

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado
proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con
adecuadas características fisicoquímicas y capacidad
antioxidante**

**Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniera en Industrias Alimentarias**

Presentado por:
**Bach. Leonora Sanchez Avendaño
Bach. Hilda Ayala Salcedo**

Asesor:
Dr. Alberto Luis Huamaní Huamaní

**AYACUCHO - PERÚ
2024**

DEDICATORIA

A Dios porque está con nosotros en cada paso que damos, por ser nuestra guía constante y que fortalece nuestros corazones e ilumina nuestra mente y darnos la fortaleza necesaria para superar cada uno de los obstáculos; por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A nuestros padres, quienes a lo largo de la vida han velado por nuestro bienestar y educación siendo nuestro mejor apoyo en todo momento; depositando su entera confianza en cada reto que se nos presentaba sin dudar ni un solo instante en cada momento de nuestra capacidad. A nuestros hermanos que nos han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, por llegar a este día tan especial que es para nosotras y cumplir con nuestros sueños.

Al Dr. Alberto Luis Huamani Huamani, asesor de la presente tesis, por sus consejos, recomendaciones, apreciaciones, paciencia y por brindarme la información necesaria para la investigación del presente trabajo.

A nuestra casa superior de estudios la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga por brindarnos el apoyo en la parte experimental, especialmente al proyecto FOCAM del instituto de Investigación de la UNSCH por el apoyo para la ejecución del desarrollo del proyecto.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, por sus enseñanzas y orientaciones durante mi desarrollo académico y profesional.

A nuestros familiares por ser nuestro soporte en cada instancia y habernos encaminado por el camino correcto; además de habernos ayudado en la culminación de nuestra carrera.

RESUMEN

La investigación fue elaborar una bebida refrescante a base de concentrado proteico hidrolizado de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas, componentes bioactivos, actividad antioxidante y estabilidad. En el diseño de formulación se usó el diseño factorial de 3^k utilizándose el software de diseño de experimentos estadísticos Statgraphics Centurion XVI.I, donde se generó un diseño de dos factores y tres niveles. Esto resultó en nueve experimentos ampliados y/o extendidos con tres repeticiones en el punto central de diseño para evaluar la repetibilidad, para la evaluación de optimización se aplicó la metodología de función de conveniencia. Como resultados se obtuvieron: Las características de índice de color, pH, vitamina C y actividad antioxidante del zumo de maracuyá son: pH de $2,74 \pm 0,01$; Vitamina C (mg/ 100 g) de $16,067 \pm 0,71$; Caroteno ($\mu\text{g } \beta\text{-caroteno/ 100 g}$) de $15,079 \pm 0,66$ y $1,021 \pm 0,11$ mg $\beta\text{-caroteno/100 g}$; Fenoles totales (mg de equivalente de ácido gálico/g de extracto) de $17,410 \pm 3,135$; Flavonoides totales (mg de equivalente de quercetina/g de extracto) de $4,231 \pm 0,21$; Actividad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox L}^{-1}$) de $1211,72 \pm 2,11$; Intensidad de color (Abs) de $6,311 \pm 0,180$; tonalidad de $0,938 \pm 0,011$. El hidrolizado proteico de quinua, contiene $70,934 \pm 0,042$ % de proteína. La formulación optima que cumple la máxima aceptación sensorial, máximo intensidad de color y mínima separación de fases es de: zumo 50%, proteína hidrolizada de quinua de 6%, tiene una aceptabilidad de 6,15 puntos de 7; separación de fases de 7,70 % (baja separación), intensidad de color de 6,71 (buen color) y un valor de D_T máximo de 0,9696 siendo este valor un buen indicador de optimización por función de conveniencia. Las características fisicoquímicas, actividad antioxidante de la bebida a base de zumo de maracuyá y proteína hidrolizado de quinua, son pH $3,2 \pm 0,02$; Acidez total $2,46 \pm 0,064\%$; Solidos

solubles (°Brix) $12 \pm 0,014$; Sólidos totales $12,9743 \pm 0,027\%$; Proteína $4,064 \pm 0,033\%$; Vitamina C (mg/ 100 g) de $14,18 \pm 0,031$; Caroteno (mg β -caroteno/g extracto) de $1,013 \pm 0,011$; Fenoles totales (mg de equivalente de ácido gálico/g de extracto) de $9,14 \pm 1,112$; Flavonoides totales (mg de equivalente de quercetina/g de extracto) de $2,76 \pm 0,232$ y Actividad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox L}^{-1}$) de $672,12 \pm 1,12$. La estabilidad durante almacenamiento de la bebida optimizada supera los 35 días de almacenamiento bajo temperatura de refrigeración de 5°C.

Palabras claves: Bebida de maracuyá y proteína de quinua, optimización por función de conveniencia.

ABSTRACT

The research was to produce a refreshing drink based on hydrolyzed protein concentrate of quinoa, passion fruit juice and tara gum with adequate physicochemical characteristics, bioactive components, antioxidant activity and stability. In the formulation design, the 3^k factorial design was used using the Statgraphics Centurion XVI.I statistical experiment design software, where a two-factor, three-level design was generated. This resulted in nine expanded and/or extended experiments with three repetitions at the central design point to evaluate repeatability. For the optimization evaluation, the convenience function methodology was applied. The results were obtained: The characteristics of color index, pH, vitamin C and antioxidant activity of passion fruit juice are: pH of $2,74 \pm 0,01$; Vitamin C (mg/100 g) of $16,067 \pm 0,71$; Carotene ($\mu\text{g } \beta\text{-carotene/ 100 g}$) of $15,079 \pm 0,66$ and $1,021 \pm 0,11$ mg $\beta\text{-carotene/ 100 g}$; Total phenols (mg of gallic acid equivalent/g of extract) of $17,410 \pm 3,135$; Total flavonoids (mg of quercetin equivalent/g of extract) of $4,231 \pm 0,21$; Antioxidant activity ($\mu\text{mol Trolox L}^{-1}$) of $1211,72 \pm 2,11$; Color intensity (Abs) of $6,311 \pm 0,180$; shade of $0,938 \pm 0,011$. Quinoa protein hydrolyzate contains $70,934 \pm 0,042\%$ protein. The optimal formulation that meets the maximum sensory acceptance, maximum color intensity and minimum phase separation is: 50% juice, 6% hydrolyzed quinoa protein, has an acceptability of 6,15 points out of 7; phase separation of 7,70% (low separation), color intensity of 6,71 (good color) and a maximum DT value of 0,9696, this value being a good indicator of optimization by convenience function. The physicochemical characteristics, antioxidant activity of the drink based on passion fruit juice and hydrolyzed quinoa protein, are pH $3,2 \pm 0,02$; Total acidity $2,46 \pm 0,064\%$; Soluble solids ($^{\circ}\text{Brix}$) $12 \pm 0,014$; Solids add up to $12,9743 \pm 0,027\%$; Protein $4,064 \pm 0,033\%$; Vitamin C (mg/ 100 g) of $14,18 \pm 0,031$;

Carotene (mg β -carotene/g extract) of $1,013 \pm 0,011$; Total phenols (mg of gallic acid equivalent/g of extract) of $9,14 \pm 1,112$; Total flavonoids (mg of quercetin equivalent/g of extract) of $2,76 \pm 0,232$ and antioxidant activity ($\mu\text{mol Trolox L}^{-1}$) of $672,12 \pm 1,12$. The storage stability of the optimized beverage exceeds 35 days of storage under refrigeration temperature of 5°C .

Keywords: Passion fruit and quinoa protein drink, optimization by convenience function.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Formulación del problema	3
1.1.1 Problema general.....	3
1.1.2 Problema específico	3
1.2 Objetivo.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Hipótesis.....	4
1.3.1 Hipótesis general.....	4
1.3.2 Hipótesis específicas	5
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 ANTECEDENTES.....	6
2.2 QUINUA.....	10
2.2.1 Composición química	11
2.2.2 Propiedades nutricionales	12
2.3 PROTEÍNA DE QUINUA.....	13
2.3.1 Aislamiento de proteína de quinua.....	15
2.3.2 Hidrólisis de proteína de quinua	18
2.4 MARACUYÁ	19

2.4.1	Composición química	21
2.4.2	Propiedades nutricionales	22
2.4.3	Beneficios y usos	22
2.5	GOMA DE TARA	25
2.5.1	Componentes químicos	26
2.5.2	Usos.....	26
2.6	BEBIDA FUNCIONAL.....	27
2.7	COMPUESTOS ANTIOXIDANTES.....	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	31
3.2	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	31
3.3	MUESTRA.....	31
3.4	MATERIALES USADOS	32
3.5	EQUIPOS E INSTRUMENTOS USADOS	33
3.6	REACTIVOS USADOS	33
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL	34
3.7.1	Diseño factorial.....	35
3.7.2	Optimización de respuestas experimentales	37
3.8	PROCESOS PREVIOS A LA FORMULACIÓN	43
3.8.1	Obtención de zumo hidrolizado de maracuyá.....	43
3.8.2	Obtención de concentrado proteico de quinua.....	45

