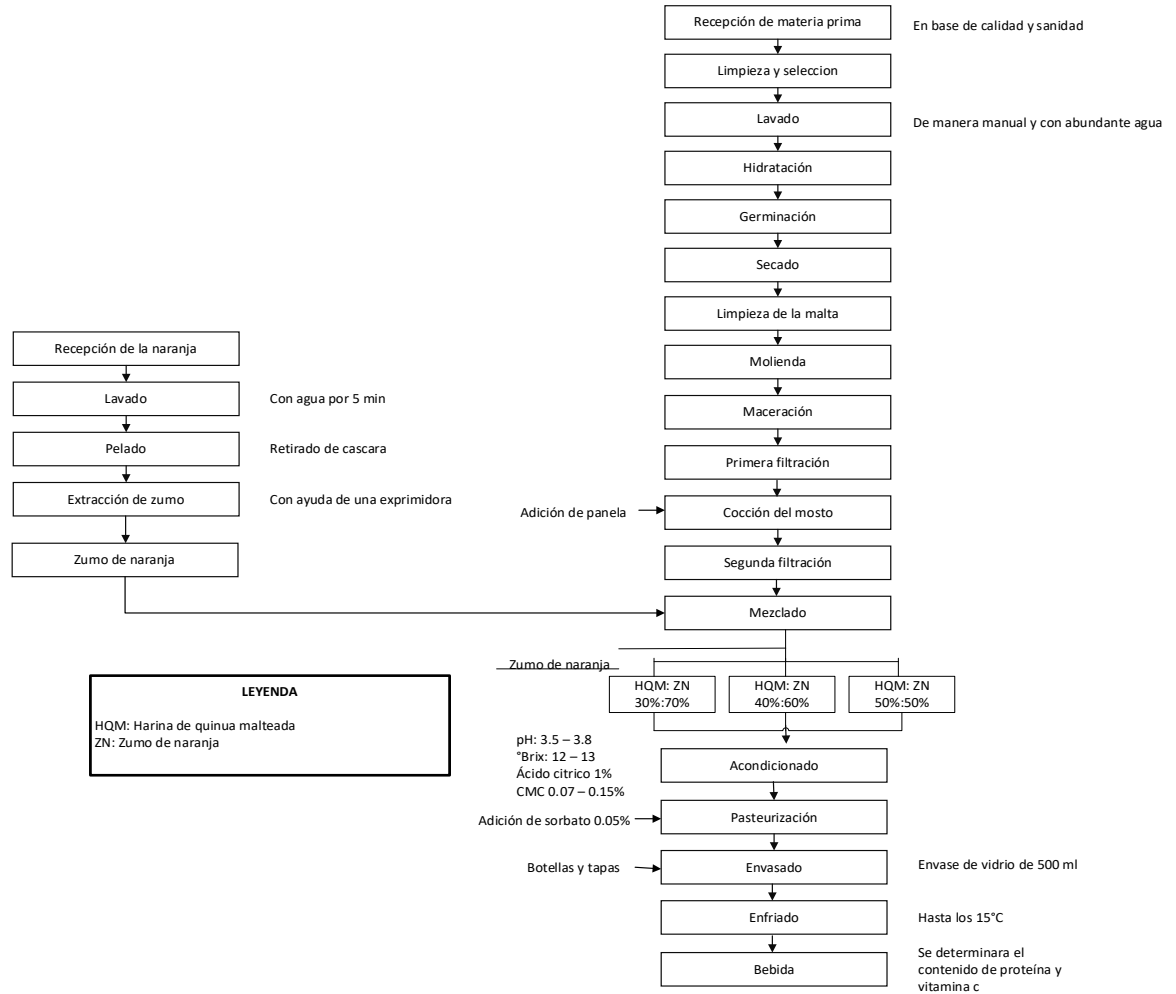


Figura 3: Flujograma de elaboración de la bebida nutritiva

i. Para el zumo de naranja

Recepción de la naranja: En el proceso de recepción de la naranja se evaluaron las características físicas y se separaron aquellas que presentaban algún daño.

Lavado: Para remover las impurezas de la fruta, se llevó a cabo un lavado manual con agua a temperatura ambiente durante un período de 5 minutos.

Pelado: Se retiro la cascará de la naranja con un cuchillo.

Extracción del zumo: El zumo de naranja se extrajo usando un exprimidor.

ii. Bebida de quinua malteada

Maceración: La malta previamente tostada y molida se combinó con agua en una proporción de 1:5 para obtener el mosto. La mezcla fue sometida a calentamiento a temperaturas comprendidas entre 45 °C y 70 °C durante un periodo de 1 hora y 30 minutos, bajo agitación continua, con el fin de favorecer la solubilización de azúcares y proteínas, y continuar la degradación del almidón restante.

Primera filtración: Se realizó la separación del líquido del residuo sólido para extraer el mosto de los restos de grano.

Cocción del mosto: Al mosto se ha ebullido a una temperatura de entre 60 °C y 65 °C por unos 15 minutos, momento en el cual se adiciona la panela.

Segunda filtración: Se eliminó el contenido sólido precipitado, separando nuevamente el líquido, con el fin de obtener una bebida libre de partículas en suspensión.

iii. Bebida nutritiva

Mezclado: Se mezcló el zumo de naranja y la bebida de quinua malteada, esta se realizó según el diseño experimental.

Acondicionado: Antes de la pasteurización la muestra fue acondicionada agregando ácido cítrico hasta alcanzar un pH entre 3.5 y 3.8, también se agregó panela obteniendo 12°Brix y CMC en una concentración de 0.15%.

Pasteurización: Las bebidas fueron pasteurizadas a una temperatura entre 80°C - 85°C por 15 segundos, además se adiciono el sorbato de potasio como conservante.

Envasado: La bebida que se obtuvo se llenó en botellas de 250 ml y se taparon.

Enfriado: La bebida envasada paso por un choque térmico por lo que se enfrió a 15°C para finalmente almacenarla.

b. Métodos de análisis

Propiedades químicas

Determinación de proteína (AOAC, 1990) Anexo 4

Determinación de vitamina C (Fang, 2017) Anexo 4

Características sensoriales

Para evaluar las características sensoriales se trabajó con 100 jueces no entrenado utilizando una prueba hedónica de 5 puntos que va desde (1) “me disgusta mucho” hasta (5) “Me gusta mucho” donde se evaluó el sabor, color, olor, textura y apariencia general, detallado en el ANEXO 6.

c. Diseño estadístico

El diseño experimental para determinar el efecto de la adición de la quinua malteada y zumo de naranja sobre las características fisicoquímicas de una bebida endulzado con panela fue el Diseño Completamente al Azar teniendo como variable respuesta el contenido de proteína y vitamina C a un nivel de significancia del 5%. Como se detalla en la siguiente Tabla.

Tabla 10: Matriz del Diseño Completamente al Azar

Fuente de Variabilidad	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	SC_{trat}/gl_{trat}	CM_{trat}/CM_{cc}
Error experimental	t(r-1)	$SC_{total} - SC_{trat}$	SC_{cc}/gl_{cc}	
Total	tr-1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

Donde:

Tratamientos: Quinua: Naranja 30%:70%, 40%:60% y 50%:50%

d. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{cases}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta ij – ésima unidad experimental

μ = Media general de la variable de respuesta

τ_i = Efecto del i – ésimo tratamiento (nivel del factor) en una variable dependiente

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij – ésima unidad experimental

Para evaluar el efecto de la adición de quinua malteada y jugo de naranja sobre las características sensoriales de una bebida endulzada con panela, se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Las variables de respuesta incluyeron sabor, aroma, color, textura y apariencia general, utilizando un nivel de significancia del 5%. La información correspondiente se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 11: Matriz del Diseño de Bloques Completamente al Azar

Fuente de Variabilidad	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fo
Jueces	r-1	$\sum_{j=1}^r \frac{Y_j^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	SC_{trat}/gl_{trat}	CM_{trat}/CM_{trat}
Error experimental	(t-1)(r-1)	$SC_{total} - (SC_{trat} + SC_{bloque})$	SC_{cc}/gl_{cc}	
Total	tr-1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

Tratamientos: Quinua: Naranja 30%:70%, 40%:60% y 50%:50%

e. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, r \end{cases}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta observada o medida en el i – ésimo tratamiento y el j – ésimo bloque

μ = Media general de la variable de respuesta

τ_i = Efecto del i – ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j – ésimo bloque

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij – ésima unidad experimental

Tabla 12: Formulación de la bebida nutritiva

Ingredientes	Porcentaje %		
	30:70	40:60	50:50
Quinoa malteada (Kg)	3.75	5	6.25
Zumo de naranja (Kg)	8.75	7.5	6.25
Panela (Kg)	0.488	0.525	0.563
Ácido cítrico (g)	225	225	225
CMC (g)	22.5	22.5	22.5
Sorbato de potasio (g)	7.5	7.5	7.5

3.6.3. Objetivo específico (3)

Determinación de los parámetros óptimos de la aplicación del ultrasonido en función de las características fisicoquímicas en la bebida nutritiva.

a. Variables de estudio

Variable independiente:

- Frecuencia de ultrasonido 40 y 60 kHz
- Tiempo de ultrasonido 10 y 30 minutos
- Temperatura de ultrasonido 25 y 35 °C

Variables dependientes:

- Contenido de vitamina C
- pH
- °Brix

Se aplico el ultrasonido a la bebida que tubo mejores características fisicoquímicas y mayor aceptabilidad desarrollado el objetivo específico 2.

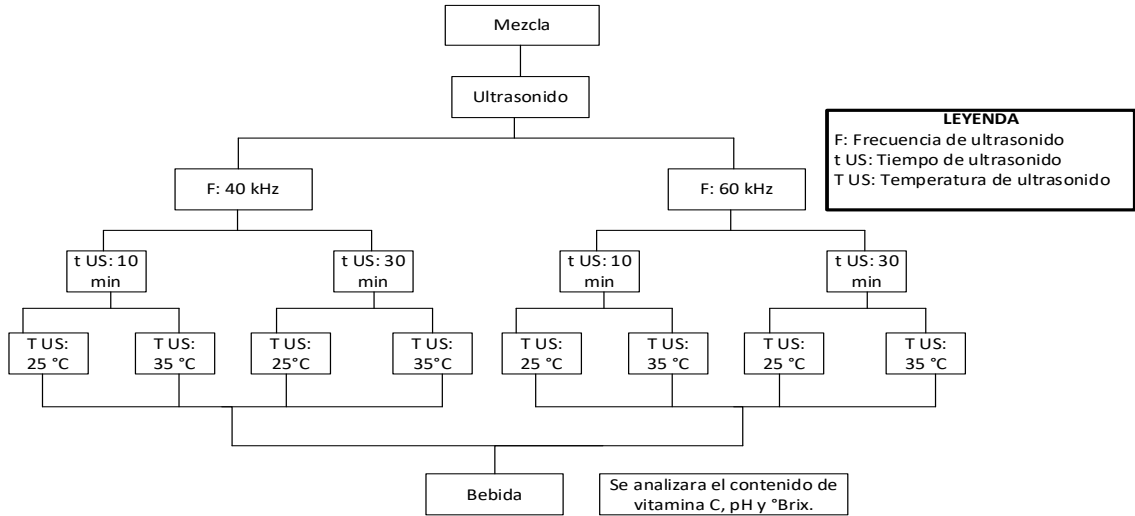


Figura 4: Aplicación de ultrasonido

Las muestras envasadas fueron tratadas en un baño ultrasónico, utilizando frecuencias de 40 y 60 kHz, durante periodos de 10 y 30 minutos, y manteniendo temperaturas de 25 y 35 °C.

Se determinó el contenido de vitamina C, pH y °Brix antes y después de la aplicación de ultrasonido con el fin de evaluar si existe diferencias significativas en la bebida.

Perez, (2019) usa la aplicación de ultrasonidos para evaluar en el efecto de la vitamina C con los valores de Temperatura 25 y 45°C con un tiempo de 30 y 45 min y con la frecuencia de 40 kHz.

b. Métodos de análisis

Características fisicoquímicas

Determinación de vitamina C (Fang, 2017) Anexo 4

Determinación de pH (AOAC, 1990) Anexo 4

De terminación de °Brix (AOAC, 1990) Anexo 4

c. Diseño experimental

El diseño experimental para determinar los parámetros óptimos de la aplicación de ultrasonido en función de las características fisicoquímicas en la bebida nutritiva fue el Diseño Central

Compuesto (DCC) teniendo como variable respuesta la vitamina C, pH y °Brix a un nivel de significancia de 5%.

Tabla 13: Matriz del Diseño Central Compuesto para 40 kHz y 60 kHz

Tratamientos	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Vitamina C	pH	°Brix
1	10	25			
2	30	25			
3	10	35			
4	30	35			
5	6	30			
6	34	30			
7	20	23			
8	20	37			
9	20	30			
10	20	30			
11	20	30			

d. Modelo estadístico

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2$$

Y= Variable respuesta

$\beta_0 = Constante$

$X_1 = Factor tiempo$

$X_2 = Factor temperatura$

3.6.4. Objetivo específico (4)

Evaluación de la aceptabilidad sensorial de las bebidas con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix) después de la aplicación del ultrasonido

a. Variables de estudio

Variable independiente:

- Bebidas con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH, °Brix)

Variables dependientes:

- Aceptabilidades sensoriales

Sabor

Olor

Color

Textura

Apariencia general

b. Métodos de análisis

Para la evaluación de las características sensoriales, se contó con la participación de 100 jueces no entrenados, empleando una escala hedónica de 5 puntos, que abarca desde (1) “me disgusta mucho” hasta (5) “me gusta mucho”. En esta evaluación se consideraron atributos sensoriales como sabor, color, aroma, textura y apariencia general, de acuerdo con lo establecido en el ANEXO

c. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado para analizar la aceptabilidad sensorial de las bebidas con mejores propiedades fisicoquímicas (contenido de vitamina C, pH y °Brix) fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar. Las variables de respuesta analizadas incluyeron aroma, color, sabor, textura y apariencia general, considerando un nivel de significancia del 5%. Estos aspectos se describen en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 14: Matriz del Diseño de Bloques Completamente al Azar

Fuente de Variabilidad	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fo
Jueces	r-1	$\sum_{j=1}^r \frac{Y_j^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		
Tratamientos	t-1	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	SC_{trat}/gl_{trat}	CM_{trat}/CM_{trat}
Error experimental	(t-1)(r-1)	$SC_{total} - (SC_{trat} + SC_{bloque})$	SC_{cc}/gl_{cc}	
Total	tr-1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

d. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, r \end{cases}$$

Y_{ij} = Variable de respuesta observada o medida en el i – ésimo tratamiento y el j – ésimo bloque

μ = Media general de la variable de respuesta

τ_i = Efecto del i – ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j – ésimo bloque

ε_{ij} = Error experimental asociado a la ij – ésima unidad experimental

3.6.5. Objetivo específico (5)

Determinación de las características microbiológica de la bebida nutritiva

a. Variables de estudio

Variable independiente:

- Temperatura 25°C

Variables dependientes:

- Características microbiológicas
 - Coliformes totales
 - Mohos
 - Levaduras

b. Métodos de análisis

Características microbiológicas

Coliformes totales (NTP, 2009) ANEXO 5.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Efecto del tiempo de hidratación, temperatura de hidratación y tiempo de germinación sobre el contenido de proteína de la quinua malteada

Tabla 15: *Contenido de proteína de la quinua sin germinar y germinada*

		QSG	15.42	
QG	TR: 4h	TG: 1 día	11.52	
		T°R: 22°C	TG: 2 días	9.52
		TG: 3 días	11.11	
	TR: 6h	TG: 1 día	10.2	
		T°R: 30°C	TG: 2 días	13.38
		TG: 3 días	13.99	

QSG: Quinoa sin germinar

QG: Quinoa germinada

La Tabla 15 presenta el contenido de proteína en la quinua blanca de Juli antes del proceso de germinación, registrando un valor proteico de 15.42%, como también el contenido de proteína de la quinua germinada después de cada tratamiento.

Según el ANOVA (ANEXO 8) el tiempo de hidratación no tiene una influencia significativa sobre el contenido de proteína, lo contrario sucede con la temperatura de hidratación y tiempo de germinación, teniendo mejores resultados trabajándose a 15°C, para los días de germinación se obtuvieron variaciones en los tratamientos donde en algunos el segundo día la concentración de proteína tenía un descenso y al tercer día aumentaba, otros tratamientos en los cuales a media que transcurrían los días el contenido de proteína aumentaba y por ultimo un tratamiento donde el segundo día tenía un aumento y el tercer día un descenso, esto trabajado a un nivel de significancia del 5%. El descenso de proteína según (Torres, Cova, & Valera, 2018) se debe a que en el proceso de germinación el embrión hidratado libera giberelinas, esto hace que se produzcan enzimas hidrolíticas que degradan las proteínas, las hidrolizan en moléculas más sencillas de tal forma que tienen un peso molecular más bajo.

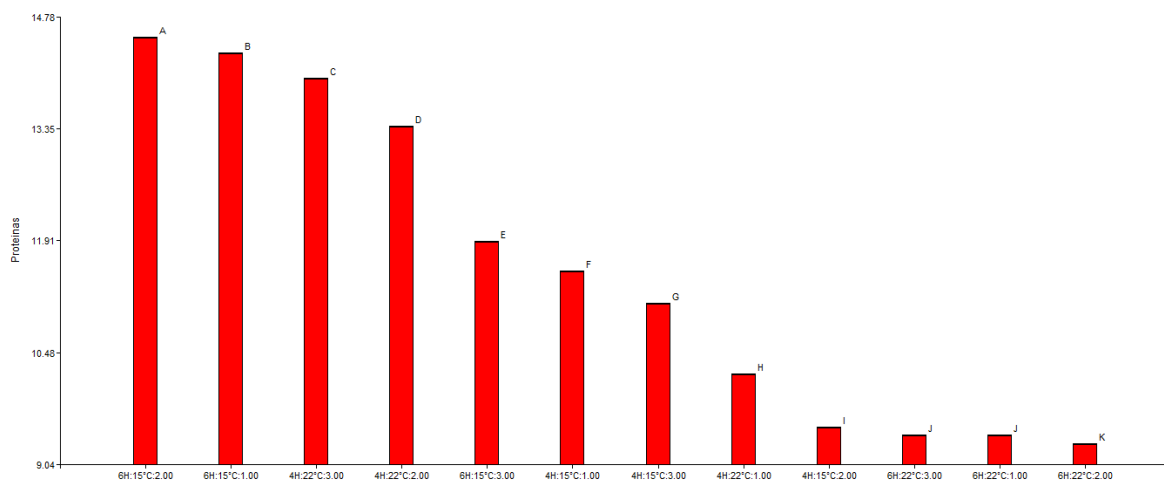


Figura 5: Contenido de proteína para cada tratamiento.

En la fig. 5 se muestra la prueba de comparación múltiple de Tukey (ANEXO 9), donde se observa que se tiene un mejor contenido de proteína a un tiempo de hidratación de 6 horas, a una temperatura de 15°C por el periodo de 2 días, en el cual se obtuvo 14.52% de proteína.

Al evaluar la germinación de la quinua a una temperatura de 15 °C con un tiempo de hidratación de 6 horas, se observa que en el primer día hay una reducción del 7 % en el contenido de proteína en comparación con la quinua no germinada, pero al segundo día se ve un incremento del 1% al contenido de proteína del primer día, finalmente al tercer día se mostró un descenso del 18%

respecto al contenido de proteína del segundo día, la variación del porcentaje de proteínas por el proceso de germinado muestran similar comportamiento con lo reportado por Chaparro et al., (2010). La investigación analizó cómo la germinación influye en la cantidad y la biodisponibilidad de proteínas presentes en semillas de amaranto, quinua, soya y guandul. En caso de la quinua, esta fue remojada durante 6 horas a 30 °C y luego germinada por tres días. Los resultados no mostraron diferencias significativas en el contenido de proteína durante el segundo y tercer día de germinación. Sin embargo, se observó que el proceso de germinación mejoró la digestibilidad de la proteína en la quinua, mientras que en el amaranto provocó una disminución en dicha digestibilidad.

Sin embargo, los resultados encontrados no coinciden con lo reportado por Casas et al., (2016) que estudio el efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de quinua y mango, donde indica que el proceso de germinación incremento en un 9.9% el contenido de proteína en la harina de quinua respecto a la harina de quinua sin germinar. Tampoco coinciden con lo reportado por Luque et al., (2019) que evaluaron la influencia del proceso de germinación sobre el contenido de proteínas y aminoácidos en la quinua fue evaluado, observándose un incremento en la concentración proteica como resultado, quinua germinada tenía un incremento del 1.3% respecto al contenido de proteína de la quinua sin germinar.

Por otra parte Alvarez, (2012) en su estudio de elaboración y caracterización de una bebida de quinua malteada y otra a base de quinua sin maltear encontró que el contenido de proteína tuvo un descenso significativo al ser germinada, así mismo evaluó el efecto del tiempo y cantidad de agua teniendo como resultado que a 4 horas con 150ml de agua la quinua alcanzaba un porcentaje de 51.90% de humedad lo cual permitió el inicio del proceso de germinado, Chaparro et al., (2010) también indica que a 6 horas de hidratación la quinua supera el 40% de humedad y se puede dar el proceso de germinado, ambos indican que la quinua tiene una alta capacidad de absorción de agua lo que facilita su proceso de germinación y esto concuerda con los resultados al no haber una diferencia significativa en el tiempo de hidratación sobre el contenido de proteína. Así mismo Luque et al., (2019) En su investigación sobre el efecto del proceso de

germinación en el contenido de proteínas y aminoácidos de la quinua, señalan que tanto la temperatura como el tiempo son factores determinantes que afectan dicho proceso.

4.2. Efecto de la adición de la quinua malteada y zumo de naranja sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida nutritiva endulzada con panela.

Tabla 16: Contenido de proteína y vitamina C para cada una de las formulaciones.

	Formulaciones %		
	30:70	40:60	50:50
Contenido de proteína (g/100ml)	1.05	1.08	1.08
Contenido de vitamina C (mg/ml)	0.89	0.88	0.86

En el ANOVA (ANEXO 10) se puede observar que las formulaciones si presentan diferencias significativas evaluadas a un nivel de significancia del 5%.

En la prueba de comparación múltiple de Tukey (ANEXO 10), podemos observar que no existen diferencias significativas entre la formulación 40%/60% y 50%/50%, teniendo estas una mayor influencia sobre el contenido de proteína, mientras que la formulación 30%/70% presenta menor contenido de proteína.

Casas et al., (2016) nos indica que debido a la transformación de proteínas en aminoácidos que se da en el proceso de germinado, las bebidas que contienen mayor porcentaje de la bebida germinada presentan mayores contenidos de proteína, además nos indica que hay una relación directa entre el incremento de la bebida germinada y su contenido de proteína, así como se muestra en los resultados.

El proceso de malteado incrementa en un 9.9% el contenido de proteínas de la harina de quinua, debido a que en este proceso se desarrolla amilasas y proteasas, que son capaces de convertir los hidratos de carbono más complejos (almidón) en azúcares más sencillos, y transforman las proteínas en aminoácidos y péptidos, aportando de esta manera un mayor valor nutricional a la

quinua (Bravo et al., 2013). La quinua malteada influye directamente en el contenido de proteína de las bebidas según sea el porcentaje añadido (Velazco, 2007).

En cuanto a la Vitamina C el ANOVA (ANEXO 11) también nos indica que hay diferencias significativas entre las formulaciones en la elaboración de la bebida, trabajando a un nivel de significancia del 5%.

En la prueba de comparación múltiple de Tukey (ANEXO 11), indica que las formulaciones 30%/70% y 40%/60% muestran un mayor contenido de vitamina C seguido de la formulación 50%/50%.

La vitamina C participa en la absorción del hierro, en presencia de 25-75 mg de vitamina C, la absorción del hierro no hemínico de una comida se duplica o triplica, además que la vitamina C es poco estable y resulta inestable en soluciones neutras y alcalinas y cuando se exponen al aire, la luz y el calor (Cardero et al., 2009).

Considerando los resultados del contenido de proteína y vitamina C la formulación representada por 40% de bebida malteada y 60% de zumo de naranja que presenta 1.08g/100ml de proteína y 0.89mg/ml de vitamina C que es mayor a las demás formulaciones.

Análisis sensorial

En el ANOVA (ANEXO 12) se puede observar que las formulaciones si presentan diferencias significativas respecto al sabor evaluadas a un nivel de significancia del 5%, de acuerdo con las medias obtenidas y la prueba de comparación múltiple de Tukey (ANEXO 13,14,15 Y 16) observando que no hay diferencias significativas en los atributos color, olor, textura y apariencia general de las diferentes formulaciones.

La formulación que tiene 40% de bebida de quinua malteada y 60% de zumo de naranja tiene 1.08 g/100ml de proteína y 0.88mg/ml de vitamina C, además tiene una mayor aceptabilidad respecto al sabor por los jurados, estando en un rango de “Me gusta”, (Casas et al., 2016) en su

estudio del efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de una bebida de quinua y mango, indica que el proceso de malteado favorece la calidad nutricional y sensorial de la bebida de quinua y mango, sin embargo Alvarez, (2012) en su estudio de elaboración y caracterización de una bebida de quinua malteada y otra a base de quinua sin maltear indica que no encontró diferencias significativas en la aceptación sensorial de la bebida de quinua mateada y sin maltear, pero indica que ambas tienen una aceptación sensorial por el jurado.

4.3. Determinación de los parámetros óptimos de la aplicación del ultrasonido en función de las características fisicoquímicas en la bebida nutritiva.

La formulación que obtuvo mayor contenido de proteína, vitamina C y mayor aceptabilidad representada por 40% de bebida malteada y 60% de zumo de naranja, se aplicó el ultrasonido con el fin de evaluar el efecto sobre las características fisicoquímicas las cuales se muestran en la Tablas 18 y 19. Antes de la aplicación se determinó el contenido de vitamina C, pH y °Brix como se visualiza en la Tabla 17.

Tabla 17: Resultados de la vitamina C, pH y °Brix antes del proceso de ultrasonido

	Vitamina C	pH	°Brix
Antes del proceso de ultrasonido	0.88 mg/ml	3.8	12.8

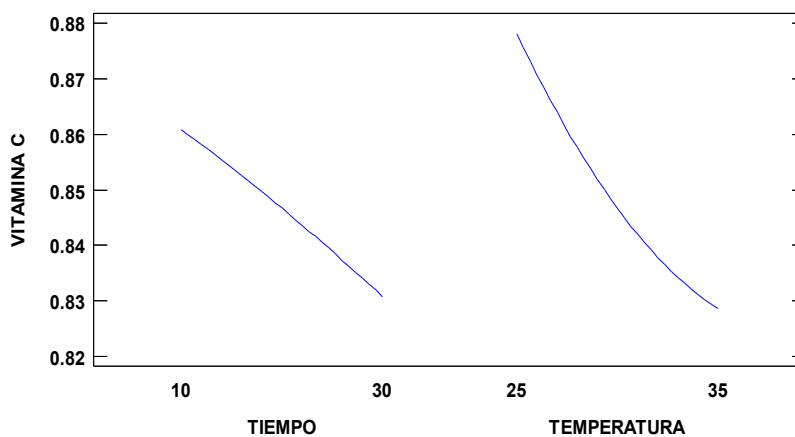
La Tabla 17 presenta los resultados del contenido de vitamina C, que fue de 0,88 mg/ml, en la bebida elaborada a partir de quinua germinada y jugo de naranja en una proporción de 40:60, la cual mostró un pH de 3.8 y un valor de 12.8 °Brix.

La bebida de quinua malteada con mango que realizo Casas et al., (2016) tuvo un pH de 6.35 e indica que esto se debe a la harina de quinua malteada, este resultado es mucho mayor al que se obtuvo en este estudio ya que para regularlo se utilizó ácido cítrico en la formulación y 11.5°Brix, siendo similar al resultado obtenido.

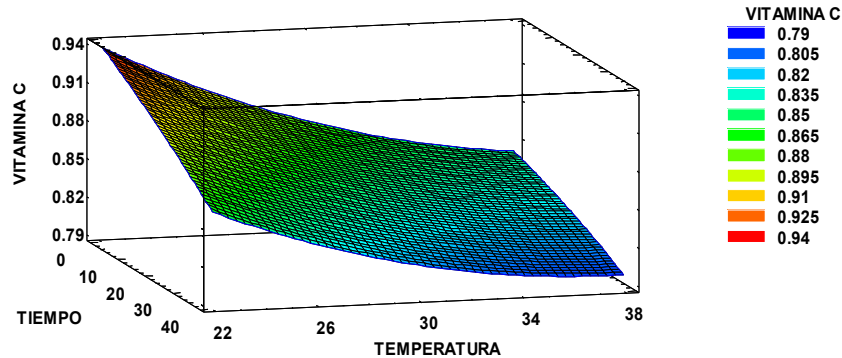
Tabla 18: Resultados de la vitamina C, pH y °Brix respecto al tiempo y temperatura en la aplicación de ultrasonido a 40kHz

Tratamientos	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Vitamina C (mg/ml)	pH	°Brix
1	10	25	0.92	3.8	12.6
2	30	25	0.89	3.78	12.5
3	10	35	0.83	3.79	12.5
4	30	35	0.81	3.79	12.5
5	6	30	0.86	3.8	12.6
6	34	30	0.81	3.77	12.5
7	20	23	0.86	3.76	12.3
8	20	37	0.84	3.8	12.6
9	20	30	0.85	3.74	12.6
10	20	30	0.85	3.75	12.5
11	20	30	0.84	3.76	12.4

En la Tabla 18 se visualiza los resultados de la aplicación de diferentes tiempos y temperaturas del ultrasonido a 40kHz de frecuencia evaluando el contenido de la vitamina C, pH y °Brix. El ANOVA (ANEXO 17, 19 y 21) indica que a una potencia de 40 KHz no se encuentran diferencias significativas entre tratamientos respecto a la vitamina C y °Brix, a excepción del pH donde se puede observar que los tiempos de ultrasonido influyen de manera significativa.



(a)



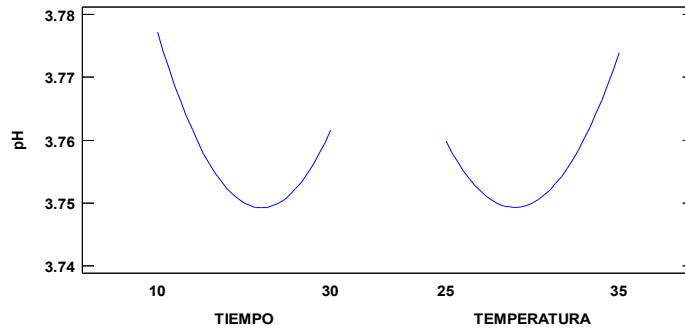
(b)

$$\begin{aligned} \text{Vitamina C} = & 1.29222 - 0.00267555 * \text{TIEMPO} - 0.0219568 * \text{TEMPERATURA} - \\ & 0.00000833327 * \text{TIEMPO}^2 + 0.00005 * \text{TIEMPO} * \text{TEMPERATURA} + \\ & 0.000266663 * \text{TEMPERATURA}^2 \end{aligned}$$

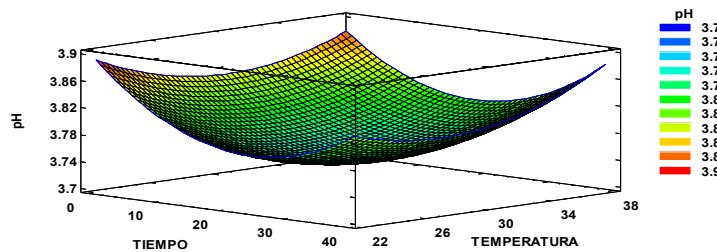
Figura 6: (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de vitamina C respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 40kHz de frecuencia.

La Figura 6 muestra una disminución en el contenido de vitamina C conforme se incrementan tanto el tiempo como la temperatura durante la aplicación de ultrasonido a 40kHz de frecuencia. Según el ANOVA (ANEXO17) el tiempo, la temperatura y la interacción de tiempo y temperatura no tienen un efecto significativo sobre el contenido de vitamina C. En la gráfica de superficie de respuesta se muestra el contenido de vitamina C tiene un valor mínimo de 0.79mg/ml y un valor máximo de 0.94mg/ml, también indica que el tiempo óptimo sería de 6 min a una temperatura de 23°C para tener 0.92mg/ml de vitamina C (ANEXO 18).