3.8.3	Obtención de extracto de papaya como fuente de proteasa	47
3.8.4	Obtención de proteína hidrolizada de quinua (QPH).....	48
3.8.5	Obtención de goma de tara.....	50
3.9	PROCESO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA	51
3.9.1	Cálculo de balance de materia (cantidad de azúcar)	52
3.9.2	Pesado de insumos	53
3.9.3	Mezclado.....	53
3.9.4	Pasteurizado	53
3.9.5	Envasado y Sellado	53
3.9.6	Enfriado.....	53
3.9.7	Almacenado	54
3.10	EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES RESPUESTAS EN LAS BEBIDAS FORMULADAS	55
3.10.1	Prueba hedónica del consumidor/evaluación sensorial de la bebida del zumo de maracuyá y proteína hidrolizado de quinua.	55
3.10.2	Separación de fases	56
3.10.3	Análisis de color espectrofotométrico.....	57
3.11	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA BEBIDA OPTIMIZADA	58
3.11.1	Medición de pH.....	59
3.11.2	Acidez titulable	59
3.11.3	Determinación de Vitamina C.....	60

3.11.4 Sólidos solubles.....	62
3.11.5 Densidad.....	62
3.11.6 Determinación de proteína	63
3.11.7 β -caroteno.....	64
3.11.8 Capacidad antioxidante por el método ORAC.....	65
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	66
4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	66
4.2 OPTIMIZACIÓN DE FORMULACIÓN DE BEBIDA.....	68
4.2.1 Ajuste de modelos polinomiales	68
4.2.2 Optimización de respuestas múltiples.....	72
4.3 CARACTERÍSTICAS DE BEBIDA OPTIMIZADA	74
4.3.1 Características fisicoquímicas de la bebida.	74
4.3.2 Color.....	76
4.3.3 Actividad antioxidante	77
4.3.4 Estabilidad de la bebida optima	80
V. CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	88
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	89
ANEXOS	112

Relación de Tablas

Tabla 1 Resumen de los factores analizados para el diseño experimental de formulación de bebida.....	35
Tabla 2 Matriz de diseño en su forma codificada para un diseño 3^2	36
Tabla 3 Matriz de diseño en su forma real para un diseño 3^2	37
Tabla 4 Balance para cálculo de sacarosa.	52
Tabla 5 Características del fruto y zumo de maracuyá.....	66
Tabla 6 Características del grano de quinua y contenido proteico del concentrado. ...	68
Tabla 7 Análisis de la varianza de los modelos predictivos polinómicos para las respuestas de aceptabilidad (AS), separación de fases (SP) e intensidad de color (IC).....	72
Tabla 8 Formulación óptima de bebida a partir de zumo de maracuyá y proteína hidrolizado de quinua.	73
Tabla 9 Características del zumo de maracuyá hidrolizado y bebida óptima.	75
Tabla 10 Resultados de color de la formulación optimizada.	77
Tabla 11 Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante en bebida optima a base de zumo de maracuyá y concentrado proteico de quinua.	77
Tabla 12 Variación del pH e intensidad de color durante el almacenamiento.....	83

Relación de Figuras

Figura 1 Planta y granos de quinua.	11
Figura 2 Precipitación ácida del aislado proteico de quinua,	16
Figura 3 Frutos de maracuyá (<i>Passiflora edulis flavicarpa</i>).	20
Figura 4 Baya de tara, lentejas y goma en escamas y en polvo.	26
Figura 5 Obtención de harina de quinua en molino pulverizador.....	32
Figura 6 Diagrama para optimización de formulaciones de bebidas.	42
Figura 7 Proceso de obtención del zumo de maracuyá por hidrólisis térmica.	44
Figura 8 Muestras de zumo de maracuyá hidrolizado a tiempo cero y 24 h después. ..	44
Figura 9 Secuencia de obtención de concentrado proteico de quinua.	45
Figura 10 Flujo de proceso de extracción de proteína por solubilización.....	46
Figura 11 Flujo de proceso de obtención de extracto de papaya.....	47
Figura 12 Flujo de proceso de hidrólisis enzimática de proteína de quinua.	49
Figura 13 Liofilización de Zumo, bebida y proteína hidrolizado de quinua.	50
Figura 14 Flujograma de obtención de goma de tara en polvo.	51
Figura 15 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida a base del zumo maracuyá y proteína hidrolizada de quinua.	54
Figura 16 Bebidas de zumo de maracuyá y proteína hidrolizada de quinua.	55
Figura 17 Evaluación sensorial de bebida formulada.....	56
Figura 18 Secuencia de cuantificación de proteína.....	64
Figura 19 Cuantificación de b-caroteno.....	65
Figura 20 Resultados de respuesta de las formulaciones.....	69
Figura 21 Resultados individuales optimizados para cada variable respuesta.	70
Figura 22 Resultado de la formulación optimizada por el método de función de conveniencia para tres variables respuestas.	71

Figura 23 Comportamiento del color de la bebida durante el almacenamiento refrigerado.	80
Figura 24 Intensidad de color de la bebida durante el almacenamiento refrigerado...	81
Figura 25 Variación de pH durante el almacenamiento de la bebida óptima.....	84

I. INTRODUCCIÓN

Los zumos de frutas, que generalmente se consumen y se consideran productos saludables, podrían servir como medio alternativo para incorporar otros componentes que no poseen como las proteínas de origen vegetal. Los zumos de frutas también incluyen una gran cantidad de carbohidratos, minerales y vitaminas que los probióticos utilizan como sustrato. Las frutas son beneficiosas para la salud y el sabor, y podrían ser aptas para los probióticos ([Manoj et al., 2023](#)).

Las propiedades químicas de las plantas en diferentes partes de la fruta revelan su diferente potencial. El compuesto fenólico se ha anunciado, es decir, en presencia de carne, carcasa y ácido fenólico en semillas, flavonoides. Los carotenoides están presentes en la pulpa y la corteza (principalmente β -caroteno), mientras que los esteroides (principalmente β -sitosterol y estigmasterol) y tocoferoles (principalmente γ -tocoferol y δ -tocoferol) ya están presentes en las semillas representadas. Estos compuestos pueden funcionar como antioxidantes naturales, por lo que su inclusión en productos alimenticios puede considerarse desde esta perspectiva ([Fonseca et al., 2022](#)).

La industria de alimentos y bebidas es un área que ha tenido un crecimiento continuo a lo largo de los años. Esto se debe a muchas razones, una de ellas es que hoy en día los consumidores no solo quieren comer sino alimentarse adecuadamente, prevenir enfermedades y lograr una mejor salud a través de la alimentación ([Marranzano et al., 2018](#)). Las bebidas a base de zumo de frutas son en su mayoría bajas en contenido de proteínas. La fortificación con proteínas y aminoácidos esenciales aumentaría el valor nutricional de la bebida, teniendo en cuenta la riqueza de aminoácidos que posee la

proteína de la quinua llama toda la atención por su alto contenido proteico, que oscila entre 12,0 y 23,0 g/100 g y se considera una buena fuente de lisina (5,4 g/100 g), histidina (2,9 g/100 g) y metionina (3,6 g/100 g) ([Dakhili et al., 2019](#)). La forma más refinada de proteína de quinua es el aislado de proteína que contiene > 90 g/100 g de proteína ([López et al., 2018](#)). Así como ([Adedokun et al., 2022](#)), formuló una bebida con baobab, piña y ciruela negra donde obtuvieron una bebida de alta cantidad de micronutrientes, fitoquímicos, muy buenos atributos sensoriales y aceptación de los consumidores.

Passiflora edulis f. *flavicarpa*, conocida como maracuyá, pertenece a la familia *Passifloraceae* ([He et al., 2020](#)). Los polifenoles, triterpenos, glucósidos, carotenoides, polisacáridos, aminoácidos, aceites esenciales y elementos son los componentes más importantes que se encuentran en *P. edulis* ([He et al., 2020](#); [T. Z. Yuan et al., 2017](#)). Varias investigaciones *in vitro* e *in vivo* han observado los potenciales biológicos de *P. edulis* en acciones antioxidantes, antimicrobianas, hepatoprotectoras, antidiabéticas y ansiolíticas ([He et al., 2020](#); [Ishihata et al., 2016](#); [Jagessar, 2019](#)).

[Tavano et al.\(2022\)](#), estudiaron a la proteína de la quinua y determinaron que está constituido principalmente por globulinas (41,3%), albúminas (26,96%), glutelinas (23,16%), y prolaminas (1,7%). Las globulinas, la fracción mayoritaria, mostraron un buen perfil de aminoácidos y digestibilidad, y potencial para la liberación de péptidos bioactivos.

Por las propiedades que posee el zumo de maracuyá, y la calidad de proteína que posee la quinua nos planteamos elaborar una bebida, para determinar las cantidades de

cada insumo, y determinar sus características fisicoquímicas, componentes bioactivas y actividad antioxidante y estabilidad.

1.1 Formulación del problema

1.1.1 Problema general

¿Una bebida refrescante a base de concentrado proteico hidrolizado de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara poseerá adecuadas características fisicoquímicas, componentes bioactivos, actividad antioxidante y estabilidad?