La falta de ajuste (ANEXO 17) resulto significativa, lo que indica que este modelo no se ajusta a la evaluación del efecto de las variables independientes (frecuencia, tiempo y temperatura) sobre la variable respuesta (vitamina C), por lo tanto, no presenta una buena predicción.



(a)



(b)

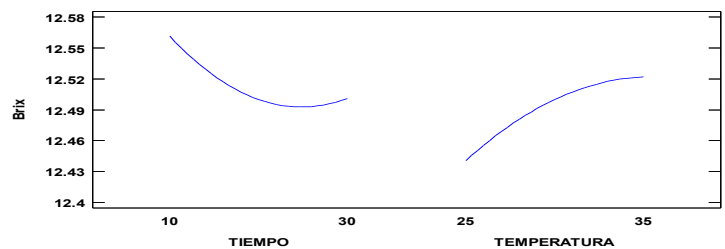
$$\text{pH} = 4.46818 - 0.0115304 \cdot \text{TIEMPO} - 0.0410854 \cdot \text{TEMPERATURA} + 0.000193751 \cdot \text{TIEMPO}^2 + 0.0001 \cdot \text{TIEMPO} \cdot \text{TEMPERATURA} + 0.000674994 \cdot \text{TEMPERATURA}^2$$

Figura 7: (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de pH respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 40kHz de frecuencia.

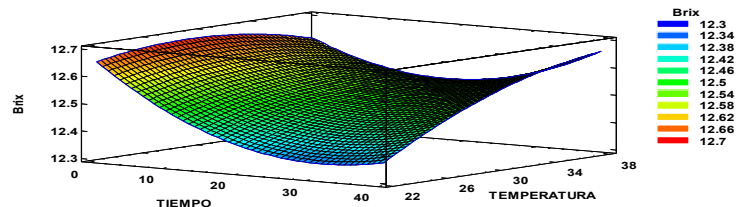
En la Figura 7 se muestra que el pH disminuye a medida que aumenta el tiempo hasta 20min aproximadamente, posterior a ello tiene la tendencia de incrementar los valores de pH así mismo al incrementar la temperatura a 30°C aproximadamente se reduce los valores de pH, por encima de ello vuelve a incrementar, concluyendo que a mayor tiempo y temperatura de ultrasonido hay la tendencia de incrementar el pH. Según el ANOVA (ANEXO 19) el tiempo tiene un efecto significativo sobre el pH, más no la interacción del tiempo y temperatura en la aplicación de ultrasonido a 40kHz de frecuencia. En la gráfica de superficie de respuesta se muestra que el pH tiene un valor mínimo de 3.7 y un valor máximo de 3.9, también indica que los parámetros

óptimos de exposición al ultrasonido son de 6 min y la temperatura es 37°C para tener un pH de 3.8 (ANEXO 20).

La falta de ajuste (ANEXO 19) resulto no significativo, lo cual nos indica que este modelo se ajusta a la evaluación del efecto de las variables independiente (frecuencia, tiempo y temperatura) sobre la variable respuesta (pH), por lo tanto, presenta una buena predicción.



(a)



(b)

$$\text{Brix} = 12.0672 - 0.0305178 \cdot \text{TIEMPO} + 0.0431065 \cdot \text{TEMPERATURA} + 0.0003125 \cdot \text{TIEMPO}^2 + 0.0005 \cdot \text{TIEMPO} \cdot \text{TEMPERATURA} - 0.000749998 \cdot \text{TEMPERATURA}^2$$

Figura 8: (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de los °Brix respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 40kHz de frecuencia.

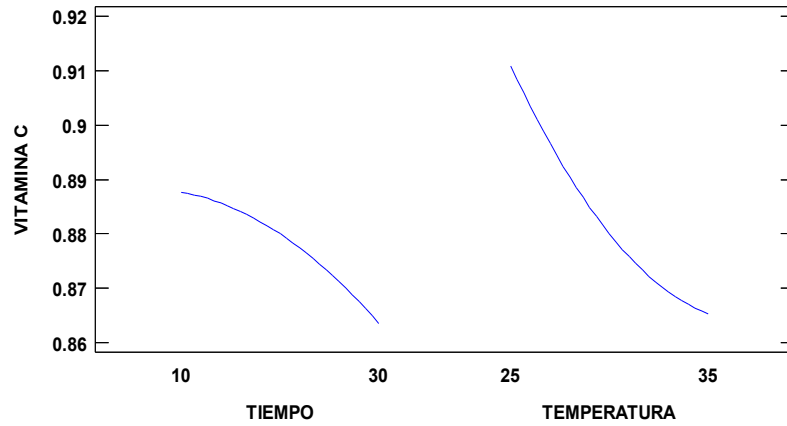
En la Figura 8 se visualiza que los sólidos solubles descienden mientras que aumenta el tiempo hasta 25min aproximadamente, posterior a ello tiene la tendencia de incrementar los valores de °Brix, pero los sólidos solubles tienden a incrementar a medida que la temperatura aumenta en el ultrasonido. Según el ANOVA (ANEXO 21) el tiempo, la temperatura y la interacción de tiempo y temperatura no tienen un efecto significativo sobre los sólidos solubles en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia. En la gráfica de superficie de respuesta se muestra que los °Brix tienen un valor mínimo de 12.3 y un valor máximo de 12.7, también indica que los valores óptimos son de 6 min a 36°C para obtener 12.6°Brix (ANEXO 22).

La falta de ajuste (ANEXO 21) resulto no significativo, lo cual nos indica que este modelo se ajusta a la evaluación del efecto de las variables independiente (frecuencia, tiempo y temperatura) sobre la variable respuesta (°Brix).

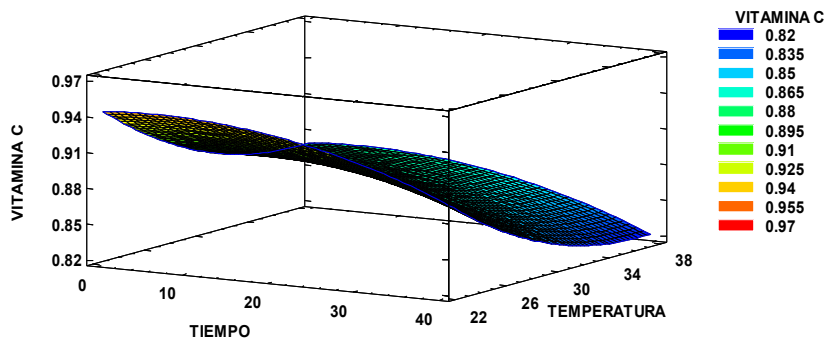
Tabla 19: Resultados de la vitamina C, pH y °Brix respecto al tiempo y temperatura en el proceso de ultrasonido a 60kHz.

Tratamientos	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Vitamina C	pH	°Brix
1	10	25	0.93	3.8	12.8
2	30	25	0.91	3.79	12.7
3	10	35	0.86	3.78	12.7
4	30	35	0.84	3.78	12.5
5	6	30	0.89	3.78	12.7
6	34	30	0.85	3.77	12.6
7	20	23	0.91	3.78	12.8
8	20	37	0.88	3.8	12.7
9	20	30	0.88	3.77	12.8
10	20	30	0.87	3.75	12.6
11	20	30	0.89	3.74	12.6

En la Tabla 19 se visualiza los resultados que se han obtenidos tras la aplicación de distintos tiempos de tratamiento. y temperaturas de ultrasonido a 60kHz de frecuencia evaluando el contenido de la vitamina C, pH y °Brix. El ANOVA (ANEXO 23, 25 y 27) indica que a una potencia de 60kHz no se encuentran diferencias significativas entre tratamientos respecto a la vitamina C, pH y °Brix.



(a)



(b)

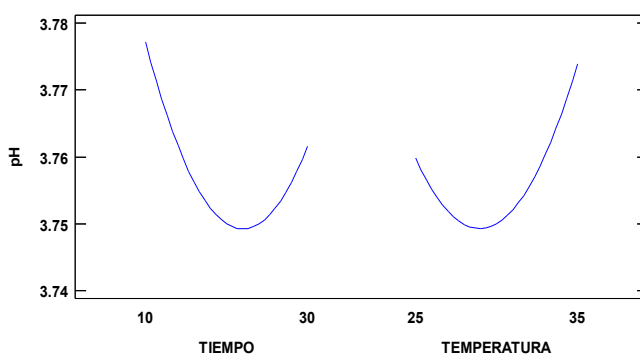
$$\text{Vitamina C} = 1.31596 + 0.000542889 * \text{Tiempo} - 0.0240605 * \text{temperatura} - 0.0000437499 * \text{Tiempo}^2 + 0.0 * \text{Tiempo} * \text{temperatura} + 0.000324998 * \text{temperatura}^2$$

Figura 9: (a) *Gráfica de efectos principales* y (b) *Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de vitamina C respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 60kHz de frecuencia.*

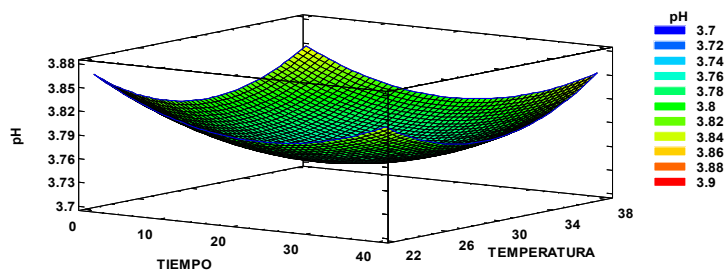
En la Figura 9 se observa una disminución en el contenido de vitamina C conforme se incrementa el tiempo de tratamiento y temperatura de ultrasonido a 60kHz de frecuencia. Según el ANOVA (ANEXO 23) el tiempo, la temperatura y la interacción de tiempo y temperatura no tienen un efecto significativo sobre el contenido de vitamina C. En la gráfica de superficie de

respuesta se muestra el contenido de vitamina C tiene un valor mínimo de 0.82mg/ml y un valor máximo de 0.97mg/ml, también indica que el tiempo optimo seria de 6 min a una temperatura de 23°C para tener 0.94Gmg/ml de vitamina C (ANEXO 24).

La falta de ajuste (ANEXO 23) resulto no significativo, lo cual nos indica que este modelo se ajusta a la evaluación del efecto de las variables independiente (frecuencia, tiempo y temperatura) sobre la variable respuesta (vitamina C). por lo tanto, presenta una buena predicción.



(a)



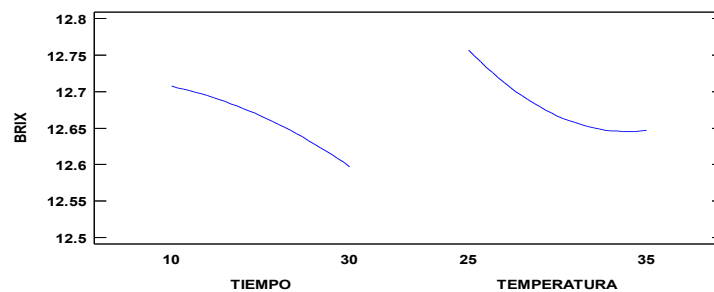
(b)

$$\text{pH} = 4.54398 - 0.00663513 \cdot \text{Tiempo} - 0.0480425 \cdot \text{temperatura} + 0.000120834 \cdot \text{Tiempo}^2 + 0.00005 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{temperatura} + 0.000783327 \cdot \text{temperatura}^2$$

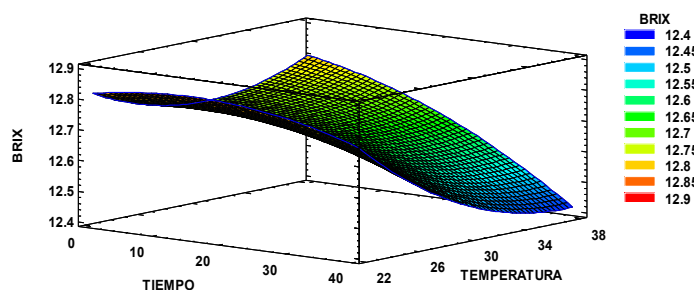
Figura 10: (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de pH respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 60kHz de frecuencia.

En la Figura 10 presenta que el pH desciende a medida que incrementa el tiempo hasta 23 min aproximadamente, posterior a ello tiene la tendencia de incrementar los valores de pH, así mismo al incrementar la temperatura a 28°C aproximadamente se reduce los valores de pH, por encima de ello vuelve a incrementar, concluyendo que a mayor tiempo de ultrasonido el pH desciende y a mayor temperatura de ultrasonido hay la tendencia de incrementar el pH. Según el ANOVA (ANEXO 25) el tiempo, la temperatura y la interacción del tiempo y temperatura en la no tienen un efecto significativo sobre el pH en la aplicación de ultrasonido a 60kHz de frecuencia. En la gráfica de superficie de respuesta se muestra que el pH tiene un valor mínimo de 3.7 y un valor máximo de 3.9, también indica que los parámetros óptimos de exposición al ultrasonido son de 6 min y la temperatura es 23°C para tener un pH de 3.8 (ANEXO 26)

La falta de ajuste (ANEXO 25) resultado no significativo, lo cual nos indica que este modelo se ajusta a la evaluación del efecto de las variables independiente (frecuencia, tiempo y temperatura) sobre la variable respuesta (pH). por lo tanto, presenta una buena predicción.



(a)



(b)

$$\text{Brix} = 14.0247 + 0.0153156 \cdot \text{Tiempo} - 0.0860351 \cdot \text{temperatura} - 0.000145834 \cdot \text{Tiempo}^2 - 0.0005 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{temperatura} + 0.00141666 \cdot \text{temperatura}^2$$

Figura 11. (a) Gráfica de efectos principales y (b) Gráfica de superficie de respuesta de comportamiento de los °Brix respecto al tiempo y temperatura de aplicación de ultrasonido a 60kHz de frecuencia.

En la Figura 11 se evidencia una disminución de los sólidos solubles a medida que se aumenta el tiempo de tratamiento y temperatura de ultrasonido a 60kHz de frecuencia. Según el ANOVA (ANEXO 27) el tiempo, la temperatura y la interacción de tiempo y temperatura no tienen un efecto significativo sobre los sólidos solubles en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia. En la gráfica de superficie de respuesta se muestra que los °Brix tienen un valor mínimo de 12.4 y un valor máximo de 12.9, también indica que los valores óptimos son de 13 min a 38°C para obtener 12.8°Brix (ANEXO 28).

La falta de ajuste (ANEXO 27) resulto no significativo, lo cual nos indica que este modelo se ajusta a la evaluación del efecto de las variables independiente (frecuencia, tiempo y temperatura) sobre la variable respuesta (°Brix). por lo tanto, presenta una buena predicción.

Arevalo, Lira, Pascual, Trejo, & Moreno, (2018) En su estudio, se utilizaron irradiación UV-C, ozono y ultrasonido de baja frecuencia como métodos alternativos a la pasteurización para el tratamiento de jugo de piña combinado con espinaca; en el caso del ultrasonido, se aplicó una frecuencia de 42 kHz de frecuencia por 20 y 25 min al evaluar el contenido de vitamina C encontró que no hay diferencias significativas al aplicar el ultrasonido, lo contrario sucedió al aplicar un proceso de pasteurización, ya que el contenido de vitamina C disminuyó en un 38%, de la misma forma en este estudio no se encontró un efecto significativo del tiempo y temperatura de ultrasonido a 40kHz y 60kHz sobre el contenido de vitamina C, donde el contenido de vitamina C disminuyo hasta en un 10.2%, en el estudio realizado por (Aucayauri, 2011) donde analizo la degradación térmica del ácido ascórbico en zumo de naranja Valencia, la pasteurización a 90 °C por 15 minutos puede provocar una reducción de hasta el 35.13 % en el contenido de vitamina C.

Por otra parte Perez, (2019) en su estudio sobre el efecto del tiempo de exposición al ultrasonido y la temperatura en las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y recuento de mohos y levaduras del mesocarpio de “zarzamora” aplico 40kHz de frecuencia, indica que el tiempo y la temperatura tuvo efectos significativos sobre el contenido de vitamina C, Además, nos dice que trabajando a una temperatura de 25°C por 30 min existe menos variación en el contenido de vitamina C, así mismo G. Gomez, (2022) en su estudio sobre el efecto del tratamiento con ultrasonido en zumo de mango ciruelo sometiénolo a tiempos de 20 y 30 min y frecuencias de 37KHz a 80KHz, encontró que el tiempo y frecuencias de ultrasonido tuvieron un efecto significativo sobre la vitamina C, donde el contenido de vitamina C tuvo una

disminución a mayor tiempo e indica que al aplicar una frecuencia de 37KHz por 30 min tiene una mayor concentración de vitamina C siendo esta 42.2mg/100g.