1.1.2 Problema específico

1. ¿Qué características de índice de color, pH, vitamina C, actividad antioxidante tendrá el zumo de maracuyá?
2. ¿Qué cantidad de proteína poseerá el hidrolizado proteico de quinua?
3. ¿Es posible elaborar diferentes formulaciones usando zumo de maracuyá e hidrolizado proteico de quinua y obtener la formulación que cumpla con la máxima aceptación sensorial, máximo intensidad de color y mínima separación de fases?
4. ¿Qué características fisicoquímicas, actividad antioxidante tiene la bebida optimizada?
5. ¿Qué estabilidad tiene la bebida optimizada durante el almacenamiento?

1.2 Objetivo

1.2.1 Objetivo general

Elaborar una bebida refrescante a base de concentrado proteico hidrolizado de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas, componentes bioactivos, actividad antioxidante y estabilidad.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Obtener el zumo de maracuyá y determinar las características de: índice de color, pH, vitamina C, actividad antioxidante.
2. Determinar la cantidad de proteína existente en el hidrolizado proteico de quinua.
3. Elaborar diferentes formulaciones usando zumo de maracuyá e hidrolizado proteico de quinua y obtener la formulación que cumpla con la máxima aceptación sensorial, máximo intensidad de color y mínima separación de fases.
4. Determinar las características fisicoquímicas, actividad antioxidante de la bebida optimizada.
5. Determinar la estabilidad durante el almacenamiento de la bebida optimizada.

1.3 Hipótesis

1.3.1 Hipótesis general

Una bebida refrescante a base de concentrado proteico hidrolizado de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara posee adecuadas características fisicoquímicas, componentes bioactivos, actividad antioxidante y estabilidad.

1.3.2 Hipótesis específicas

1. Las siguientes características de índice de color, pH, vitamina C, actividad antioxidante tiene el zumo de maracuyá.
2. El hidrolizado proteico de quinua tiene alto contenido de proteína.
3. Realizar diferentes formulaciones de bebida, usando zumo de maracuyá e hidrolizado proteico de quinua y obtener una formulación que cumpla con la máxima aceptación sensorial, máximo intensidad de color y mínima separación de fases.
4. La bebida optimizada tiene buenas características fisicoquímicas y actividad antioxidante.
5. La bebida optimizada es estable durante el almacenamiento.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 ANTECEDENTES

[Thakur et al.\(2023\)](#), investigaron la “Formulación y caracterización de una premezcla de bebida a base de granos de bajo costo y alta energía: un enfoque de algoritmo genético multiobjetivo”. Existe una gran demanda de bebidas energéticas asequibles y saludables entre los consumidores. Se formuló una nueva premezcla de bebida multicereales (MGBP) a partir de cebada, mijo perla, quinua y guisantes amarillos utilizando tecnología de algoritmo genético multiobjetivo (MOGA). Los efectos de procesamiento como el tostado y el malteado sobre la composición de nutrientes y sus relaciones se investigaron mediante el análisis de componentes principales (PCA). El malteado tuvo un efecto significativo en casi todos los componentes de la dieta ($p < 0,05$). El tostado aumentó el contenido total de carbohidratos de los guisantes amarillos en un 67,7% y la harina de cebada en un 77,2%. El coeficiente de correlación de Pearson mostró una fuerte correlación entre el contenido de energía y el contenido de carbohidratos y grasas. Las combinaciones óptimas obtenidas por MOGA y verificadas mediante análisis difuso fueron harina de guisantes amarillos tostados (RYPF), harina de cebada perlada tostada (RPBF), harina de mijo perla malteada (MPMF) y harina de quinua malteada (MQF), cada una con MGBP 100 por g, el valor energético es 345,8 kcal y el coste es 4,88 rupias. El tratamiento condujo a la interacción y agregación proteína -almidón, como lo confirma la microscopía electrónica de barrido (SEM). Sin embargo, la estructura química permaneció intacta como lo muestra la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).

[Guallasamín Dávila et al.\(2018\)](#), “Preparación de bebidas pasteurizadas a partir de extractos proteicos de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*)”. En este estudio evaluaron los parámetros para la producción de bebidas de quinua, estos fueron: la extracción de proteína soluble de la quinua y dos condiciones de proceso (adición de estabilizante y temperatura de pasteurización). La concentración de proteína soluble en extractos proteicos depende de los factores como la proporción de harina a solución de NaOH (1:2,50, 1:3,25, 1:4,00), temperatura (20 y 45 °C) y pH de acondicionamiento (7,50 y 8,00). examinado en base a 30 minutos a escala de laboratorio. El extracto obtenido fue en una proporción de harina -solución de NaOH 1:3,25, 20°C, pH 7,50 dio una solución proteica de $77,10 \pm 1,76\%$ de proteína. El tratamiento con estabilizador (0,25%) a 120 °C dio un buen resultado. El contenido de proteínas de la bebida resultante fue de 2,36%.

[Mir et al.\(2021\)](#), estudiaron la “Mejora de las propiedades funcionales de los aislados proteicos de quinua (*Chenopodium quinoa*) tras el tratamiento térmico controlado: efecto sobre las propiedades estructurales”. El aislado de proteína de quinua se sometió a tratamientos térmicos controlados ($80 \div 100$ °C) durante varios tiempos ($15 \div 30$ min). Los resultados mostraron que el tratamiento térmico provocó cambios estructurales en el aislado proteico de quinua. El dicróismo circular muestra pérdida de la estructura secundaria de aislado proteico de quinua, especialmente hélices α y láminas β . Tanto el grupo de SH total como el grupo de SH expuesto fueron significativamente más bajos ($P < 0,05$) en el aislado proteico de quinua tratado térmicamente. El perfil SDS-PAGE muestra la formación de agregados de proteínas solubles con tamaños de partículas más pequeños. Calentar un aislado proteico de quinua a 80 °C durante 30 minutos redujo el tamaño de las partículas. El aislado proteico de quinua tratado térmicamente mejoraron significativamente su solubilidad y turbidez. La

disminución de la cristalinidad se debió a la desnaturalización de las moléculas de proteínas debido al tratamiento térmico. La capacidad de unión de agua, la capacidad de unión de aceite, la actividad emulsionante y la estabilidad fueron menores para el aislado proteico de quinua tratado térmicamente a una temperatura más alta durante un período de tiempo más largo. Esto puede deberse a una disminución en el contenido de SH total y expuesto, una mayor conversión de grupos SH en enlaces disulfuro y la formación de polímeros de alto peso molecular o agregados de proteínas a través de reacciones de polimerización. La mayor capacidad de espuma (89,99%) y los valores de estabilidad de la espuma de 167,80% (10 min) y 124,15% (20 min) se encontraron para el aislado proteico de quinua calentado a 80 °C durante 30 min. Por lo tanto, los resultados sugieren que el tratamiento térmico realizado a una temperatura de calentamiento más baja mejoró las propiedades funcionales del aislado proteico de quinua.

Mir et al.(2019), “Efecto del pH y tiempo de mantenimiento sobre las características de aislados proteicos de semillas de *Chenopodium* y estudio de su perfil de aminoácidos y puntuación”. Se adoptaron métodos de extracción alcalina y precipitación ácida para aislar proteínas de quinua y semillas de álbum de la variedad *Chenopodium*. Se prepararon dispersiones de diferentes pH (3-11) de proteínas aisladas y se evaluaron los efectos del pH y el tiempo de retención sobre las características de la proteína. Se encontró que el pH-10 del medio de extracción era adecuado para la extracción de proteínas sobre la base del rendimiento, la pureza, la solubilidad y el color con un pH isoelectrico de 4,5. El rendimiento y pureza de los aislados proteicos (PI) de quinua y álbum varió de 8.12-12.22%; 74,19-85,07% y 7,71-10,98%; 77,16-86,12%, respectivamente. En general, el pH y el tiempo tuvieron un efecto significativo sobre las propiedades funcionales del PI de ambas semillas. La quinua PI tuvo mayor actividad

emulsionante, estabilidad de la emulsión, capacidad de retención de agua y dispersabilidad, mientras que la capacidad espumante y la estabilidad fueron mayores para el álbum PI. Los índices nutricionales fueron 64,20 y 64,58 para quinua y álbum PI, respectivamente, mientras que la puntuación de aminoácidos (FAO, 2013) indicó que la isoleucina, la leucina y la valina eran los aminoácidos limitantes.

[Föste et al.\(2015\)](#), “Aislamiento de proteína de quinua por fraccionamiento de molienda y extracción por solvente”. La quinua es una atractiva fuente de proteína no animal, debido a su ausencia de gluten y al perfil favorable de aminoácidos. El objetivo de este estudio fue la extracción de proteína de quinua mediante dos enfoques consecutivos. Inicialmente, el salvado rico en proteínas se aisló mediante la optimización de los parámetros de acondicionamiento de un procedimiento de fraccionamiento de molienda. En contraste con el contenido de proteína del grano entero, 11,75 % en base seca (db), la fracción de salvado contenía 27,78 % (db) de proteína cuando se acondicionó con 15 % de humedad a 20 °C durante 20 h. Posteriormente se desarrolló una solución acuosa con pH 10, 20 °C y agitación de 1 h, resultando el extracto con un contenido de 60% de proteína. Para la purificación en el punto isoelectrico, se variaron el valor de pH y el método de separación. Después del secado, una extracción de proteínas del salvado produjo un 68 % (db) en comparación con el 52 % (db) de proteína de la harina integral de quinua.