El tiempo tuvo efectos significativos sobre el pH trabajado a 40kHz de frecuencia teniendo concordancia con los resultados reportados por Perez, (2019) quién indica que el tiempo en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia tuvo un efecto significativo sobre el pH más no la temperatura e indica que es mejor trabajar a 40°C por 30 min. Por otra parte G. Gomez, (2022) que trabajo a tiempos de 20 y 30 min y frecuencias de 37KHz a 80KHz en el ultrasonido indica que el tiempo y frecuencias no tuvo un efecto significativo sobre el pH coincidiendo con los resultados en este estudio ya que el tiempo no tuvo un efecto significativo sobre el pH trabajado a 60kHz de frecuencia. (Gelvez, Campo, & Villada, 2015) nos dice que los valores del pH aumentan debido a la cavitación que genera el crecimiento y colapso de las burbujas en los líquidos, así también ya que se liberan sustancias volátiles aromáticas durante la cavitación que ocasiona el aumento de la temperatura en el proceso de ultrasonido.

D. Ruiz et al., (2018) aplico el ultrasonido de potencia en las propiedades físicas de un jugo mixto de naranja y apio donde evaluó el efecto del tiempo a una frecuencia de 20KHz donde indica que el incremento del tiempo en el ultrasonido no provoco cambios significativos sobre el contenido de solidos solubles, similares resultados fueron encontrados por (G. Gomez, 2022) en su aplicación de ultrasonido en zumo de mango ciruelo y Perez, (2019) que aplico ultrasonido en el mesocarpio de “zarzamora” a 40kHz de frecuencia. El incremento de sólidos solubles puede atribuirse a que la implosión de las microburbujas, generadas por el ultrasonido, destruye los tejidos de las paredes celulares, esto permite un mayor ingreso de agua y sólidos solubles en las membranas celulares (Perez, 2019).

4.4. Evaluación de la aceptabilidad sensorial de las bebidas con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix) después de la aplicación del ultrasonido

En el ANOVA (ANEXO 29, 30, 31,32 y 33) se puede observar que hay diferencias significativas respecto a la aceptabilidad sensorial entre la bebida antes y después de ser sometida al ultrasonido, evaluadas con un nivel de significancia del 5%, de acuerdo con la evaluación estadística realizada mediante la prueba de Tukey, la bebida de quinua con zumo de naranja que paso por el ultrasonido tiene una mayor aceptabilidad sensorial por el jurado respecto al sabor, color, olor, textura y apariencia general.

Según Paniwnyk (2017) menciona que la aplicación del US en mezclas y bebidas mejora la emulsificación y homogenización y en los jugos de fruta logrando mejorar la retención y la calidad total. Los tratamientos físicos, como el ultrasonido, junto con otros métodos como la irradiación, microondas o pulsos eléctricos, permiten llevar a cabo procesos de estabilización sin aumentar significativamente la temperatura del producto, lo que favorece la conservación de sus propiedades sensoriales. Analizando los resultados presentados en la Tabla 18, el uso de ultrasonido resultó en una mayor aceptación sensorial del producto.

4.5. Determinación de las características microbiológicas (coliformes totales, mohos y levaduras) de la bebida nutritiva

Tabla 20: Resultados de Coliformes Totales en las muestras de ultrasonido y prueba patrón

Muestra	N° de tubos con reacciones positivas			índice de NMP por 100 cm ³
	3 tubos con 10 cm ³	3 tubos con 1 cm ³	3 tubos con 0.1 cm ³	
US	3	0	0	23
PP	0	0	0	0

US: ultrasonido

PP: Prueba patrón (pasteurizado)

Tabla 21: Resultados de E.Coli en las muestras de ultrasonido y prueba patrón

Muestra	N° de tubos con reacciones positivas			índice de NMP por 100 cm ³
	3 tubos con 10 cm ³	3 tubos con 1 cm ³	3 tubos con 0.1 cm ³	
US	0	0	1	3
PP	0	0	0	0

Tabla 22: Resultados de Mohos y levaduras en la muestra de ultrasonido y prueba patrón

Diluciones de muestra de la bebida nutritiva						
Muestra	10⁻¹	10⁻²	10⁻³	10⁻⁴	10⁻⁵	Promedio
US	170	152	126	1	0	112
PP	0	0	0	0	0	0

Los datos presentados en las Tablas 20, 21 y 22 corresponden a los resultados obtenidos respecto a la detección o no detección de *E. coli*, coliformes totales, y mohos y levaduras, respectivamente. El tratamiento de ultrasonidos (US) no fue eficiente para la eliminación de carga microbiana, mientras en la prueba patrón (PP) cual se pasteurizo no se encontró carga microbiana en ninguna de las tablas-.

Según la NTP (2009) (ANEXO 2) los requisitos microbiológicos requeridos en coliformes totales es de <3 NMP y el recuento de mohos y levaduras es de 10 por lo tanto en los resultados de la muestra de ultrasonido (US) no se cumple por haber encontrado 23 NMP en coliformes totales y 112 UFC en el recuento de mohos y levaduras, en los resultados encontrados del tratamiento de prueba patrón (PP) si cumple con la normativa al no tener presencia de coliformes totales, mohos y levaduras.

Según Aurelio et al., (1999) que para la inactivación de microorganismos la forma de usar el tratamiento de ultrasonido es de forma directa en el alimento, se ha analizado que los microorganismos como *Echerichia Coli* y *Saccaromyces cerevisiae* presentan mayores resistencias al US debido al tamaño de estos microorganismos,

La aplicación del US durante la pasteurización de la leche se ha aprobado una eficacia al inactivar *E. coli*, *Pseudomonas fluorescens* y *Listeria monocytogenes* sin presentar efectos adversos en la caseína de la leche pasteurizada sometiendo a T° de 70 y 95°C Cameron et al., (2009) en el tratamiento de US resultante, el parámetro temperatura no fue muy alto como lo que hizo el autor se realizó a temperaturas entre 23 y 35°C con el objetivo de mantener la vitamina C al ser termodegradable.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

Se determinó que el tratamiento por ultrasonido aplicado a la bebida nutritiva no generó cambios significativos en el pH ni en los grados °Brix. No obstante, contribuyó a preservar el contenido de vitamina C y mejoró las propiedades sensoriales del producto, como el sabor, color, aroma, textura y apariencia general.

- Se comprobó que las mejores condiciones para el proceso de germinado de la quinua Blanca de Juli son 6 horas de hidratación a 15°C de temperatura de hidratación por 2 días de germinación.
- Se determinó que la mejor formulación es representada por 40% de bebida malteada y 60% de zumo de naranja la cual obtuvo mayor contenido de proteína (1.08g/100ml), vitamina C (0.89 mg/ml) y aceptabilidad sensorial.
- Se determinó que el tratamiento óptimo fue la aplicación de ultrasonido a 60kHz de frecuencia por 30 min a 35°C, donde se obtuvo mayor contenido de vitamina C (0.93mg/ml).
- La bebida nutritiva mejoro sus características sensoriales después del proceso de ultrasonido en el sabor, color, olor, textura y apariencia general.
- Se concluye que la aplicación del tratamiento ultrasonidos con una frecuencia 60kHz, temperatura de 35°C durante 30 minutos en la bebida nutritiva no elimina los microorganismos, teniendo presencia de Coliformes totales, mohos y levaduras y que la prueba patrón si es eficiente ante la eliminación de carga microbiana

5.2.RECOMENDACIONES

- Efectuar la desinfección de la materia prima a fin de prevenir su deterioro durante la germinación.
- Llevar a cabo investigaciones relacionadas con la digestibilidad de la proteína presente en la bebida nutritiva.
- Realizar estudios de ultrasonido evaluando las características microbiológicas.

Análisis complementarios

Determinación de proteína (AOAC, 1990) Anexo 4

Determinación de fibra cruda (AOAC, 1990) Anexo 4

Determinación de ceniza (AOAC, 1990) Anexo 4

Determinación de grasa total (AOAC, 1990) Anexo 4

Determinación de carbohidratos (AOAC, 1990) Anexo 4

Determinación de pH (AOAC, 1990) Anexo 4

Determinación de °Brix (AOAC, 1990) Anexo 4

Determinación de acidez (AOAC, 1990) Anexo 4

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., Claudio, A., Obregón, J., Soriano, J., & Barraza, G. (2019). Malting process as an alternative to obtain high nutritional quality quinoa flour. *Journal of Cereal Science*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102858>
- Alvarez, Y. (2012a). *Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas una a base de quinua malteada y otra a base de quinua sin maltear (chenopodium quinoa)*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna.
- Alvarez, Y. (2012b). *Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas una a base de quinua malteada y otra a base de quinua sin maltear (chenopodium quinoa)*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (Vol. 1).
- Aquino, H. (1995). *Determinación de un embalaje óptimo de madera para naranjas en sus variedades washigton, criolla, valencia y tangelo*. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Arevalo, J., Lira, A., Pascual, S., Trejo, M., & Moreno, C. (2018). Aplicación de irradiación UV-C , ozono y ultrasonido de baja frecuencia como métodos alternativos a la pasteurización en jugo de piña con espinaca. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3.
- Arif, S., Batool, A., Nazir, W., Khan, R. S., & Khalid, N. (2019). Physiochemical characteristics nutritional properties and health benefits of sugarcane juice. In *Non-alcoholic Beverages: Volume 6. The Science of Beverages*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815270-6.00008-6>
- Aucayauri, E. (2011). *Estudi de la cinética de degradación térmica del ácido ascórbico durante la pasteurización del zumo de naranja valencia (Citrus sinensis)*.
- Aurelio, L., Sandra, G., & Stella, M. (1999). Saccharomyces cerevisiae thermal inactivation combined with ultrasound. *Journal of Food Protection*.
- Ayala, G., & Ortega, C. (2014). *Valor nutritivo y usos de la quinua*.
- 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*.

- Bravo, M., Reyna, R., Gómez, J., & Guapaya, M. (2013). *Estudio químico y nutricional de granos andinos germinados de quinua (Chenopodium Quinoa) y Kiwicha (Amarantus Caudatus)*. , 54–60.
- Cameron, M., McMaster, L., & Britz, T. (2009). *Impacto del ultrasonido en los microbios del deterioro de los lácteos y los componentes de la leche*. 83–98.
- Carbajal, A. (2013). *Manual de Nutrición y Dietética*.
- Cardero, Y., Sarmiento, R., & Selva, A. (2009). *Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica*. 13(6).
- Casas, N., Salgado, Y., 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*, 6.
- Chaparro, D., Pismag, R., Elizalde, A., Vivas, N., & Erazo, C. (2010a). Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en las semillas de amaranto, quinua, soya y guandul. *Scielo*, 8(1).
- Chaparro, D., Pismag, R., Elizalde, A., Vivas, N., & Erazo, C. (2010b). Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en las semillas de amaranto, quinua, soya y guandul. *Scielo*, 8(1).
- Dolatowski, Z., Standnik, J., & Stasiak, D. (2012). *La aplicación del ultrasonidos en la tecnología de los alimentos*.
- Duarte-Almeida, J. M., Salatino, A., Genovese, M. I., & Lajolo, F. M. (2011). Phenolic composition and antioxidant activity of culms and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) products. *Food Chemistry*, 125(2), 660–664.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.059>
- Elizabeth, F., & Mafe, D. (2010). *Concepto de bebidas nutritivas*.
- Fang, Z. (2017). *Métodos analíticos para la determinación de vitamina C en alimentos*.
- FAO. (2013). *Proteínas*.
- FAO, & OMS. (2018). *Proyecto de norma para el jugo de caña de azúcar deshidratado no centrifugado*.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2013). *Quinoa*. http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/?no_mobile=1

- FAO, WHO, IFAD, WFP, & UNICEF. (2020). In Brief to The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. In *In Brief to The State of Food Security and Nutrition in the World 2020*. FAO, WHO, IFAD, WFP, UNICEF. <https://doi.org/10.4060/ca9699en>
- Feng, S., Luo, Z., Zhang, Y., Zhong, Z., & Lu, B. (2014). Phytochemical contents and antioxidant capacities of different parts of two sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, *151*, 452–458. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.057>
- Ferreira, R., Memédio, M., Mamede, G., Eduardo, C., Ramos, A., Lorenzo, R., Gutierrez, R., & Colombo, T. (2019). Orange juice added with L . casei: is there an impact of the probiotic addition methodology on the quality parameters ? *LWT - Food Science and Technology*, *106*, 186–193. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.047>
- Garriga, A. (2002). Reología de espesantes celulósicos para pinturas al agua: Modelación y mecanismo de espesamiento asociativo. *Universidad de Barcelona*, *76*.
- Gelvez, V., Campo, Y., & Villada, D. (2015). Efecto del ultrasonido en las propiedades físicas de la leche entera. *Bistua Revista De La Facultad De Ciencias Basicas*, *13*(2), 79. <https://doi.org/10.24054/01204211.v2.n2.2015.1803>
- Glaciano, J. (2013). *La quinua*.
- Gomez, G. (2022). *Efecto del tratamiento con ultrasonido en zumo de mango ciruelo (Spondias mombin) sobre las propiedades fisicoquímicas , inactivación enzimática y contenido de vitamina C*.
- Gomez, J., & Lopez, A. (2009a). *Aplicaciones del ultrasonido en el tratamiento de alimento*.
- Gomez, J., & Lopez, A. (2009b). *Aplicaciones del ultrasonido en el tratamiento de alimento*.
- Guldan, G. S. (2020). *Undernutrition and Overnutrition: The Challenging Double Burden of Malnutrition* (W. Leal Filho, Ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95681-7_60
- Harish, M. A., Sathisha, U. V., Manohar, M. P., Chandrashekar, K. B., & Dharmesh, S. M. (2009). Cytoprotective and antioxidant activity studies of jaggery sugar. *Food Chemistry*, *115*(1), 113–118. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.067>

- Hornero, D., Cerrillo, I., Ortega, Á., Roodríguez, M., Escudero, B., Martín, F., & Fernández, M. (2018). β -Cryptoxanthin is more bioavailable in humans from fermented orange.pdf. *Food Chemistry*, 262.
- Hough, J. (1990). *Biotecnología de la cerveza y de la malta*. Acribia S.A.
- INEI. (2008). *Encuesta nacional de presupuestos familiares*.
- INEI. (2019). *Porcentaje de anemia en la región de Puno*.
- IPE (Instituto Peruano de Economía). (2022). *Puno es la región con mayor nivel de anemia a nivel nacional*. <https://www.ipe.org.pe/portal/puno-es-la-region-con-mayor-nivel-de-anemia-a-nivel-nacional/>
- ISO16212. (2017). *Mohos y Levaduras*.
- Iza, J., & Moya, L. (2020). *Evaluación del comportamiento de los indicadores físico químicos, sensoriales, microbiológicos y de aceptación de la bebida isotónica preparada a partir del jugo natural de naranja estandarizada durante su almacenamiento*.
- Jaffé, W. (2012). Health Effects of Non-Centrifugal Sugar (NCS). *Sugar Tech*, 14(2), 87–94. <https://doi.org/10.1007/s12355-012-0145-1>
- Jaffé, W. (2015). Nutritional and functional components of non centrifugal cane sugar: A compilation of the data from the analytical literature. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 194–202. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.06.007>
- Jumrani, J., & Rai, V. (2020). The unacceptable status quo: malnutrition challenges of the developed and developing world. *Wheat and Barley Grain Biofortification*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818444-8/00001-8>
- Kimball Dan, A. (1999). *Procesado de los cítricos*. 443.
- Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V., & Lee, D. U. (2004). Applications and potential of ultrasonics in food processing. *Trends in Food Science and Technology*, 15. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.12.001>
- Luque, O., Parillo, I., Sacachipana, R., Yucra, Y., Mamani, Y., & Baylor, L. (2019). Influencia del proceso de germinación en el contenido de proteínas y aminoácidos de la quinua (chenopodium quinoa Wild) variedad Pasankalla Roja. *ÑAWPARISUN*, 2(1).