[Sukketsiri et al.\(2023\)](#), “Caracterización química de extractos de *Passiflora edulis* y sus actividades antioxidantes, antiinflamatoria, antilipídica in vitro y ex vivo efecto de vasodilatación”. La fruta de la pasión es una planta comestible que tiene propiedades protectoras contra muchas enfermedades, incluidas las cardiovasculares. El objetivo de

este estudio fue explorar las propiedades biológicas (antioxidante, antiinflamatoria, antilipídica y relajante vascular) de los extractos de *P. edulis* obtenidos de semilla y frutos. Se encontró que los extractos contenían altos contenidos de polifenoles piceatannol y estilbenos. Por otro lado, el β -caroteno y el γ -tocoferol predominaron en el contenido de los frutos. El contenido del fruto mostró una actividad antioxidante más fuerte que la semilla. Se ha demostrado que el contenido del fruto y semilla tienen actividad antioxidante, actividad antiinflamatoria, lipasa pancreática y esterasa de colesterol, y efectos vaso relajantes en anillos aórticos de rata.

2.2 QUINUA

La quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) es un pseudocereal cultivado principalmente en la zona andina de Sudamérica, desde hace 7.000 años y su semilla ha sido reconocida como un súper alimento debido a su alto contenido de proteínas, su digestibilidad y su composición equilibrada en aminoácidos esenciales ([Lopez et al., 2022](#)). La quinua es un cultivo de origen andino, que contiene una cantidad considerable de proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas, minerales y fibra dietética, y es una fuente importante de proteínas debido a su digestibilidad. Morfológicamente el grano de quinua está formado por el epispermo, el embrión y el perispermo ([Polo et al., 2021](#)).

Figura 1
Planta y granos de quinua.



2.2.1 Composición química

La quinua contiene una variedad de compuestos, incluidos nutrientes (proteínas, vitaminas, grasas, carbohidratos, etc.) y antinutrientes como las saponinas ([Delatorre-Herrera et al., 2013](#)). El contenido de proteínas de las semillas de quinua es en promedio del 12 al 23%, según la variedad. Las principales proteínas que se encuentran en las semillas de quinua son las globulinas (37%), la albúmina (35%) y una pequeña cantidad de prolamina (0,5–7,0%) ([Dakhili et al., 2019](#)).

Las proteínas vegetales se consideran ingredientes alimentarios novedosos y prometedores y se han utilizado cada vez más en la producción de sustitutos de la carne y los lácteos. Dependiendo de las variedades, las semillas de quinua tienen un alto contenido de proteína de 13 a 25 % (basado en materia seca). Las principales proteínas de almacenamiento en las semillas de quinua son las globulinas 11 S y las albúminas 2 S que representan 37 % y 35 % de la proteína total, respectivamente ([Luo et al., 2022](#)).

La quinua tiene un alto contenido de carbohidratos (74 g/100 g de peso seco), de los cuales el 50 - 60% es almidón (amilosa 20% y amilopectina 80%). El azúcar libre promedio es de 6,2 g/100 g m.s. la fibra cruda es de aproximadamente 5 g/100 g m.s y la fibra soluble es de 2,49 g/100 g m.s. El contenido de proteínas de la quinua varía de 8 a 22 g/100 g m.s. Contenido de lípidos en la quinua de 4,0-7,6 g/100 g de peso seco. La quinua tiene un contenido de humedad, alrededor del 6,03 %. La quinua contiene la mayoría de minerales en niveles superiores a otros cereales, contenido de hierro de 13,2 mg/100 g m.s., magnesio (246,5 mg/100 g m.s.), además es rico en calcio, magnesio, hierro y fósforo ([Campos-Rodriguez et al., 2022](#)).

2.2.2 Propiedades nutricionales

La importancia nutritiva de la quinua es por su alto contenido de proteínas, con un excelente perfil de aminoácidos, rico en nutrientes como lípidos, fibra, vitaminas y minerales. En su composición están presentes todos los aminoácidos esenciales, en mayor proporción la lisina y metionina. No contiene gluten, por lo que es apta para personas celíacas ([Campos-Rodriguez et al., 2022](#)). Numerosos estudios muestran la riqueza nutricional de la quinua, destaca el hecho de que las proteínas de la quinua contienen todos los aminoácidos esenciales, sus contenidos grasos están libres de colesterol ([Delatorre-Herrera et al., 2013](#)).

La quinua se caracteriza por su alto contenido proteico (13,81-21,9%, según la variedad) y supera el contenido proteico de cereales como el trigo (8,6%), el arroz (9,9%) y el maíz (9,2%), la albúmina. y la globulina son los principales tipos de proteínas presentes en la quinua, entre un 35% y un 37%, respectivamente ([Quelal et al., 2019](#)). Las

semillas de quinua tienen un mayor valor nutricional y contenido de proteínas en comparación con la mayoría de los cereales como el arroz, el trigo y la cebada ([Tavano et al., 2022](#)).

El grano de quinua tiene un excelente perfil nutricional, almidón (32-60%), proteínas (10-18%) y grasas (4,4% a 8,8%), mientras que la ceniza, que se compone principalmente de potasio y fósforo, constituyen del 2,4% al 3,7%. y la fibra oscila entre 1,1% y 13,4%. La quinua también contiene compuestos como polifenoles y flavonoides ([Liu et al., 2023](#)).

El contenido nutricional de la quinua se ha denominado de alta calidad y contiene nutrientes como almidón (58,1–64,2%), fibra cruda (1,29–10,5%), proteínas (12,5–16,7%), grasas (5,5–8,5%), vitaminas (tiamina, ácido fólico , vitamina C , α -caroteno y niacina) y minerales (calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc) ([Córdoba-Cerón et al., 2023](#)).

[Tavano et al.\(2022\)](#), determinaron que la harina de quinua posee 10,21% de proteínas, 7,35% de lípidos , 2,03% de cenizas, 3,04% de fibras, 9,32% de humedad y 68,05% de carbohidratos.

2.3 PROTEÍNA DE QUINUA

El contenido de proteína de las semillas de quinua es de 8% a 22%, dependiendo de la variedad y condiciones de crecimiento, con un porcentaje mayor que los granos de trigo, cebada y arroz ([Fathi & Kardoni, 2020](#)). La proteína de la quinua tiene un alto contenido proteico, que oscila entre 12,0 y 23,0 g/100 g y se considera una buena fuente

de lisina (5,4 g/100 g), histidina (2,9 g/100 g) y metionina (3,6 g/100 g) ([Dakhili et al., 2019](#)).

[Tavano et al. \(2022\)](#), encontraron en el estudio que el 41,3% de la proteína total correspondió a la fracción de globulinas, el 26,96% a albúminas, el 23,16% a glutelinas y el 1,7% a prolaminas, mientras que el 1,8% de las proteínas de quinua permanecieron insolubles. Las fracciones aisladas fueron liofilizadas para su posterior uso, y los polvos liofilizados presentaron 96,9%, 57,30% y 28,48% de proteína a globulina, albúmina y glutelina en polvo, respectivamente. Cabe destacar que solo la fracción de globulina tiene un alto contenido proteico, conteniendo en su composición una cantidad menor de otros componentes no proteicos.

La estructura interna de los aislados de proteínas está expuesta a diferentes niveles de tiempo y temperatura, lo que puede conducir a una mejora general de las propiedades funcionales y fisicoquímicas. En condiciones controladas, el tratamiento térmico puede provocar cambios en la estructura de las moléculas de proteínas, que a su vez pueden influir en sus propiedades funcionales ([Mir et al., 2021](#)).

La forma más refinada de proteína de quinua es el aislado proteico que contiene > 90 g/100 g de proteína ([Lopez et al., 2022](#)). Las propiedades nutricionales y funcionales de los pseudocereales se consideran superiores debido a la alta calidad y cantidad de sus proteínas. Además de proporcionar aminoácidos esenciales, el éxito final de cualquier proteína de semilla depende en gran medida de sus propiedades funcionales y el entorno de procesamiento, como el pH y el tiempo de tratamiento. ([Mir et al., 2019](#)).

2.3.1 Aislamiento de proteína de quinua

Después de obtener la harina de quinua para la extracción de proteínas, se debe desarrollar un procedimiento. Variados parámetros de procesamiento, para la extracción alcalina de harina integral de amaranto, determinando solubilización a pH 8 a 11 y precipitación ácida a pH 4,5 a 5,0 como condiciones óptimas. Dependiendo de las condiciones de extracción, los cambios fisicoquímicos en las proteínas pueden afectar su funcionalidad y biodisponibilidad ([Föste et al., 2015](#)).