- Melgar Rojas, R. (1989). *Estudio de Pre-factibilidad para la instalación de una planta procesadora de cítricos en la Estación Experimental Agropecuaria de la UNCP-Satipo*. Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- MIDAGRI. (2022). El Agro en cifras. *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*, 1–164.
- MINAGRI. (2017). *Análisis económico de principales frutas y verduras*.
- Moongngarm, A., & Saetung, N. (2010). Comparison of chemical compositions and bioactive compounds of germinated rough rice and brown rice. *Food Chemistry*, 122(3), 782–788. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.053>
- Moreiras, O., Valera-Moreiras, G., Avila, G., Beltran, B., & Cuadradro, C. (2009a). *Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta*. 8.
- Moreiras, O., Valera-Moreiras, G., Avila, G., Beltran, B., & Cuadradro, C. (2009b). *Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta*. 8.
- Mueller, S., Llewellyn, E., & Mader, H. (2010). *The rheology of suspensions of solid particles*. 1201–1228.
- NTP, 203.1102009. (2009a). *Jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisitos*.
- NTP, 203.1102009. (2009b). *JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos*.
- NTP, 203.1102009. (2009c). *JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos*.
- Ocampo, O. (2000). *Elaboración y conservación de néctares a partir de lulo variedad*. universidad nacional de colombia.
- ONU. (2022). *Informe de las Naciones Unidas: las cifras del hambre en el mundo aumentaron hasta alcanzar los 828 millones de personas en 2021*.
- OPS. (2023). *Informe ONU: 131 millones de personas en América Latina y el Caribe no pueden acceder a una dieta saludable*.
- Paniwnyk, L. (2017). Ultrasonics Sonochemistry Applications of ultrasound in processing of liquid foods : A review. *Ultrasonics - Sonochemistry*, 38, 794–806. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.12.025>
- Perez, C. (2019a). *Efecto del tiempo de exposición al ultrasonido y la temperatura en las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y microbiológicas de la pulpa de zarzamora (Rubus floribundus Kunth)*.

- Perez, C. (2019b). *Efecto del tiempo de exposición al ultrasonido y la temperatura en las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y microbiológicas de la pulpa de zarzamora (Rubus floribundus Kunth)*.
- Perez-Escamilla, R., Bermudez, O., Buccini, G. S., Kumanyika, S., Lutter, C. K., Monsivais, P., & Victora, C. (2018). Nutrition disparities and the global burden of malnutrition. *BMJ (Online)*, 361. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2252>
- Porras, O., Gonzalo, G., Castellano, A., & Pacheco, M. (2011). *Efecto del tiempo de exposición al ultrasonido y la temperatura en las propiedades fisicoquímicas, contenido de vitamina C y microbiológicas de la pulpa de zarzamora (Rubus floribundus Kunth)*. 58.
- Pozos, A., Jimenez, A., & Garcia, B. (2011). *Caracterización nutricional de la panela. Procitrus*. (2009). *Los cítricos y su producción en el Perú*.
- Rao, M. (2006). *Rheology of fluid and semisolid foods: principles and applications*. second, 481.
- Reyes, E. (2006a). *Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región andina*. 5.
- Reyes, E. (2006b). *Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región andina*. 5.
- Rivas, I. (2007). *Ultrasonido en el proceso de conservación de alimentos líquidos*.
- Rivera Figueroa, M. M. (2006a). *Obtención, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (Chenopodium quinoa)*. Universidad de Chile.
- Rivera Figueroa, M. M. (2006b). *Obtención, caracterización estructural y determinación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de quinua orgánica (Chenopodium quinoa)*. Universidad de Chile.
- Rocío, G. (2005). Biodisponibilidad de hierro. *SciELO*, 14(26).
- Rojas, M. (2017). *Piura exporta Panela granulada cada año*.
- Rojas, W., Alandia, G., Irigoyen, J., Blajos, J., & Santivañez, T. (2011). La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. *Oficina Regional Para America Latina y El Caribe, FAO*, 37, 66. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.03.010>

- Ruiz, D., Ventura, G., Rodriguez, G., & Juarez, H. (2018a). *Estudio de la aplicación de ultrasonidos de potencia en las propiedades físicas de un jugo mixto de frutas y vegetales*.
- Ruiz, D., Ventura, G., Rodriguez, G., & Juarez, H. (2018b). *Estudio de la aplicación de ultrasonidos de potencia en las propiedades físicas de un jugo mixto de frutas y vegetales*.
- Ruiz, M., Bustamante, M., Corcuera, A., Guere, E., & Osore, C. (2018). *Diseño del proceso productivo de una bebida energética y nutritiva a base de cereales andinos y frutas de la ciudad de Piura*. Universidad de Piura.
- Sánchez, J. (2012). *Evolución de la desnutrición crónica en menores de cinco años en el Perú*. 29(3).
- Seguí, L., Calabuig, L., Betoret, N., & Fito, P. (2015). Physicochemical and antioxidant properties of non-refined sugarcane alternatives to white sugar. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(12), 2579–2588.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.12926>
- Shubham, K., Anukiruthika, T., Dutta, S., Kashyap, A. V., Moses, J. A., & Anandharamkrishnan, C. (2020). Iron deficiency anemia: A comprehensive review on iron absorption, bioavailability and emerging food fortification approaches. *Trends in Food Science and Technology*, 99(February), 58–75.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.021>
- SIEN (Sistema de información del estado nutricional), & HIS (Sistema de salud asistencial). (2022). *PRIMER SEMESTRE Estado Nutricional de Niños y Gestantes que acceden*.
- Stokes, J., Boehm, M., & Stefan, B. (2013). *Oral processing texture and mouthfeel: from rheology to tribology and beyond*.
- Technoserver. (2004). *Estudio de competitividad del sector citrícola*.
- Torres, A., Cova, A., & Valera, D. (2018). *Efecto del proceso de germinación de granos de Cajanuscajan en la composición nutricional, ácidos grasos, antioxidantes y bioaccesibilidad mineral*. 45(4), 323–330.
- Ulusoy, B., Colak, H., & HamplikyanH. (2007). El uso de ondas ultrasonicas en tecnologia de los alimentos. *Revistas de Investigacion de Ciencias Biologicas*, 491–497.

- Velazco, M. (2007). *Elaboración de una bebida nutritiva a partir del malteado de quinua*. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Vidal, Apaza., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*.
- Villalta, W. (2012). *Beneficios de la panela producida orgánicamente frente al azúcar blanco*.
- Villareal, Y., Mejía, D., Osorio, O., & Cérom, A. (2013). *Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina c en jugos de frutas*.
- WHA. (2014). *WHA Global Nutrition Targets 2025: Anaemia Policy Brief*. 1–7.

6. ANEXOS

ANEXO 1: *Formato de evaluación sensorial*

Apellidos y Nombres:	Fecha:/...../.....
	Hora:
Sexo: a) masculino b) femenino	Edad.....años.

Sírvase degustar las muestras que se presentan. Señale su respuesta marcando una de las alternativas correspondientes a cada una de las características de las muestras, de acuerdo a la Escala Hedónica mostrada a continuación;

1 = me disgusta mucho

2 = me disgusta

3 = no me gusta ni me disgusta

4 = me gusta

5 = me gusta mucho

	Muestra:			
Sabor	Color	Olor	Textura	AG
	Muestra:			
Sabor	Color	Olor	Textura	AG
	Muestra:			

AG: Apariencia General

ANEXO 2: Requisitos microbiológicos para jugos, néctares y bebidas de frutas (NTP, 2009).

	n	m	M	c	Método de Ensayo
Coliformes NMP/cm ³	5	<3	--	0	FDA BAM On Line ICMSF
Recuento estándar en placa REP UFC/ cm ³	5	10	100	2	ICMSF
Recuento de mohos UFC/cm ³	5	1	10	2	ICMSF
Recuento de levaduras UFC/cm ³	5	1	10	2	ICMSF

En donde

n = número de muestras por examinar

m = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad

M = índice máximo permisible para identificar, el nivel aceptable de calidad

C = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M

< = léase menor a

ANEXO 3: Contenido mínimo de sólidos solubles (grados brix) para jugos, purés y bebidas de fruta (NTP, 2009).

Nombre Botánico	Nombre común de la fruta	Nivel mínimo de grados Brix para jugo de fruta (a partir de exprimidos, reconstituido, purés)	Néctares mínimo 20 % de puré y/o jugo en el néctar⁶	Bebidas mínimo 10 % de puré y/o jugo en el néctar
<i>Anacardium occidentale L.</i>	Manzana de acajú	10	2,0	1,0
<i>Ananas comosus (L.) Merrill</i> <i>Ananas sativis L. Schult F.</i>	Piña	10	2,0	1,0
<i>Annona muricata L.</i>	Guanábana, Cachimón espinoso	14,5	2,9	1,45
<i>Annona squamosa L.</i>	Anona blanca	14,5	2,9	1,45
<i>Averrhoa carambola L.</i>	Carambola	7,5	1,5	0,75
<i>Carica papaya L.</i>	Papaya	7	1,4	0,7
<i>Citrullus lanatus (Thumb.) Matsum & Naki var. Lanatus</i>	Sandía	8,0	1,6	0,8

<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) (swingle)	Limón sutil	8,0 ⁷	1,6	0,8
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f. <i>Citrus limonum</i> Rissa	Limón	6	1,2	0,6
<i>Citrus paradisi</i> Macfad	Pomelo o toronja	10,0 ⁷	2,0	1,0
<i>Citrus paradisi</i> , <i>Citrus grandis</i>	Pomelo dulce (Oroblanco)	10,0	2,0	1,0
<i>Citrus reticulata</i> Blanca	Mandarina/Tangerina	9	1,8	0,9
<i>Citrus sinensis</i> (L.)	Naranja	10	2,0	1,0
<i>Cydonmia obloga</i> Mill.	Membrillo	11,2	2,24	1,12
<i>Cocos nucifera</i> L. ⁸	Coco	5,0	1,0	0,5
<i>Cucumis melo</i> L.	Melón	7,5	1,5	0,75
<i>Empetrum nigrum</i> L.	“Crowberry”	6,0	1,2	0,6
<i>Eugenia uniflora</i> Rich	Pitanga, Cereza de Suriname	6,0	1,2	0,6
<i>Ficus carica</i> L.	Higo	18,0	3,6	1,8

ANEXO 4. Análisis químicos

Proteína. Método oficial de la (AOAC, 1990) Método de Kjeldahl.

Se caracteriza por el uso de ebullición, ácido sulfúrico concentrado que efectúa la destrucción oxidativa de la materia orgánica de la muestra y la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco el amonio es retenido como bisulfato de amonio y puede ser determinado in situ o por destilación alcalina y titulación.

Se pesa 0.1 g de muestra, luego se agregó 1 g de catalizador de oxidación, para acelerar la reacción. Se debe limpiar con un poco de agua el cuello del balón de digestión, seguidamente se debe agregar 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado y el colocado del balón en la cocina de digestión. La digestión termina cuando el contenido del balón es completamente cristalino.

Se coloca la muestra digerida en el aparato de destilación, luego se le agrega 5 ml de hidróxido de sodio concentrado e inmediatamente se conectó al vapor para que se produzca la destilación. Conectado el refrigerante se recibió el destilado en un Erlenmeyer de 125 ml conteniendo 5 ml de la mezcla de ácido bórico más indicadores de pH, la destilación termina cuando ya no pasa más amoníaco y hay viraje del indicador. Finalmente se procedió a la titulación con ácido clorhídrico valorado (aproximadamente 0.05 N) anotando el gasto.

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{\text{ml de HCl} \times \text{Normalidad} \times \text{Meq de N}_2 \times 100}{\text{gramos de la muestra}}$$

$$\% \text{ de proteína} = \% \text{ de nitrógeno} \times 6.25$$

Determinación de vitamina C (Fang, 2017)

El contenido de ácido ascórbico en frutas y verduras se puede estimar por macerando la muestra con agentes estabilizantes como metafosfórico al 20 %

Principio

El 2, 6 -dicloroindofenol se reduce a una forma incolora por ascórbico ácido. La reacción es específica para el ácido ascórbico a un pH de 1 a 3,5 El tinte es azul en (Ref :- AOAC 17th edn, 2000 Método Oficial 925.35 Sacarosa en Frutas y Productos de solución alcalina y rojo en ácido.

Reactivos:

1. Solución estándar de indofenol: disuelva 0,05gm 2, 6 de diclorofenol 2.8.4 Procedimiento (4) Acetona indofenol en agua, diluir a 100 ml y filtrar. La solución de tinte se mantiene por algunas semanas si se almacena en el refrigerador. Prepárelo fresco si es posible y agente estabilizador y estandarizar antes de usar.
2. Solución estándar de ácido ascórbico: disuelva 0,05 g de ácido ascórbico puro en 60 ml de ácido metafosforico al 20%(HPO₃) y diluir en agua exactamente hasta 250 ml en un matraz aforado
3. Ácido metafosforico -20%
4. Acetona

Estandarización del tinte

Pipetear 10 ml de solución estándar de ácido ascórbico en un matraz pequeño y Titular con solución de indofenol hasta que persista un color rosa pálido durante 15 segundos

Expresar la concentración en mg de ácido ascórbico equivalente a 1 ml de colorante solución, es decir, 10 ml de solución de ácido ascórbico = 0,002 g de ácido ascórbico

Si 0,002 g de ácido ascórbico requieren V ml de solución colorante para neutralizarlo, entonces 1 ml solución colorante = $0,002 / V$ g de ácido ascórbico

Procedimiento.

Pipetear 50 ml de jugo sin concentrar (o el equivalente de concentrado zumo) en un matraz aforado de 100 ml, añadir 25 ml de ácido metafosfórico al 20 % y diluir a volumen. Pipetear 10 ml en un matraz pequeño y añadir 2,5 ml de acetona. Titular con solución de indofenol hasta que persista un color rosa pálido durante estandarizar antes de usar. Titular con solución de indofenol hasta que persista un color rosa pálido durante 15 segundos

Corrección en blanco: Disolver 50 mg de sal de 2,6-dicloroindofenol Na que se almacenada en desecador sobre cal sodada, en 50 ml H₂O a la que se ha agregado 42 mg de NaHCO₃; Agite vigorosamente y cuando se disuelva el tinte, diluya a 200 ml con H₂O. Filtrar a través de papel acanalado en una botella con tapón de vidrio color ámbar. Mantener tapado, fuera de la luz solar directa y guárdelo en el refrigerador. (Descomposición productos que hacen

punto final en distinto ocurren en algunos lotes de seco indofenol y también se desarrolla con el tiempo en solución madre. Añadir 5,0 ml de extracción solución que contiene exceso de ácido ascórbico a 15 ml de reactivo colorante. Si se reduce la solución no es prácticamente incolora, deséchela y prepare una nueva solución madre. Si el tinte seco tiene la culpa, obtenga un suministro nuevo). Transfiera tres alícuotas de 2,0 ml de solución estándar de ácido ascórbico a cada uno de los tres 50 ml de Erlenmeyer que contiene 5,0 ml de solución de $\text{HPO}_3\text{-CH}_3\text{COOH}$, B (a) (1).

Titular rápidamente con una solución de indofenol de una bureta de 50 ml hasta que esté claro pero nítido. rosa rosa persiste 5 s. (Cada titulación debe requerir aproximadamente 15 ml de indofenol solución, y las titulaciones deben verificar dentro de 0.1 ml.) De manera similar, titule 3 blancos compuesto de 7,0 ml de solución de $\text{HPO}_3\text{-CH}_3\text{COOH}$, B (a)(1), más volumen H_2O ca igual al volumen de indofenoles Solución utilizada en titulaciones directas. Después de restar en blanco promedio (usualmente aprox. 0,1 ml) de titulaciones de estandarización, calculado y expresar la concentración de solución de indofenol en mg de ácido ascórbico equivalente a 1,0 ml de reactivo. Estandarice la solución de indofenol diariamente con recién solución estándar preparada de ácido ascórbico.

2.8.5 Cálculo

$$\text{Vitamina C (mg / 100 ml de jugo)} = 20 (V) (C)$$

Dónde,

V = ml de solución de indofenol

C = Vitamina C por ml de solución de indofenol

$$\text{mg ácido ascórbico /g, tableta,ml, etc.} = (X - B) \times (F/E) \times (V/Y)$$

dónde,

X = ml promedio para la titulación de la solución de prueba,

B = ml promedio para la titulación en blanco de prueba,

F = mg de ácido ascórbico equivalente a un ml de solución estándar de yodofenol,

mi = no de g, comprimidos, ml, etc. ensayados

V = volumen de solución de prueba inicial y

Y = volumen de solución de prueba titulado

Nota:

Se puede omitir la acetona si se sabe que no hay dióxido de azufre. su función es para formar el complejo de bisulfato de acetona con dióxido de azufre que de otro modo interfiere con la titulación. A veces, una pequeña proporción del ácido ascórbico en alimentos se oxida reversiblemente durante el envejecimiento y forma dehidroascórbico ácido. Si se sospecha esto, primero estime el ácido ascórbico como se indicó anteriormente, luego a través de otra porción de la solución pasa una corriente de sulfuro de hidrógeno durante 10 minutos. Tape el matraz y déjelo reposar durante la noche en un refrigerador. Entonces eliminar el sulfuro de hidrógeno burbujando nitrógeno a través de la mezcla y titulado como antes. La diferencia entre las dos titulaciones da una medida del ácido dehidroascórbico. Una unidad internacional de vitamina C = 50 ug de ascórbico ácido. (Ref: - Manuales de control de calidad de los alimentos de la FAO 14 / 8, página 194 / Pearson's Composición y Análisis de Alimentos 9th edn,1991, página 264 y Oficial AOAC Método 967.21 Ácido ascórbico en preparados vitamínicos y zumos)

Determinar el pH (AOAC, 1990)

- Limpiar el potenciómetro con agua desmineralizada.
- Secar el bulbo del potenciómetro.
- Calibrarlo con soluciones buffer de 7, 4 y 10 respectivamente.
- Verificar el funcionamiento del potenciómetro.
- Proceder a realizar las distintas mediciones correspondientes.

Determinación de °Brix (AOAC, 1990)

Los °Brix se determinan empleando refractómetros calibrados a 20 °C.

Independientemente de la escala del equipo, todo refractómetro debe ser calibrado con agua destilada antes de cada medida.

- Poner una o dos gotas de muestra sobre el prisma de refractómetro.
- Cubrir el prisma con la tapa con cuidado

- Al cerrar, la muestra debe distribuirse sobre la superficie del prisma.
- Orientando el aparato hacia una fuente de luz, mirar con el ojo a través del campo visual.
- En el campo visual, se verá una transición de un campo claro a uno oscuro.
- Leer el número correspondiente en la escalera.
- Luego abrir la tapa y limpiar la muestra del prisma con un pedazo de papel suave o gasa limpia

ANEXO 5: *Análisis microbiológicos*

El recuento microbiológico se toma como referencia según la (NTP, 2009)

El recuento de Mohos y Levaduras se realiza según (ISO16212, 2017) Cosméticos. Microbiología. Enumeración de levaduras y mohos (SDC Aga)

Preparación de muestra: Agitar la muestra manualmente en un arco de 30 cm., con 25 movimientos de arriba abajo, efectuados en un tiempo de 7 segundos. En condiciones asépticas, tomar 10.0 ml de la muestra y diluir con 90 ml del diluyente el cual debe encontrarse a una temperatura similar a ésta, evitando el contacto entre la pipeta y el diluyente.

Preparación del medio: pesar el agar después mezclar con agua destilada, tapar el bote con su tapón con una vuelta de rosca y meterlo en el microondas durante 2 minutos aproximadamente y después esterilizar en la autoclave 121°C por 15 minutos

Inoculación: inocular la prueba en tres agares nutrientes cerca de un mechero para evitar la contaminación del aire

Incubación: incubar lo inoculado a una temperatura de 37° por un día

Recuento de UFC: se realiza el recuento de las colonias formadas en el medio de siembra.

ANEXO 6: Evaluación sensorial



La evaluación sensorial se realizó mediante la prueba de medición del grado de satisfacción aplicando una prueba hedónica, para esto se evaluará el sabor, color, olor, textura y apariencia general.

Prueba Hedónica

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuánto agrada o desagrada un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde "me gusta muchísimo", pasando por "no me gusta ni me disgusta" hasta "me disgusta muchísimo". La población elegida para la evaluación deberá corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas deberán entender el procedimiento de la prueba y responder a ella.

Para determinar el grado de aceptabilidad de se utilizará una escala de puntos y siendo las alternativas de respuesta las siguientes: "Me gusta mucho" (5 puntos) "me gusta poco" (4 puntos) "me es indiferente" (3 puntos) "me disgusta un poco" (2 puntos) y "me disgusta mucho" (1 punto). Para lo cual se contará con 100 jueces de distintas edades no entrenados.

ANEXO 7: Panel fotográfico de la ejecución del proyecto de tesis

	
Quinoa blanca de Juli de INIA	Preparación para el germinado de quinoa



Germinado de quinua en incubadora



Germinado de quinua



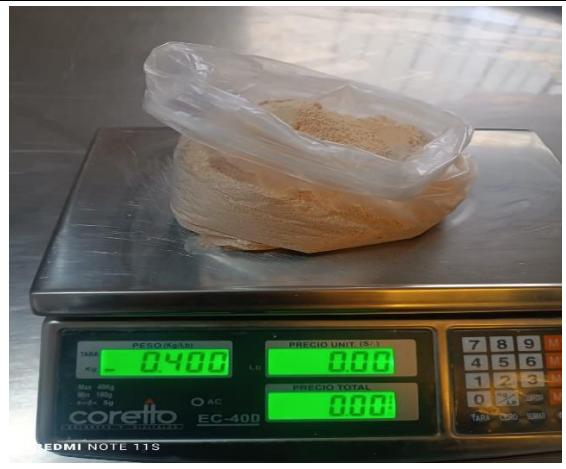
Secado de quinua en estufa



Limpieza de quinua



Quinoa tostada



Harina de quinoa



Naranja Valenciana



Filtrado del zumo de naranja



Medición de °Brix



Análisis sensorial

ANEXO I
Formato de evaluación sensorial

Apellidos y Nombre: Apaza Ceceña Axel Ala Fecha: 08 /01 /22
 Sexo: a) masculino b) femenino Hora: 12:47
 Edad: 18 años

Sírvase degustar las muestras que se presentan. Señale su respuesta marcando una de las alternativas correspondientes a cada una de las características de las muestras, de acuerdo a la Escala Hedónica mostrada a continuación.

1 - me disgusta mucho
 2 - me disgusta
 3 - no me gusta ni me disgusta
 4 - me gusta
 5 - me gusta mucho

		Muestra:			
Sabor	Color	Olor	Textura	AG	
2	2	1	1	1	1
		Muestra:			
4	4	4	4	4	4
		Muestra:			
5	5	5	5	5	5

AG: Apariencia General
 Observaciones:
 REDMI NOTE 11S



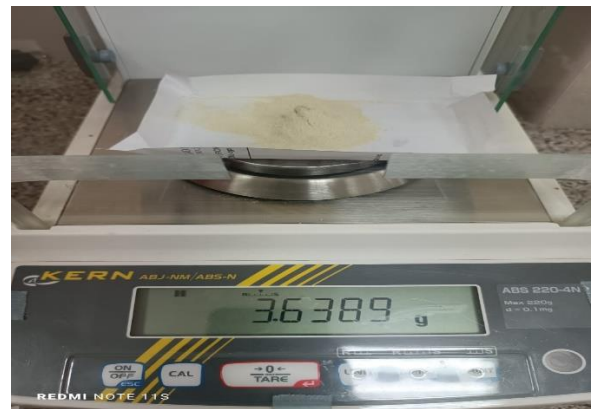
Cartilla de evaluación

Proceso de ultrasonido 40 KHz



Ultrasonidos de 60 KHz baño ultrasónico

Ultrasonidos de 60 KHz baño ultrasónico



Proceso de esterilización de materiales



Pesado de Agares



Pre-dilución en Lauril Sulfato



Incubación en baño maría caldo



Siembre en caldos

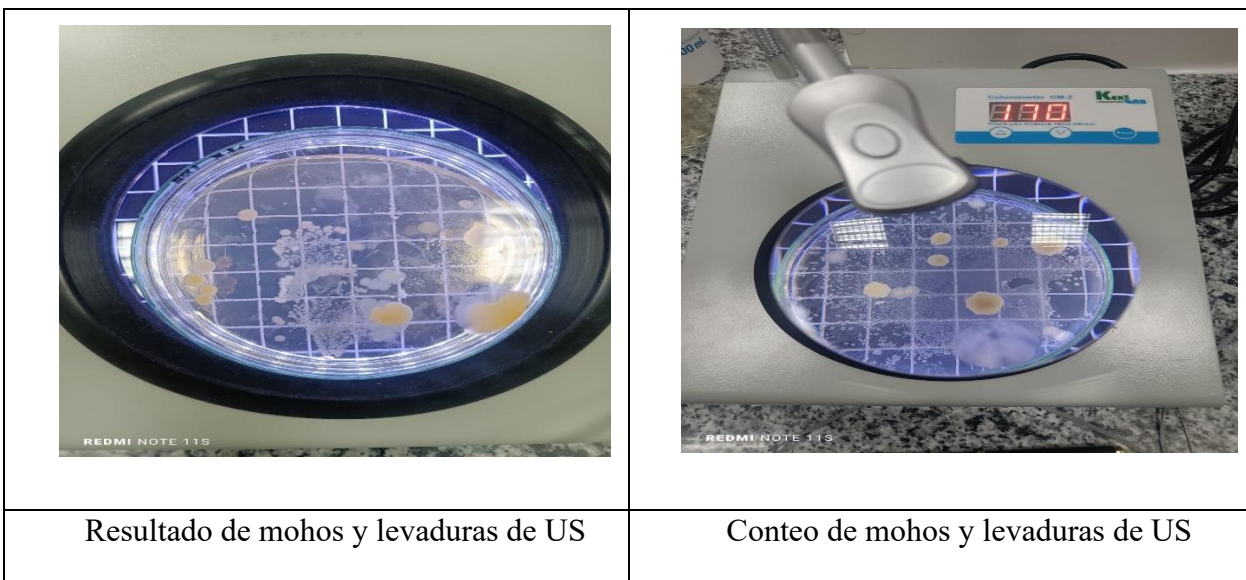


Resultado de Coliformes totales del US



Resultado de Coliformes totales de la PP

Resultado de E. Coli de la PP



ANEXO 8: Cuadro de Análisis de varianza del contenido de proteína después del proceso de germinación.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	184.74	11	16.79	64838.01	<0.0001
Tiempo de Remojo	0.24	1	0.24	924.30	<0.0001
Temperatura de remojo	17.12	1	17.12	66110.10	<0.0001
Tiempo de Germinación	0.87	2	0.43	1675.33	<0.0001
Tiempo de Remojo*Temperatu..	108.21	1	108.21	417754.82	<0.0001
Tiempo de Remojo*Tiempo de..	18.99	2	9.50	36661.29	<0.0001
Temperatura de remojo*Tiem..	23.58	2	11.79	45519.60	<0.0001
Tiempo de Remojo*Temperatu..	15.73	2	7.86	30358.24	<0.0001
Error	0.01	36	2.6E-04		
Total	184.75	47			

ANEXO 9: Cuadro de prueba de comparación múltiple de Tukey sobre el contenido de proteína después del proceso de germinación.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03972

Error: 0.0003 gl: 36

Tiempo de Remojo	Temperatura de remojo	Tiempo de Germinación	Medias	n	E.E.	
6H	15°C	2.00	14.52	4	0.01	A
6H	15°C	1.00	14.32	4	0.01	B
4H	22°C	3.00	13.99	4	0.01	C
4H	22°C	2.00	13.38	4	0.01	D
6H	15°C	3.00	11.90	4	0.01	E
4H	15°C	1.00	11.52	4	0.01	F
4H	15°C	3.00	11.11	4	0.01	G
4H	22°C	1.00	10.20	4	0.01	H
4H	15°C	2.00	9.52	4	0.01	I
6H	22°C	3.00	9.42	4	0.01	J
6H	22°C	1.00	9.42	4	0.01	J
6H	22°C	2.00	9.30	4	0.01	K

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 10: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey para el contenido de proteína de las diferentes formulaciones.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.75	0.67	0.82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.4E-03	2	7.1E-04	9.14	0.0151
Tratamientos	1.4E-03	2	7.1E-04	9.14	0.0151
Error	4.7E-04	6	7.8E-05		
Total	1.9E-03	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02209

Error: 0.0001 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
3.00	1.08	3	0.01	A
2.00	1.08	3	0.01	A
1.00	1.05	3	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 11: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey para el contenido de vitamina C de las diferentes formulaciones.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vitamina C	9	0.89	0.85	0.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.6E-03	2	8.1E-04	24.33	0.0013
Tratamientos	1.6E-03	2	8.1E-04	24.33	0.0013
Error	2.0E-04	6	3.3E-05		
Total	1.8E-03	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01446

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
1.00	0.89	3	3.3E-03	A
2.00	0.88	3	3.3E-03	A
3.00	0.86	3	3.3E-03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 12: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al sabor

SABOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	300	0.40	0.10	26.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	102.94	101	1.02	1.33	0.0474
TRATAMIENTO	19.82	2	9.91	12.89	<0.0001
JUECES	83.12	99	0.84	1.09	0.2986
Error	152.18	198	0.77		
Total	255.12	299			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.29101

Error: 0.7686 gl: 198

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2.00	3.62	100	0.09	A
3.00	3.45	100	0.09	A
1.00	3.01	100	0.09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 13: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al color

COLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	300	0.31	0.00	27.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	76.31	101	0.76	0.87	0.7732
TRATAMIENTO	2.94	2	1.47	1.70	0.1851
JUECES	73.37	99	0.74	0.86	0.8030
Error	171.06	198	0.86		
Total	247.37	299			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.30854

Error: 0.8639 gl: 198

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
2.00	3.52	100	0.09 A
1.00	3.37	100	0.09 A
3.00	3.28	100	0.09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 14: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al olor

OLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OLOR	300	0.45	0.17	23.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	93.40	101	0.92	1.62	0.0020
TRATAMIENTO	3.12	2	1.56	2.74	0.0673
JUECES	90.28	99	0.91	1.60	0.0028
Error	112.88	198	0.57		
Total	206.28	299			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.25063

Error: 0.5701 gl: 198

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
3.00	3.32	100	0.08 A
2.00	3.14	100	0.08 A
1.00	3.08	100	0.08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 15: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto a la textura

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	300	0.36	0.03	33.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	120.76	101	1.20	1.08	0.3179
FORMULACIÓN	9.13	2	4.56	4.13	0.0175
JUECES	111.64	99	1.13	1.02	0.4469
Error	218.87	198	1.11		
Total	339.64	299			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.34900

Error: 1.1054 gl: 198

FORMULACIÓN	Medias	n	E.E.	
3.00	3.40	100	0.11	A
2.00	3.07	100	0.11	A B
1.00	3.00	100	0.11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 16: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto a la apariencia general

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
APARIENCIA GENERAL	300	0.37	0.05	23.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	86.67	101	0.86	1.17	0.1768
FORMULACIÓN	2.00	2	1.00	1.36	0.2584
JUECES	84.67	99	0.86	1.17	0.1833
Error	145.33	198	0.73		
Total	232.00	299			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28439

Error: 0.7340 gl: 198

FORMULACIÓN	Medias	n	E.E.	
3.00	3.70	100	0.09	A
2.00	3.60	100	0.09	A
1.00	3.50	100	0.09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 17: Cuadro de Análisis de varianza para la vitamina C en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: TIEMPO	0.00182138	1	0.00182138	54.64	0.0178
B: TEMPERATURA	0.00491457	1	0.00491457	147.44	0.0067
AA	3.92149E-06	1	3.92149E-06	0.12	0.7643
AB	0.000025	1	0.000025	0.75	0.4778
BB	0.000250976	1	0.000250976	7.53	0.1111
Falta de ajuste	0.00336406	3	0.00112135	33.64	0.029
Error puro	6.66667E-05	2	3.33333E-05		
Total (corr.)	0.0104909	10			

ANEXO 18: Cuadro de parámetros óptimos para la vitamina C en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.

Optimizar Respuesta
Meta: maximizar VITAMINA C

Valor óptimo = 0.919724

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
TIEMPO	5.85786	34.1421	5.85787
TEMPERATURA	22.9289	37.0711	22.9289

Modelo matemático

Coef. de regresión para VITAMINA C

Coeficiente	Estimado
constante	1.29222
A: TIEMPO	-0.00267555
B: TEMPERATURA	-0.0219568
AA	-8.3333E-06
AB	0.00005
BB	0.00026666

$$\text{VITAMINA C} = 1.29222 - 0.00267555 \cdot \text{TIEMPO} - 0.0219568 \cdot \text{TEMPERATURA} - 0.00000833327 \cdot \text{TIEMPO}^2 + 0.00005 \cdot \text{TIEMPO} \cdot \text{TEMPERATURA} + 0.000266663 \cdot \text{TEMPERATURA}^2$$

ANEXO 19: Cuadro de Análisis de varianza para el pH en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.