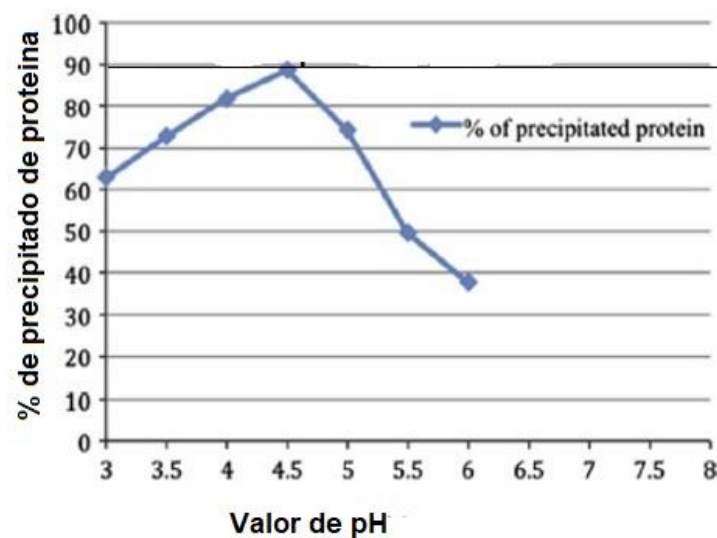
El procedimiento de aislamiento de proteína de quinua se basa en solubilizar la proteína en solventes, ajustando el pH del medio agregando solución de NaOH y separando por centrifugación a alta velocidad ([Alsohaimy et al., 2007](#)). Se ha determinado que la capacidad de extracción de la proteína en la harina de quinua mejora gradualmente a medida que aumenta el pH de la solución de extracción ([Elsoghaimy et al., 2015](#)).

La máxima solubilidad de la proteína de quinua fue aproximadamente a pH de 10. La solubilidad de las proteínas mejora con el incremento del pH de la solución ([Alsohaimy et al., 2007](#)).

La precipitación de la proteína solubilizada fue a valores de pH ácido entre 4 a 6. Como se muestra en la Figura 2, el mayor rendimiento de las proteínas precipitadas se obtuvieron a un pH de 4,5 ($88,74 \pm 0,53$) ([Elsoghaimy et al., 2015](#)). [López et al. \(2018\)](#) informaron que la extracción se realizó a valores de pH altos que oscilaron entre 7,8 y 9,2, mientras que la precipitación ácida se realizó entre de 4,3 a 5,7 ([López et al., 2018](#)).

Las globulinas 11S, también conocidas como quenopédina globular en la quinua, representan aproximadamente el 37% de la proteína total (Brinegar & Goundan, 1993; James, 2009). Las globulinas son insolubles en agua, pero fácilmente solubles en soluciones salinas diluidas obtenidas en estado cristalino (Thanapornpoonpong et al., 2008). La segunda estructura de la globulina está constituido por un 20% de estructura de hélices α , un 35% de láminas β y un 45% de estructura aperiódica (Drzewiecki et al., 2003).

Figura 2
Precipitación ácida del aislado proteico de quinua,



Fuente: Elsohaimy et al. (2015).

La albúmina tipo 2S es la segunda proteína más abundante y se estima que representa el 35% de la proteína total de la quinua (Brinegar & Goundan, 1993). La albúmina es soluble en agua (Osborne et al., 1915). Esta proteína tiene una estructura

heterodímera, lo que proporciona polipéptidos con una masa molecular de aproximadamente de 8 a 9 kDa asociados por dos enlaces disulfuro (Brinegar & Goundan, 1993). Se ha descubierto que la albúmina 2S muestra niveles significativos de polimorfismo. Estas variantes polimórficas conducen a propiedades diferentes ([Sun et al., 1987](#)).

La albúmina de quinua tiene altos niveles de cisteína (15,6 mol %), arginina, histidina y lisina, bajo en metionina (0,6 mol %) ([Brinegar et al., 1996](#)).

La proteína de quinua presentó concentraciones significativas de aminoácidos esenciales (excepto triptófano) y alto contenido de lisina (17,13%). Se observó una solubilidad mínima a pH de 4,5, y una alta solubilidad a pH alcalino de 10 ([Elsohaimy et al., 2015](#)).

Un procedimiento para obtener una muestra con altos contenido de proteína vegetal es el tratamiento de harina de semillas de quinua desgrasada con alcohol o ácido diluido para disolver los carbohidratos, lo que da como un producto llamado “concentrado”. La dilución alcalina seguida de precipitación isoelectrica es el método tradicional y más utilizado para la extracción de proteínas de las semillas. El método de extracción de proteínas a partir de harina de las semillas desgrasadas consiste principalmente en diluir las proteínas con álcali diluido, seguido de su isoelectrico y precipitación en ácido diluido. Las proteínas de la quinua se estudiaron mediante precipitación isoelectrica. El aislado de proteína de quinua se obtuvo a partir de harina de semillas de quinua dispersada en una solución de NaOH 0,015 M y después fue precipitado a pH 4,5. También se determinaron que las proteínas se desnaturalizan a pH

11, se conserva mejor cuando se solubilizan a pH 9. La solubilidad de las proteínas fue menor cuando los aislados se obtuvieron por alta solubilización alcalina. Sin embargo, los aislados obtenidos por solubilización a pH 9 a pH 11 tuvieron una capacidad de retención de agua similar ([López et al., 2018](#)).

La proteína de quinua extraída a pH de 9 posee mayor solubilidad que la extraída a pH 11, ambas extracciones poseen una composición de aminoácidos similar y capacidad de retención de agua ([Shen et al., 2021](#)). Las proteínas aisladas de pseudocereales se pueden usar en alimentos procesados en lugar de carne y lácteos proteínas y son capaces de impartir características fisicoquímicas y sensoriales deseables tales como estructura, textura, sabor y color a los alimentos formulados ([Mir et al., 2019](#)).

2.3.2 Hidrólisis de proteína de quinua

La quinua al ser una fuente importante de proteínas puede ser aprovechada como fuente de oligopéptidos en la elaboración de concentrados e hidrolizados, debido a que proporcionan aminoácidos esenciales y su valor biológico muy bueno, la asimilación de las proteínas ingeridas en el organismo es mejor, específicamente para personas con regímenes especiales, las proteínas pueden ser aprovechadas por sus propiedades tecnológicas en la industria ([Meng et al., 2022](#)).

Las proteínas vegetales pueden modificarse químicamente o enzimáticamente para alcanzar mayores beneficios funcionales, nutricionales y organolépticos. El grado de hidrólisis permite modificar los enlaces peptídicos en relación a la proteína original. El porcentaje hidrolizado respecto a diferentes concentraciones enzimáticas, temperatura y

pH. La hidrólisis enzimática se considera como un método prometedor y eficaz para mejorar las propiedades funcionales y el valor nutricional de las proteínas. Además, se cree que la gelificación se considera una de las tecnofuncionalidades más importantes de las proteínas y se utiliza ampliamente en el procesamiento de alimentos y productos farmacéuticos. Los péptidos son los principales productos de la hidrólisis enzimática de proteínas y tienen el potencial de formar hidrogeles autoensamblables debido a su facilidad de preparación, reproducibilidad, biodegradabilidad, biocompatibilidad y la disponibilidad de diversas funciones y estructuras químicas, que son de gran interés ([Fan et al., 2023](#)).

2.4 MARACUYÁ

El maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) es una planta enredadera que ha sido introducida y cultivada con gran interés comercial en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Es rico en jugo, nutritivo y de aroma atractivo, emite el aroma de varias flores y frutas y es conocido como el "rey de las frutas" ([Liang et al., 2023](#)). Actualmente, el maracuyá se cultiva en regiones tropicales y subtropicales, como es en Asia, Sudáfrica, Australia y América del Sur ([Hu et al., 2020](#)). Este fruto es muy apreciado por los beneficios que proporciona, por su contenido de pectina es empleado en la industria alimenticia e industria farmacéutica ([Urango-Anaya et al., 2018](#)). Su cáscara, compuesta por epicarpio y mesocarpio, representa cerca del 60% del peso total del maracuyá. A su vez, el epicarpio es fuente de fibras solubles, como las pectinas ([Santos et al., 2021](#)).

Sus frutos, son de forma redondeada con un diámetro entre 8 y 10 cm, de piel verde amarillenta en la madurez, y contienen múltiples semillas (característica común de las especies *Passifloraceae*) rodeadas de una pulpa gelatinosa de color amarillo con sabor dulce. -sabor ácido y un aroma intenso ([Corrêa et al., 2016](#)).

La producción mundial de maracuyá (*Passiflora edulis*) es en países tropicales y subtropicales. La extracción de la pulpa para la obtención de zumo genera una mezcla de pericarpios de 53 % y semillas como residuo de 21% del peso del fruto ([Sánchez Laíño et al., 2019](#)).

Está compuesta por cáscara 50-60%, jugo 30- 40%, semilla 10-15%, siendo el jugo el producto de mayor importancia ([Amaranto Contreras, 2019](#)).

Figura 3
*Frutos de maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*).*



2.4.1 Composición química

La fruta de maracuyá es rica en vitamina C, vitaminas B1 y B2 y la provitamina A, β -caroteno, además de minerales como K, P, Ca, Fe y fibras. se presentan los siguientes valores para 100 g de maracuyá: 75,8% agua, 63 kcal, 9,5 g de carbohidratos, 0,4 g de lípidos, 2,4 g de proteínas, 1,5 g de fibra dietética, 3,9 g de ácidos orgánicos y 0,9 g de minerales. Se han informado valores de vitamina C de 40 mg en 100 g de zumo de maracuyá natural ([Borrmann et al., 2013](#)).

El interior del maracuyá está lleno de una pulpa gelatinosa, transparente y fragante de color amarillo anaranjado que constituye aproximadamente el 35% del peso de la fruta ([Fonseca et al., 2022](#)). También hay semillas pequeñas, planas, ovaladas y negras incrustadas en los arilos ([Chau & Huang, 2004](#); [Fonseca et al., 2022](#)). El jugo de maracuyá tiene un alto valor nutricional y contiene una cantidades significativas de β -caroteno, vitaminas, aminoácidos, ácido ascórbico y otros nutrientes ([Corrêa et al., 2016](#)). Los compuestos bioactivos que contienen tienen efectos positivos sobre la salud y contribuyen a prevenir algunas enfermedades, como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras ([Dos Reis et al., 2018](#)). Las semillas de la maracuyá también contienen compuestos bioactivos, como tocoferoles, fitoesteroles y carotenoides, que son conocidos por proteger los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), la oxidación de lípidos y efectos beneficiosos para la salud humana ([De Santana et al., 2015](#); [Y. Zhao et al., 2021](#)).

2.4.2 Propiedades nutricionales

Las pulpas de *Passiflora* son ricas en ácidos fenólicos y polifenoles ([Pereira et al., 2023](#)). El pericarpio y la parte comestible de maracuyá son ricos en compuestos bioactivos, incluidos antioxidantes fenólicos naturales que tienen funciones antihipertensivas y vasodilatadoras ([Xin et al., 2021](#)). El agua es su mayor componente (85%) en el maracuyá. Posee una elevada cantidad de hidratos de carbono, provitamina A, vitamina C y minerales tales como potasio, fósforo y magnesio. La variedad amarilla es más rica en minerales y en provitamina A que la morada ([Amaranto Contreras, 2019](#)). El jugo de maracuyá variedad amarillo contiene componentes que favorecen a la salud, los cuales pueden ser atribuidos a sus micronutrientes: vitaminas, minerales y fotoquímicos ([Del Aguila Tello, 2022](#)).

2.4.3 Beneficios y usos

El maracuyá posee la provitamina A o β – caroteno, que se transforma en vitamina A en el organismo según como este lo necesita, siendo esencial para la visión, el cabello, el buen estado de la piel, los huesos y para el correcto funcionamiento del sistema inmunológico. Además, aporta la vitamina C, siendo un excelente antioxidante el cual interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y ayuda en la absorción de hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. Respecto a los minerales destaca su aporte de potasio, siendo necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal; el fósforo el cual intercede en la formación de huesos y dientes, así como en la participación en el metabolismo energético. El magnesio es asociado con el funcionamiento de nervios, intestino y

músculos además forma parte de dientes y huesos, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. El maracuyá es rico en fibra, y esta al ser consumido mejora el tránsito intestinal y reduciendo el riesgo de algunas enfermedades y alteraciones. Así mismo, es utilizado para disminuir la presión arterial y calmante ([Amaranto Contreras, 2019](#)).

La mayor parte del maracuyá que se produce actualmente está destinada al consumo en fresco. Para ello, la fruta se corta en mitades y se retira la pulpa de la piel con una cuchara y se come directamente o se usa como aderezo en ensaladas, helados y otros dulces. Otros usos culinarios incluyen jugos, licores, ponches tropicales, yogures, mermeladas, jaleas y dulces. Las cáscaras también se han utilizado para elaborar vino o té y como fuente de pectina e ingredientes medicinales. Además, las semillas prensadas en frío producen un aceite de color amarillo pálido con un sabor suave y agradable, que puede utilizar tanto en la cocina como materia prima en la industria de pinturas y barnices ([Fonseca et al., 2022](#)). El maracuyá se suele consumir como fruta fresca o en zumo y es popular por sus propiedades organolépticas. Tiene un aroma exótico, floral y afrutado. El maracuyá es muy nutritivo y tiene diversas propiedades funcionales ([Xiao et al., 2022](#)).

En la industria el maracuyá es utilizado en la elaboración de productos, tales como: néctares, jaleas, mermeladas y jugo concentrado. La cáscara es una excelente fuente de pectina, ingrediente principal en la preparación de jaleas. Las semillas poseen un elevado contenido de aceite, hidratos de carbono y proteínas, utilizados en la alimentación animal; por otro lado, el aceite de la semilla es de color amarillo, parecido al aceite de algodón, es importante por valor nutritivo y digestibilidad ([Amaranto Contreras, 2019](#)).

Además de consumirse fresca, el maracuyá también se puede utilizar para elaborar diversos productos como jugos, té de frutas, bebidas mezcladas, yogur, mermelada, gelatina, pectina extraída e ingredientes medicinales, y otros alimentos procesados (F.-Q. Xu et al., 2016). Entre ellos, el zumo de maracuyá por su alto valor nutricional, su atractivo sabor fresco y su color brillante. En los últimos años, la demanda del mercado internacional de zumo de maracuyá aumenta entre un 15% al 20% anual (L. Zhao et al., 2023). Además de las sustancias bioactivas, también hay enzimas presentes en su forma natural en las semillas, como la peroxidasa, la polifenol oxidasa y la superóxido dismutasa, entre otras (Li et al., 2017; Tahmasebi et al., 2023; W.-T. Xu et al., 2009; Y. Zhang et al., 2023a). Las sustancias fenólicas en el jugo se pueden usar como sustrato de polifenoloxidasa que pueden producir o-quinonas altamente activas, induciendo así un pardeamiento enzimático y degradar sustancias fenólicas, lo que lleva a cambios indeseables en la calidad sensorial (Lou et al., 2020; Murtaza et al., 2019). La peroxidasa cataliza una reacción de peroxidación en presencia de peróxido u oxígeno como aceptor de hidrógeno y formando un complejo enzima-donante de hidrógeno, lo que da como resultado un sabor desagradable al zumo (Chutia et al., 2019; Umair et al., 2022). La alta actividad de superoxidasa en el jugo puede prevenir el pardeamiento y la degradación del pigmento (Yu et al., 2023). Además, su alta actividad también beneficia para la prevención de enfermedades cerebrovasculares y mejorar la inmunidad del cuerpo (Hou et al., 2021). En la industria el zumo de maracuyá generalmente se extrae de dos maneras, una es por compresión el zumo a través de una gasa de nailon sin romper las semillas, y la otra, la pulpa y las semillas se hacen puré juntas con un exprimidor. Cuando las semillas se trituran en el segundo modo de extracción, las enzimas de las semillas también entran en el jugo, lo que puede afectar el zumo de manera positiva o como negativos. Por un lado, puede aumentar el contenido de

compuestos bioactivos en el zumo y, por otro, puede acelerar los cambios de calidad y la oxidación de los nutrientes.

2.5 GOMA DE TARA

La goma de tara, también conocida como algarrobo peruano, es un polvo de color blanco o beige obtenido a través de la molienda del endospermo de las semillas de *Caesalpineia spinosa*, el cual es un árbol nativo del Perú. Su fibra soluble es el β -galactomananos ([Zea M. et al., 2019](#)).

La goma de tara (TG) se extrae de la semilla de árbol de *Caesalpinia spinosa* es un galactomanano formado a partir de unidades de β -D-manosa y unidades de β -D-galactosa. Debido a sus diversas ventajas, como ser incoloro, insípido, estable y excelente sinergia con otras gomas, el TG ha sido utilizado ampliamente como material funcional para mejorar la estabilidad y la humedad de los alimentos ([Chen et al., 2020](#)). La goma de tara tiene una solubilidad en agua intermedia y sus propiedades físicas y reológicas cambian con respecto al origen en el que se obtuvo. Su estructura está formada por cadenas de polisacáridos de alto peso molecular. Actúa como espesante, aglutinante, estabilizador y retenedor de humedad ([Göksel Saraç, 2023](#)).

La goma de tara se obtiene triturando el endospermo de la semilla del árbol de tara (*Cesalpinio spinosa*), que contiene un polisacárido llamado polisacárido de la goma de tara. Debido a su biodegradabilidad y comestibilidad, el componente galactomanano de la goma de tara se usa ampliamente para la producción comercial de recubrimientos/películas comestibles ([Antoniou et al., 2015](#)).

Figura 4

Baya de tara, lentejas y goma en escamas y en polvo.