Fuente	Suma de Cuadrados	G 1	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TIEMPO	0.000487127	1	0.000487127	4.87	0.158
B:TEMPERATUR					
A	0.000400002	1	0.000400002	4	0.1835
AA	0.00211986	1	0.00211986	21.2	0.0441
AB	0.0001	1	0.0001	1	0.4226
BB	0.00160808	1	0.00160808	16.08	0.0569
Falta de ajuste	0.000575368	3	0.000191789	1.92	0.3608
Error puro	0.0002	2	0.0001		
		1			
Total (corr.)	0.00465455	0			

ANEXO 20: Cuadro de parámetros óptimos para el pH en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.

Optimizar Respuesta

Meta: maximizar pH

Valor óptimo = 3.83354

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
TIEMPO	5.85786	34.14	5.85786
TEMPERATURA	22.9289	37.07	37.0711

Modelo matemático

Coef. de regresión para pH

Coeficiente	Estimado
constante	4.46818
A:TIEMPO	-0.0115304
B:TEMPERATURA	-0.0410854
AA	0.00019375
AB	0.0001
BB	0.00067499

$$\text{pH} = 4.46818 - 0.0115304 \cdot \text{TIEMPO} - 0.0410854 \cdot \text{TEMPERATURA} + 0.00019375 \cdot \text{TIEMPO}^2 + 0.0001 \cdot \text{TIEMPO} \cdot \text{TEMPERATURA} + 0.00067499 \cdot \text{TEMPERATURA}^2$$

ANEXO 21: Cuadro de Análisis de varianza para los °Brix en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.

Fuente	Suma de Cuadrados	G 1	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TIEMPO	0.0072855	1	0.0072855	0.73	0.4833
B:TEMPERATUR					
A	0.0131435	1	0.0131435	1.31	0.3703
AA	0.00551468	1	0.00551468	0.55	0.5351
AB	0.0025	1	0.0025	0.25	0.6667
BB	0.00198531	1	0.00198531	0.2	0.6995
Falta de ajuste	0.0358209	3	0.0119403	1.19	0.4859
Error puro	0.02	2	0.01		
		1			
Total (corr.)	0.0890909	0			

ANEXO 22: Cuadro de parámetros óptimos para el °Brix en el ultrasonido a 40kHz de frecuencia.

Optimizar Respuesta
Meta: maximizar Brix

Valor óptimo = 12.6055

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
TIEMPO	5.85786	34.14	5.85787
TEMPERATURA	22.9289	37.07	30.6973

Modelo matemático

Coef. de regresión para Brix

Coeficient	Estimado
constante	12.0672
A:TIEMPO	-0.0305178
B:TEMPERATURA	0.0431065
AA	0.0003125
AB	0.0005
BB	-0.00075

$$\text{Brix} = 12.0672 - 0.0305178 * \text{TIEMPO} + 0.0431065 * \text{TEMPERATURA} + 0.0003125 * \text{TIEMPO}^2 + 0.0005 * \text{TIEMPO} * \text{TEMPERATURA} - 0.000749998 * \text{TEMPERATURA}^2$$

ANEXO 23: Cuadro de Análisis de varianza para la vitamina C en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TIEMPO	0.00116569	1	0.00116569	11.66	0.0761
B:TEMPERATURA	0.00415991	1	0.00415991	41.6	0.0232
AA	0.000108087	1	0.000108087	1.08	0.4077
AB	0	1	0	0	1
BB	0.000372794	1	0.000372794	3.73	0.1933
Falta de ajuste	0.0012369	3	0.000412301	4.12	0.2013
Error puro	0.0002	2	0.0001		
Total (corr.)	0.00741818	10			

ANEXO 24: Cuadro de parámetros óptimos para la vitamina C en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.

Optimizar Respuesta
Meta: maximizar VITAMINA C

Valor óptimo = 0.936825

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
TIEMPO	5.85786	34.1421	6.21053
TEMPERATURA	22.9289	37.0711	22.9289

Modelo matemático

Coef. de regresión para VITAMINA C

Coeficiente	Estimado
constante	1.31596
A:Tiempo	0.00054289
B:temperatura	-0.0240605
AA	-4.375E-05
AB	0
BB	0.000325

$$\text{VITAMINA C} = 1.31596 + 0.000542889 \cdot \text{Tiempo} - 0.0240605 \cdot \text{temperatura} - 0.0000437499 \cdot \text{Tiempo}^2 + 0.0 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{temperatura} + 0.000324998 \cdot \text{temperatura}^2$$

ANEXO 25: Cuadro de Análisis de varianza para el pH en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TIEMPO	7.28541E-05	1	7.285E-05	0.31	0.6325
B:TEMPERATURA	3.68E-07	1	3.68E-07	0	0.9719
AA	0.000824515	1	0.0008245	3.53	0.2009
AB	0.000025	1	0.000025	0.11	0.7745
BB	0.00216568	1	0.0021657	9.28	0.093
Falta de ajuste	0.00047678	3	0.0001589	0.68	0.6407
Error puro	0.000466667	2	0.0002333		
Total (corr.)	0.00345455	10			

ANEXO 26: Cuadro de parámetros óptimos para el pH en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.

Meta: maximizar pH
 Valor óptimo = 3.82594

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
TIEMPO	5.85786	34.142	5.93238
TEMPERATURA	22.9289	37.071	22.9289

Modelo matemático

Coef. de regresión para pH

Coeficiente	Estimado
constante	4.54398
A:Tiempo	-0.00663513
B:temperatura	-0.0480425
AA	0.00012083
AB	0.00005
BB	0.00078333

$$\text{pH} = 4.54398 - 0.00663513 \cdot \text{Tiempo} - 0.0480425 \cdot \text{temperatura} + 0.00012083 \cdot \text{Tiempo}^2 + 0.00005 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{temperatura} + 0.000783327 \cdot \text{temperatura}^2$$

ANEXO 27: Cuadro de Análisis de varianza para los °Brix en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TIEMPO	0.0243566	1	0.0243566	1.83	0.3091
B:TEMPERATURA	0.0243566	1	0.0243566	1.83	0.3091
AA	0.00120098	1	0.001201	0.09	0.7924
AB	0.0025	1	0.0025	0.19	0.7072
BB	0.00708337	1	0.0070834	0.53	0.5419
Falta de ajuste	0.00753678	3	0.0025123	0.19	0.8966
Error puro	0.0266667	2	0.0133333		
Total (corr.)	0.0963636	10			

ANEXO 28: Cuadro de parámetros óptimos para los °Brix en el ultrasonido a 60kHz de frecuencia.

Meta: maximizar BRIX
 Valor óptimo = 12.8223

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
TIEMPO	5.85786	34.1421	13.2286
TEMPERATURA	22.9289	37.0711	22.9289

Modelo matemático

Coef. de regresión para Brix

Coeficiente	Estimado
constante	14.0247
A:Tiempo	0.0153156
B:temperatura	-0.0860351
AA	-0.00014583
AB	-0.0005
BB	0.00141666

$$\text{Brix} = 14.0247 + 0.0153156 \cdot \text{Tiempo} - 0.0860351 \cdot \text{temperatura} - 0.000145834 \cdot \text{Tiempo}^2 - 0.0005 \cdot \text{Tiempo} \cdot \text{temperatura} + 0.00141666 \cdot \text{temperatura}^2$$

ANEXO 29: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al sabor

SABOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SABOR	200	0.58	0.16	20.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	87.56	100	0.88	1.37	0.0596
TRATAMIENTO	9.68	1	9.68	15.13	0.0002
JUECES	77.88	99	0.79	1.23	0.1524
Error	63.32	99	0.64		
Total	150.88	199			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22442

Error: 0.6396 gl: 99

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
2.00	4.06	100	0.08 A
1.00	3.62	100	0.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 30: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al color

COLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR	200	0.54	0.08	18.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	54.88	100	0.55	1.17	0.2234
TRATAMIENTO	3.38	1	3.38	7.18	0.0086
JUECES	51.50	99	0.52	1.10	0.3107
Error	46.62	99	0.47		
Total	101.50	199			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.19256

Error: 0.4709 gl: 99

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
2.00	3.78	100	0.07 A
1.00	3.52	100	0.07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 31: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto al olor

OLOR

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
OLOR	200	0.56	0.11	21.39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	65.20	100	0.65	1.26	0.1294
TRATAMIENTO	10.58	1	10.58	20.37	<0.0001
JUECES	54.62	99	0.55	1.06	0.3823
Error	51.42	99	0.52		
Total	116.62	199			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20223

Error: 0.5194 gl: 99

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
2.00	3.60	100	0.07 A
1.00	3.14	100	0.07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 32: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto a la textura

TEXTURA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TEXTURA	200	0.56	0.11	24.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	92.02	100	0.92	1.24	0.1428
TRATAMIENTO	11.52	1	11.52	15.52	0.0002
JUECES	80.50	99	0.81	1.10	0.3254
Error	73.48	99	0.74		
Total	165.50	199			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.24175

Error: 0.7422 gl: 99

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
2.00	3.69	100	0.09 A
1.00	3.21	100	0.09 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

ANEXO 33: Cuadro de Análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Tukey respecto a la apariencia general

APARIENCIA GENERAL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
APARIENCIA GENERAL	200	0.62	0.24	14.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	50.50	100	0.51	1.61	0.0090
TRATAMIENTO	8.00	1	8.00	25.55	<0.0001
JUECES	42.50	99	0.43	1.37	0.0591
Error	31.00	99	0.31		
Total	81.50	199			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.15702

Error: 0.3131 gl: 99

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
2.00	3.95	100	0.06 A
1.00	3.55	100	0.06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 34: Resultados del análisis sensorial de la bebida nutritiva para determinar la aceptabilidad de las diferentes formulaciones.

TRATAMIENTO	JUECES	SABOR	COLOR	OLOR	TEXTURA	APARIENCIA GENERAL
1	1	4	4	4	3	4
1	2	4	4	3	3	4
1	3	2	2	3	4	4
1	4	3	4	3	4	4
1	5	4	5	3	4	5
1	6	2	3	3	2	4
1	7	3	2	2	3	2
1	8	3	5	5	4	4
1	9	2	1	3	1	1
1	10	3	4	2	2	3
1	11	4	3	3	3	4
1	12	2	4	3	4	5
1	13	3	2	2	4	2
1	14	4	3	3	3	3
1	15	3	2	3	2	3
1	16	2	4	3	1	3
1	17	3	5	3	3	2

1	18	4	5	3	4	4
1	19	2	2	4	2	3
1	20	3	3	3	3	3
1	21	2	5	3	2	3
1	22	3	2	2	4	3
1	23	2	4	4	3	3
1	24	4	1	2	2	3
1	25	3	4	3	4	3
1	26	3	5	3	3	4
1	27	4	2	3	2	4
1	28	2	4	2	4	5
1	29	4	5	4	4	3
1	30	3	4	3	2	4
1	31	3	3	2	3	2
1	32	4	2	3	4	4
1	33	4	5	3	1	4
1	34	3	1	2	4	4
1	35	2	4	2	2	3
1	36	4	4	3	3	4
1	37	2	5	4	4	4
1	38	3	5	3	4	4
1	39	2	1	5	2	3
1	40	4	2	3	4	3
1	41	3	5	3	3	4
1	42	3	4	3	1	3
1	43	4	1	3	4	4
1	44	2	2	3	3	3
1	45	2	4	5	4	3
1	46	4	5	4	4	4
1	47	3	1	3	2	3
1	48	2	5	5	3	4
1	49	2	4	4	1	3
1	50	4	2	3	4	4
1	51	3	4	3	4	4
1	52	4	5	3	3	3
1	53	3	4	3	2	4
1	54	2	2	2	4	3
1	55	4	1	3	3	3
1	56	3	2	3	4	4
1	57	4	4	2	4	4
1	58	3	4	4	2	3
1	59	4	4	3	3	4
1	60	2	4	5	2	3

1	61	3	2	3	4	4
1	62	2	4	2	3	2
1	63	4	5	3	2	3
1	64	3	4	3	4	4
1	65	4	4	3	4	4
1	66	3	4	5	2	4
1	67	2	3	4	3	3
1	68	2	4	3	2	2
1	69	3	2	3	4	4
1	70	3	5	2	4	4
1	71	4	4	2	3	4
1	72	3	4	3	2	4
1	73	4	2	3	3	4
1	74	3	4	2	4	2
1	75	4	2	3	1	3
1	76	2	4	4	4	4
1	77	4	3	2	3	3
1	78	2	2	3	2	3
1	79	3	4	3	4	4
1	80	4	1	3	1	2
1	81	3	2	3	3	3
1	82	4	4	5	2	4
1	83	3	2	3	4	4
1	84	2	4	5	4	3
1	85	2	5	3	3	4
1	86	4	4	3	2	4
1	87	4	3	5	4	4
1	88	2	4	3	3	4
1	89	3	3	3	1	3
1	90	3	1	2	4	2
1	91	2	4	3	3	3
1	92	3	5	2	3	3
1	93	3	3	3	3	3
1	94	2	4	3	4	4
1	95	3	3	3	2	2
1	96	2	5	3	4	3
1	97	3	4	2	3	4
1	98	3	3	3	4	4
1	99	3	1	3	4	3
1	100	3	4	2	3	4
2	1	4	4	4	3	4
2	2	3	3	3	4	3
2	3	4	4	4	3	4

2	4	4	4	3	4	4
2	5	4	4	3	3	4
2	6	3	3	3	3	3
2	7	2	2	2	1	2
2	8	5	4	4	4	4
2	9	4	4	4	4	4
2	10	4	4	3	3	3
2	11	2	3	3	3	3
2	12	3	4	3	4	4
2	13	3	3	3	3	3
2	14	4	4	3	1	4
2	15	4	3	2	4	4
2	16	3	4	3	3	3
2	17	4	3	4	3	4
2	18	2	4	4	4	3
2	19	4	3	3	4	4
2	20	5	4	2	3	4
2	21	4	4	4	4	4
2	22	4	4	3	3	4
2	23	4	3	3	4	4
2	24	2	3	4	3	3
2	25	4	3	3	2	3
2	26	4	4	2	2	4
2	27	2	2	4	3	2
2	28	4	4	3	4	4
2	29	4	2	3	5	4
2	30	3	3	4	3	3
2	31	3	4	3	3	3
2	32	4	2	3	2	3
2	33	5	3	4	4	4
2	34	5	4	3	3	4
2	35	4	3	3	4	4
2	36	2	2	3	3	3
2	37	4	4	4	4	4
2	38	3	4	2	1	4
2	39	4	4	3	2	4
2	40	3	4	3	3	4
2	41	2	3	3	3	2
2	42	4	4	4	4	4
2	43	4	2	4	3	3
2	44	3	3	4	3	3
2	45	4	4	3	3	4
2	46	5	4	2	2	3

2	47	4	3	3	5	4
2	48	4	4	4	1	4
2	49	3	4	3	3	3
2	50	3	3	4	4	4
2	51	2	4	4	3	4
2	52	3	4	2	3	3
2	53	5	4	4	4	4
2	54	3	3	3	4	3
2	55	5	4	4	3	4
2	56	4	3	3	3	3
2	57	4	4	3	5	4
2	58	5	4	4	3	3
2	59	2	4	4	2	3
2	60	3	4	3	4	2
2	61	4	4	3	3	3
2	62	4	4	4	3	3
2	63	5	4	3	1	4
2	64	5	3	2	3	4
2	65	5	3	4	2	3
2	66	4	4	4	4	4
2	67	4	4	3	3	4
2	68	2	4	3	3	3
2	69	5	3	4	4	4
2	70	2	4	4	2	3
2	71	4	4	2	3	4
2	72	5	2	3	3	4
2	73	2	4	3	4	3
2	74	4	3	3	1	4
2	75	4	4	2	3	4
2	76	2	3	4	4	3
2	77	4	4	4	3	4
2	78	2	4	3	3	3
2	79	3	3	3	2	3
2	80	4	4	3	4	4
2	81	4	4	2	3	4
2	82	4	4	3	3	3
2	83	4	3	2	4	4
2	84	4	4	3	4	4
2	85	2	4	3	3	3
2	86	4	4	2	1	4
2	87	2	2	3	4	3
2	88	4	4	3	4	4
2	89	4	3	2	4	4