2.5.1 Componentes químicos

La goma de tara contiene galactomanano (77–78 %), humedad (15 %), proteínas (3,5 %), cenizas (1,45 %), compuestos nitrogenados (3–4 %), fibra (2 %) y compuestos grasos solubles en éter (1%). Además, los principales aminoácidos en la fracción proteica de la goma de tara son 13,4 % de ácido aspártico, 13,3 % de ácido glutámico, 9,9 % de alanina y 8,8 % de glicina. La goma de tara contiene pequeñas cantidades de glucosa, arabinosa y xilosa. Las propiedades físicas de la goma de tara se basan en el grado, ya que su polvo es blanco (grado puro), marrón claro, blanquecino a amarillo pálido, casi inodoro, muestra una sensación en la boca similar a la grasa mantecosa y polisacárido de galactomanano no iónico ([Antoniou et al., 2015](#)).

2.5.2 Usos

La goma de tara es utilizada en la Industria alimentaria y farmacéutica como estabilizante, emulgente o espesante y aunque no contribuyen al aroma, sabor o poder nutritivo de los alimentos, si pueden incidir en su aceptabilidad mejorando su textura o consistencia ([Huamaní-Meléndez et al., 2021](#)).

2.6 BEBIDA FUNCIONAL

Las bebidas funcionales son bebidas fortificadas o enriquecidas que proporcionan nutrientes esenciales y beneficios para la salud ([Ibrahim et al., 2015](#)). Mientras que las bebidas de las frutas funcionales se refiere a bebidas que contienen niveles significativos de componentes biológicamente activos de origen natural que imparten beneficios para la salud más allá de los nutrientes esenciales básicos ([Jitendra & Amit, 2015](#)). La bebida de frutas funcional podría provenir de un zumo de fruta único o combinado. Es una fuente de bienestar físico y mental que previene o reduce los factores de riesgo asociados a varias enfermedades y mejorar determinadas funciones fisiológicas ([Jitendra & Amit, 2015](#)). Se ha recomendado los consumidores por el consumo de bebidas funcionales como medio para proporcionar nutrientes y beneficios para la salud ([Ibrahim et al., 2015](#)).

El consumo de las bebidas funcionales se incrementó mundialmente en un 13,6% entre los últimos años. El reconocimiento de este tipo de producto es por su alto valor biológico, aceptabilidad y sabor. Formular y elaborar bebidas funcionales con alta calidad sensorial, es sustancial para beneficiar a la salud y prevenir las enfermedades ([Ticsihua Huaman & Orejon Montalvo, 2022](#)).

Una bebida funcional como producto no alcohólico a base de vegetales y fruta cruda, posee vitaminas, minerales aminoácidos. Los ingredientes funcionales están orientados a proporcionar un valor agregado a la salud del consumidor, por lo que hoy en día se han desarrollado una amplia gama de productos como bebidas saludables ([Quezada & Kerly, 2014](#)).

Las bebidas funcionales son productos que poseen componentes fisiológicos que complementan su aporte nutricional y que representan un beneficio extra para la salud de las personas, como por ejemplo en el metabolismo del colesterol, la mineralización ósea y la reducción de riesgos de enfermedad. Tales como el agua mineral, leche de soya, bebidas energéticas, néctares o jugos. Estos ofrecen beneficios para la salud y el autocuidado; pueden ser funcionales naturalmente como el té (contiene antioxidantes en forma natural) pueden adicionarse Nutracéuticos como el Calcio de Leche, Omegas, Proteína aislada de Soya, Fibras, Prebióticos, Probióticos, L. carnitina, Polifenoles, vitaminas, minerales y otros ingredientes que le confieren beneficios específicos que pueden ser declarados en el producto ([Curo Díaz & Montenegro Deza, 2018](#)).

El desarrollo de bebidas funcionales requiere una evolución permanente. A modo de ejemplo se puede mencionar la formulación de mezclas de sales minerales estabilizadas de sodio, potasio, magnesio y calcio destinadas al desarrollo de bebidas deportivas. Otro ejemplo, es el desarrollo de una bebida funcional especialmente desarrollada para niños, para un crecimiento óptimo depende, entre otros 36 factores, de un adecuado suministro de minerales esenciales como cobre, hierro y zinc ([Quezada & Kerly, 2014](#)).

Las bebidas funcionales pueden clasificarse como: a base de lácteos, frutas y verduras, legumbres, cereales, café o té. Los rasgos de funcionalidad de estas bebidas abordan diferentes necesidades y estilos de vida: para aumentar la energía, combatir el proceso de envejecimiento, la fatiga y el estrés, o combatir enfermedades ([Huaraca Aparco et al., 2023](#)).

Defectos

La separación de fases en las bebidas a base de fruta naturales, resta valor al aspecto visual del producto y puede comprometer su competitividad. La aclaración puede superar el problema; sin embargo, implica la eliminación de componentes deseables, como sustancias aromáticas, antioxidantes naturales y pigmentos carotenoides ([Godoy et al., 1998](#)).

En términos prácticos, quienes se dedican al almacenamiento y deterioro de refrescos y zumos de frutas suelen utilizar el almacenamiento a temperatura ambiente (entre 15 y 20 °C) en condiciones normales y en una habitación cálida a 35 y 40 °C. Indica efectos de aceleración. A temperaturas elevadas, una guía aproximada es que el deterioro se produce aproximadamente de 3 a 4 veces más rápido que a temperatura ambiente ([Ashurst, 2016](#)).

2.7 COMPUESTOS ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son componentes químicos que inhiben la oxidación de biomoléculas (como lípidos , proteínas y ADN) que se oxidan fácilmente en una reacción en cadena por los radicales libres y algunas enfermedades degenerativas como neoplasias, enfermedades coronarias, etc ([Michalczyk et al., 2009](#)). La actividad antioxidante se refiere a la capacidad de los compuestos bioactivos de oxidar los radicales libres, principalmente de componentes de frutas y verduras que impactan algunas actividades fisiológicas o celulares en el cuerpo cuando se consumen. Los compuestos bioactivos están asociados a los beneficios de la salud como efectos antioxidantes, antiinflamatorios,

neuroprotectores, antienviejecimiento, antidiabéticos, osteoporosis y anticancerígenos, entre otros. Los compuestos bioactivos incluyen flavonoides, fenoles, alcaloides y taninos, entre otros.

Las sustancias antioxidantes se pueden obtener de diversas matrices vegetales, principalmente de frutas, que son ricas en fitoquímicos y bien conocidas por sus beneficios para la salud y que a menudo definidas como "superfrutas" ([Champagne & Fustier, 2007](#); [Chang et al., 2019](#)). Por tanto, el zumo fresco contiene altos niveles de compuestos bioactivos dependiendo de la fruta obtenida ([Medina, 2011](#)). Estos compuestos pueden sufrir degradación en los procesos de pasteurización o concentración de jugos ([Ashurst, 2016](#)). Para prevenir los problemas relacionados con la concentración térmica, se ha informado que diferentes técnicas son efectivas para salvaguardar los compuestos bioactivos del producto concentrado ([Trishitman et al., 2021](#)).

Los productos a base de jugo de frutas tienen efectos antioxidantes debido a su alto contenido de polifenoles ([Seeram et al., 2008](#)), en las bebidas carbonatadas la actividad antioxidante es nula, por lo que no poseen compuestos bioactivos. Los refrescos disueltos con jugos o extractos de vegetales en agua, estos productos generalmente no poseen compuestos bioactivos y poseen un alto contenido de azúcar ([Gressier et al., 2017](#)).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de la Facultad de Química y Metalurgia - Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Tales como laboratorio de análisis de alimentos, tecnología de alimentos, laboratorio de investigación y laboratorio de la Universidad Nacional del Santa.

3.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Según la finalidad de la investigación este pertenece al de tipo experimental aplicativo, y el nivel de investigación pertenece a explicativo, predictivo y aplicativo.

3.3 MUESTRA

Para extraer la proteína de quinua, se usó la quinua descarte (quinua de tercera) y los frutos de maracuyá fueron adquiridos en el mercado Nery García. Para obtener la goma de tara, las bayas de tara se adquirieron en el distrito de Quinua- Huamanga.

Figura 5

Obtención de harina de quinua en molino pulverizador.