2	90	2	4	2	4	3
2	91	4	2	3	4	4
2	92	5	4	2	4	4
2	93	4	4	3	4	4
2	94	5	4	4	4	4
2	95	4	4	2	4	4
2	96	4	3	3	4	4
2	97	2	2	3	2	3
2	98	2	4	3	4	3
2	99	5	4	4	4	4
2	100	4	4	3	4	4
3	1	5	4	5	4	4
3	2	4	3	3	4	4
3	3	4	3	3	3	4
3	4	3	3	4	4	4
3	5	3	3	3	3	3
3	6	2	3	2	1	3
3	7	2	3	2	3	2
3	8	4	4	4	5	4
3	9	5	5	5	5	5
3	10	4	4	3	2	3
3	11	5	3	4	3	4
3	12	4	4	3	1	3
3	13	2	5	2	5	3
3	14	4	4	5	4	4
3	15	3	3	3	2	3
3	16	5	3	4	4	4
3	17	4	4	5	3	4
3	18	4	3	3	3	4
3	19	2	3	2	3	3
3	20	3	4	4	4	4
3	21	4	3	5	1	3
3	22	4	4	3	1	4
3	23	2	3	2	4	3
3	24	3	3	3	5	3
3	25	2	4	3	3	3
3	26	5	3	2	3	4
3	27	4	4	5	2	4
3	28	3	3	3	4	3
3	29	3	4	2	4	3
3	30	3	3	4	5	4
3	31	4	3	5	5	4
3	32	4	5	5	3	4

3	33	2	3	3	3	3
3	34	4	3	2	4	4
3	35	4	4	4	3	4
3	36	4	3	4	4	4
3	37	4	3	3	3	3
3	38	5	4	5	3	4
3	39	4	3	2	4	3
3	40	5	3	3	2	4
3	41	4	4	3	3	4
3	42	4	4	5	4	4
3	43	3	4	2	3	3
3	44	2	4	3	4	4
3	45	2	3	5	5	3
3	46	4	3	3	1	4
3	47	4	4	5	3	4
3	48	3	3	4	4	3
3	49	2	3	3	4	3
3	50	4	4	4	5	4
3	51	4	4	3	4	4
3	52	4	3	3	2	4
3	53	3	3	5	3	3
3	54	3	3	2	4	3
3	55	4	3	4	4	4
3	56	4	4	3	4	4
3	57	4	3	3	3	4
3	58	3	3	4	3	3
3	59	3	4	4	1	4
3	60	4	3	5	1	4
3	61	3	4	2	5	2
3	62	4	3	3	4	3
3	63	2	3	3	3	3
3	64	2	2	2	2	2
3	65	4	3	3	4	4
3	66	4	4	3	2	4
3	67	4	4	3	3	4
3	68	3	3	3	5	2
3	69	3	4	3	5	3
3	70	3	3	4	3	4
3	71	3	3	3	2	2
3	72	4	4	4	4	4
3	73	4	3	3	3	3
3	74	2	3	2	1	3
3	75	2	3	4	4	2

3	76	2	3	3	3	3
3	77	4	4	2	5	3
3	78	3	3	3	4	4
3	79	4	3	3	1	4
3	80	4	3	3	3	4
3	81	4	2	2	3	2
3	82	3	3	4	3	3
3	83	4	3	4	2	4
3	84	2	3	3	3	3
3	85	4	2	2	5	4
3	86	2	3	3	4	3
3	87	5	3	4	3	4
3	88	4	3	3	5	3
3	89	2	3	3	4	2
3	90	3	3	2	5	3
3	91	4	3	5	1	4
3	92	3	2	4	4	3
3	93	4	3	2	2	2
3	94	3	3	3	4	4
3	95	5	3	3	4	4
3	96	4	2	2	3	4
3	97	2	3	4	5	4
3	98	2	2	3	4	3
3	99	4	3	3	4	4
3	100	4	3	4	5	4

ANEXO 35: Resultados del análisis sensorial de la bebida nutritiva para determinar la aceptabilidad después del ultrasonido.

TRATAMIENTO	JUECES	SABOR	COLOR	OLOR	TEXTURA	APARIENCIA GENERAL
1	1	4	4	4	3	4
1	2	5	4	4	3	4
1	3	4	4	3	4	4
1	4	3	4	3	4	4
1	5	4	5	4	4	5
1	6	4	3	3	2	4
1	7	4	4	3	3	3
1	8	5	5	5	4	4
1	9	4	3	3	2	3
1	10	4	4	3	2	3
1	11	3	4	4	4	4
1	12	4	4	3	3	4
1	13	5	4	4	3	4
1	14	4	4	3	3	4
1	15	5	5	3	3	4
1	16	4	3	4	4	4
1	17	4	3	4	4	4
1	18	4	4	4	4	4
1	19	3	3	2	3	3
1	20	4	3	3	3	4
1	21	3	3	3	3	4
1	22	3	4	3	4	5
1	23	4	4	5	4	4
1	24	4	4	5	3	4
1	25	4	3	4	3	5
1	26	3	3	4	4	4
1	27	3	3	4	3	5
1	28	3	4	5	4	4
1	29	4	3	3	3	4
1	30	4	3	3	5	4
1	31	4	3	4	4	4
1	32	5	5	4	5	4
1	33	3	4	3	3	5
1	34	4	4	4	3	4
1	35	4	5	4	5	5
1	36	4	3	3	4	3
1	37	5	4	3	4	5

1	38	3	3	5	4	4
1	39	5	4	3	5	5
1	40	3	4	4	4	3
1	41	4	4	4	2	3
1	42	4	3	3	3	3
1	43	4	2	3	3	4
1	44	4	3	3	3	5
1	45	3	5	3	4	3
1	46	5	4	4	4	4
1	47	4	4	2	3	5
1	48	5	4	3	3	4
1	49	3	3	2	4	4
1	50	3	3	3	5	4
1	51	3	2	3	4	3
1	52	4	3	3	2	3
1	53	3	3	4	3	4
1	54	4	3	4	3	4
1	55	5	3	3	4	4
1	56	4	5	4	4	4
1	57	5	3	4	3	4
1	58	4	5	4	3	3
1	59	4	3	5	4	3
1	60	3	4	5	4	4
1	61	4	4	5	5	3
1	62	3	5	4	5	4
1	63	4	3	5	3	3
1	64	5	3	3	4	4
1	65	4	3	5	4	4
1	66	5	4	3	5	5
1	67	5	4	5	3	5
1	68	4	4	4	5	4
1	69	5	4	3	4	4
1	70	4	5	4	5	5
1	71	3	4	4	4	4
1	72	4	5	3	2	4
1	73	5	4	3	2	4
1	74	4	5	5	3	4
1	75	4	4	4	3	3
1	76	4	5	2	4	3
1	77	4	5	4	4	3
1	78	5	4	3	4	4
1	79	5	4	3	4	4
1	80	4	4	3	4	4

1	81	5	3	3	3	4
1	82	4	3	4	4	4
1	83	4	4	4	4	5
1	84	3	4	4	5	3
1	85	5	4	3	4	3
1	86	5	3	3	4	4
1	87	5	3	3	5	4
1	88	5	4	3	5	5
1	89	4	4	3	3	3
1	90	4	3	3	3	3
1	91	5	4	5	5	4
1	92	5	4	3	4	4
1	93	4	5	4	4	5
1	94	4	5	3	5	4
1	95	4	4	4	4	5
1	96	4	4	3	5	4
1	97	3	4	4	3	3
1	98	5	4	3	5	5
1	99	5	3	5	4	4
1	100	4	4	4	3	4

ANEXO 36: Resultados del análisis de proteína y vitamina C después del ultrasonido.

INFORME DE ENSAYOS N° 3857 - 2022
PÁGINA 1 DE 8

SOLICITANTE	: ROYER BERNARDO FUENTES VARGAS
DIRECCIÓN	: JR. SAN SALVADOR 1307 JULIACA
PRODUCTO DECLARADO	: BEBIDA DE QUINUA CON NARANJA
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido naranja con sedimento
CODIFICACIÓN / MARCA	: Ver detalle de codificación en hoja de resultados.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: Ninguno
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 7500 mL aprox. Compuesta por 30 envases de 250 mL aprox. c/u. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: Envase PET transparentes. A temperatura ambiente.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el laboratorio
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA DE PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 1208-2022
FECHA DE RECEPCIÓN	: 27/07/2022

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada/ el Lote muestreado, según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

INFORME DE ENSAYOS N° 3857 - 2022

PÁGINA 2 DE 8

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	BEBIDA DE QUINUA CON NARANJA T0 (1)	UNIDADES
PO	Proteína (F=6.25)	1.08	g/100 mL
PO	Vitamina C (Ácido Ascórbico)	0.86	mg/mL

ABREVIATURAS:

g/100mL

: Gramos por 100 mililitros

mg/mL

: Miligramos por mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS:

Proteína (F=6.25)

: BAO16-PO-007. Determinación de Proteína de Bebidas Alcohólicas y concentrados. Versión 01-2010

Vitamina C (Ácido Ascórbico)

AOAC Official Method 967.21 Chapter 45 Supchapter 1.65.1.14 Ascorbic Acid in Vitamin Preparations and Juices. 2.6 Distillado
Phenol Titrimetric Method. 21st Ed. Rev. Online 2019.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	BEBIDA DE QUINUA CON NARANJA T0 (2)	UNIDADES
PO	Proteína (F=6.25)	1.08	g/100 mL
PO	Vitamina C (Ácido Ascórbico)	0.86	mg/mL

ABREVIATURAS:

g/100mL

: Gramos por 100 mililitros

mg/mL

: Miligramos por mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS:

Proteína (F=6.25)

: BAO16-PO-007. Determinación de Proteína de Bebidas Alcohólicas y concentrados. Versión 01-2010

Vitamina C (Ácido Ascórbico)

AOAC Official Method 967.21 Chapter 45 Supchapter 1.65.1.14 Ascorbic Acid in Vitamin Preparations and Juices. 2.6 Distillado
Phenol Titrimetric Method. 21st Ed. Rev. Online 2019.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	BEBIDA DE QUINUA CON NARANJA T0 (3)	UNIDADES
PO	Proteína (F=6.25)	1.07	g/100 mL
PO	Vitamina C (Ácido Ascórbico)	0.90	mg/mL

ABREVIATURAS:

g/100mL

: Gramos por 100 mililitros

mg/mL

: Miligramos por mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS:

Proteína (F=6.25)

: BAO16-PO-007. Determinación de Proteína de Bebidas Alcohólicas y concentrados. Versión 01-2010

Vitamina C (Ácido Ascórbico)

AOAC Official Method 967.21 Chapter 45 Supchapter 1.65.1.14 Ascorbic Acid in Vitamin Preparations and Juices. 2.6 Distillado
Phenol Titrimetric Method. 21st Ed. Rev. Online 2019.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	BEBIDA DE QUINUA CON NARANJA T1 (1)	UNIDADES
PO	Proteína (F=6.25)	1.07	g/100 mL
PO	Vitamina C (Ácido Ascórbico)	0.81	mg/mL

ABREVIATURAS:

g/100mL

: Gramos por 100 mililitros

mg/mL

: Miligramos por mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS:

Proteína (F=6.25)

: BAO16-PO-007. Determinación de Proteína de Bebidas Alcohólicas y concentrados. Versión 01-2010

Vitamina C (Ácido Ascórbico)

AOAC Official Method 967.21 Chapter 45 Supchapter 1.65.1.14 Ascorbic Acid in Vitamin Preparations and Juices. 2.6 Distillado
Phenol Titrimetric Method. 21st Ed. Rev. Online 2019.

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	BEBIDA DE QUINUA CON NARANJA T1 (2)	UNIDADES
PO	Proteína (F=6.25)	1.09	g/100 mL
PO	Vitamina C (Ácido Ascórbico)	0.82	mg/mL

ABREVIATURAS:

g/100mL

: Gramos por 100 mililitros

mg/mL

: Miligramos por mililitros

MÉTODOS UTILIZADOS:

Proteína (F=6.25)

: BAO16-PO-007. Determinación de Proteína de Bebidas Alcohólicas y concentrados. Versión 01-2010

Vitamina C (Ácido Ascórbico)

AOAC Official Method 967.21 Chapter 45 Supchapter 1.65.1.14 Ascorbic Acid in Vitamin Preparations and Juices. 2.6 Distillado
Phenol Titrimetric Method. 21st Ed. Rev. Online 2019.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL		OBJETIVO GENERAL		HIPÓTESIS GENERAL		
¿Cuál es el efecto del ultrasonido sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la bebida nutritiva a partir de quinua malteada y zumo de naranja endulzada con panela?		Evaluar el efecto de la aplicación ultrasonido sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de la bebida nutritiva a partir de quinua malteada y zumo de naranja endulzada con panela.		La aplicación de ultrasonido influye significativamente sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de una bebida nutritiva a partir de quinua malteada y zumo de naranja endulzada con panela.		
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HOPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODO	DISEÑO EXPERIMENTAL
¿Cómo influye el tiempo de hidratación, temperatura de hidratación y tiempo de germinación sobre el contenido de	Determinar el efecto del tiempo de hidratación, temperatura de hidratación y tiempo de germinación sobre el contenido de	El tiempo de y temperatura de hidratación, y tiempo de germinación influye significativamente en el contenido de	Variables independientes: Tiempo de hidratación Temperatura de hidratación Tiempo de germinación	4 y 6 horas 22 y 30°C 1, 2, 3 Días 30, 40 y 50 % 50, 60 y 70%	Experimental y analítico utilizando el método de la (AOAC, 1990) y una escala hedónica	Experimento factorial 2Ax2Bx3C

proteína de la quinua malteada?	proteína de la quinua malteada.		Porcentaje de quinua malteada Porcentaje de zumo de naranja Frecuencia Ultrasonido Tiempo Ultrasonido Temperatura Ultrasonido Temperatura para la vida útil	40 y 60 kHz 10 y 30 minutos 25 y 35°C 15, 25 y 35 °C % gr/L 1-14 Días		
¿Cuál es el efecto de la adición de la quinua malteada y zumo de naranja sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en la elaboración de una bebida nutritiva endulzado con panela?	Determinar el efecto de la adición de la quinua malteada y zumo de naranja sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida nutritiva endulzado con panela.	La adición de quinua malteada influye significativamente sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida a base de zumo de naranja endulzado con panela	Variables dependientes: Contenido de proteína Contenido de vitamina C pH			Diseño Completamente al Azar Diseño de Bloques Completamente al Azar

<p>¿Cuáles son los parámetros óptimos de la aplicación del ultrasonido en función de las características fisicoquímicas en la bebida nutritiva?</p>	<p>Determinar los parámetros óptimos de la aplicación del ultrasonido en función de las características fisicoquímicas en la bebida nutritiva.</p>	<p>Los parámetros de aplicación del ultrasonido conservan las características fisicoquímicas de la bebida de quinua malteada, zumo de naranja endulzada con panela</p>	<p>°Brix Días de vida útil Grado de satisfacción (Propiedades organolépticas) Sabor Olor Color Textura Apariencia general</p>			<p>Diseño Central Compuesto</p>
<p>¿Cómo influye la aplicación del ultrasonido en la aceptabilidad sensorial de las bebidas nutritivas con</p>	<p>4. Evaluar la aceptabilidad sensorial de las bebidas nutritivas con mejores características</p>	<p>Las bebidas con mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix) después de la aplicación del</p>				<p>Diseño de Bloques Completamente al Azar</p>

mejores características fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix)?	fisicoquímicas (vitamina C, pH y °Brix) después de la aplicación del ultrasonido.	ultrasonido tienen una mayor aceptabilidad sensorial				
¿Cuánto es la vida útil de la bebida nutritiva en función a la característica fisicoquímica (pH, °Brix) y microbiológicas (coliformes totales) a temperaturas de almacenamiento?	5. Determinar la vida útil de la bebida nutritiva en función a las características fisicoquímicas (pH y °Brix) y microbiológica (coliformes totales) a temperaturas de almacenamiento.	La vida útil en función a las características fisicoquímicas y microbiológicas dependen de la temperatura de almacenamiento.				