3.4 MATERIALES USADOS

- ❖ Matraz Erlenmeyer de 250 ml (5) y 1000 ml
- ❖ Vaso precipitado de 100 ml (2) y 500 ml
- ❖ Probeta de 5 ml, 25 ml y 100 ml
- ❖ Fiola de 25 ml (2), 10 ml, 100 ml (2) y 1000 ml.
- ❖ Bureta de 25 ml
- ❖ Papel aluminio
- ❖ Papel toalla
- ❖ Papel indicador de pH (PANPEHA)
- ❖ Picnómetro
- ❖ Placa Petri

3.5 EQUIPOS E INSTRUMENTOS USADOS

- ❖ Agitador con magneto: Marca IKAMAG RCT
- ❖ Centrifugador: JANETZKI T30
- ❖ Espectrofotómetro: Modelo SpectroScan 50V Dual spl
- ❖ Liofilizador: Labconco FreeZone 4.5L.
- ❖ Digestor kjeldahl: velp scientific, Modelo DK6
- ❖ Destilador: velp scientific, Modelo UDK127
- ❖ Equipo Dataloger Termómetro (TES 1315)
- ❖ Balanza Analítica: Ohaus capacidad de 160 g, precisión 0.00001
- ❖ Estufa: Marca Memmert
- ❖ Molino coloidal
- ❖ Molinillo pulverizado: Marca Grinder, Modelo GR-PV40B
- ❖ Autoclave 5L
- ❖ Cocina eléctrica
- ❖ Termómetro digital

3.6 REACTIVOS USADOS

- ❖ Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- ❖ Ácido bórico (H_3BO_3)
- ❖ Hidróxido de sodio (NaOH)
- ❖ Ácido clorhídrico (HCl)
- ❖ Hidróxido de potasio (KOH)
- ❖ Rojo de metilo ($\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$)

- ❖ Verde de bromocresol ($C_{21}H_{14}Br_4O_5S$)
- ❖ Etanol al 96 % (C_2H_6O)
- ❖ Hexano (C_6H_{14})
- ❖ Acetona (C_3H_6O)
- ❖ 2,6-diclorofenolindofenol ($C_{12}H_7NCl_2O_2$)
- ❖ Ácido oxálico ($C_2H_2O_4$)
- ❖ Ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$)
- ❖ Potasio fosfato monobásico (KH_2PO_4)
- ❖ Potasio fosfato dibásico (K_2HPO_4)
- ❖ Sulfato de cobre ($CuSO_4$)
- ❖ Sulfato de potasio (K_2SO_4)

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Un diseño de experimentos es una herramienta adecuada para identificar los parámetros críticos y optimizar el proceso ([Verma et al., 2009](#)), dentro de ello fueron usados la metodología de superficie de respuesta (RSM). El RSM es un método estadístico para diseñar experimentos y optimizar el efecto de las variables del proceso. RSM se basa en los principios de diseño de experimentos. El diseño de experimentos es un campo de la estadística aplicada que planifica, realiza, analiza e interpreta pruebas controladas para evaluar factores que afectan los valores de los parámetros. La metodología de superficie de respuesta utiliza un método estadístico para diseñar experimentos y optimización ([Veza et al., 2023](#)).

3.7.1 Diseño factorial

En este diseño factorial de 3^k , usado (3^2) para k con dos factores, Zumo de maracuyá (%) y Proteína hidrolizado de quinua (%), los cuales tienen tres niveles cada uno, -1, 0 y 1, como se muestra en la Tabla 1. Los rangos para todos los factores se establecieron, para estudiar cómo los valores de cantidad de zumo de maracuyá y cantidad de proteína hidrolizada de quinua afectan en las características de la bebida formulada y tratar de encontrar los valores que optimicen las respuestas (Aceptabilidad sensorial, separación de fases de estabilidad e Intensidad de color espectrofotométrico).

Tabla 1

Resumen de los factores analizados para el diseño experimental de formulación de bebida.

Factor	Zumo de maracuyá (%)	Proteína hidrolizado de quinua (%)
Nivel (+)	50	6
Nivel (0)	40	5
Nivel (-)	30	4

En base a la Tabla 1, para construir el número de formulaciones según el diseño factorial de 3^k utilizándose el software de diseño de experimentos estadísticos Statgraphics Centurion XVI.I. Se generó un diseño de dos factores y tres niveles para el diseño experimental de la formulación de bebidas. Esto resultó en nueve experimentos ampliados con tres repeticiones en el punto central del diseño para evaluar la repetibilidad, mostrado en su forma codificada en la Tabla 2.

Tabla 2

Matriz de diseño en su forma codificada para un diseño 3^2 .

Orden estándar	Orden aleatorio	Zumo de maracuyá (%)	Proteína hidrolizado de quinua (%)
1	1	-1	-1
2	8	0	-1
3	9	1	-1
4	3	-1	0
5	6	0	0
6	2	1	0
7	7	-1	1
8	5	0	1
9	4	1	1

Experimentos de formulaciones en su forma real mostramos en la Tabla 3.

Tabla 3

Matriz de diseño en su forma real para un diseño 3².

Formulación N°	Zumo de maracuyá (%)	Proteína hidrolizado de quinua (%)
1	40	6
2	50	4
3	50	5
4	40	4
5	30	4
6	50	6
7	30	5
8	40	5
9	30	6
10	40(C)	5
11	40(C)	5
12	40(C)	5

3.7.2 Optimización de respuestas experimentales

Con el propósito de encontrar la cantidad óptima de zumo de maracuyá y concentrado proteico hidrolizado de quinua en la elaboración de bebida, para la optimización fue usado la metodología de optimización multirespuestas de función conveniencia, donde esta metodología tiene los siguientes pasos:

3.7.2.1 Regresión polinomial

La regresión polinomial (RP) fue con la finalidad de encontrar una única ecuación que puede predecir la evolución de las variables de procesos en un rango de trabajo

específico. Se uso la metodología de la función de conveniencia (MFC) (Derringer & Suich, 1980), para representar todas las variables en una sola medida y hacer posible trabajar las variables independientes y dependientes al mismo tiempo.

Con el propósito de encontrar una formulación optima y evaluar la relativa influencia de cada factor operativo (Cantidad de zumo de maracuyá y cantidad de concentrado proteico hidrolizado de quinua) en la calidad de la bebida, fueron desarrollados modelos polinomiales de segundo orden para la respuesta aceptabilidad (AS), separación de fases (SP) y la intensidad de color (IC) utilizando regresión lineal múltiple. El modelo general propuesto para cada respuesta se describe a continuación:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \beta_{ij} x_i x_j \quad (1)$$

Donde: Y es la variable dependiente (AS, SP o IC), β_0 es el término independiente de la ecuación, β_i es el coeficiente lineal, β_{ii} es el término de los efectos cuadráticos, β_{ij} representa el término de los efectos de interacción entre las variables y x_i representa a las variables operativas. Los coeficientes fueron obtenidos por medio del ajuste de los datos experimentales aplicando regresión múltiple utilizando un código desarrollado en Matlab R 2023 (Versión demo en línea).

El análisis de la varianza (ANVA) de los modelos polinómicos fue realizado con el propósito de evaluar la exactitud de los modelos predictivos y el efecto de cada variable independiente sobre las variables dependientes usando Statgraphics centurión XV.II (Versión demo en línea).

3.7.2.2 Maximización de la función global D_T

Esta metodología consiste en la obtención de una función que convierte un problema de respuestas múltiples a una respuesta única (Delfa et al., 2009a). En este método cada valor de la variable dependiente obtenido en su modelo matemático polinomial respectivo, es convertido en un valor adimensional de la función de conveniencia (d_i). Estos valores varían entre 0 y 1; un valor 0 corresponde a una respuesta inaceptable y 1 corresponde al óptimo, respectivamente.

Si la respuesta o variable dependiente es a maximizar esta se calcula de la siguiente manera:

$$d_i = 0 \quad y_i < L_i \quad d_i = 1 \quad y_i > T_i \quad (2)$$

$$d_i = \left[\frac{y_i - L_i}{T - L_i} \right]^r \quad L_i \leq y_i \leq T_i \quad (3)$$

Cuando la respuesta o variable dependiente es minimizar, la función de conveniencia individual (d_i) se calcula de la siguiente manera:

$$d_i = 1 \quad y_i < T_i \quad d_i = 0 \quad y_i > U_i \quad (4)$$

$$d_i = \left[\frac{U_i - y_i}{U_i - T_i} \right]^r \quad T_i \leq y_i \leq U_i \quad (5)$$

donde y_i es la variable dependiente en el modelo polinomial, L_i y U_i representan los valores de y_i mínimos y máximos aceptables, respectivamente; y T_i es el valor objetivo correspondiente al valor máximo, mínimo o fijado dependiendo de las restricciones especificadas para cada respuesta.

Los valores (d_i) , son afectados por factores definidos por el usuario (r) que ponderan la influencia del valor objetivo y de los límites mínimos y máximos.

Para obtener los valores que representan las condiciones óptimas de procesamiento sólo como una función de conveniencia global (D_T) esta es obtenida utilizando la media geométrica de las respuestas convertidas o adimensionales (d_i) :

$$DT = (d_1^{v_1} \cdot d_2^{v_2} \cdot \dots \cdot d_n^{v_n})^{1/\sum_{i=1}^n v_i} = \left(\prod_{i=1}^n d_i^{v_i} \right)^{1/\sum_{i=1}^n v_i} \quad (6)$$

Donde: v_i es la importancia relativa asignada a cada d_i . Además, puede ser observado que si alguna de las respuestas es inaceptable ($d_i=0$), la función total se hace cero, lo cual da una mayor coherencia a la función de conveniencia obtenida. Un valor alto de D_T indica una buena combinación de factores, que es considerado como la solución óptima del sistema. Los valores óptimos para cada factor son determinados a partir de los valores de las funciones de conveniencia individual que maximizan la función global D_T (Corzo et al., 2008).

3.7.2.3 Algoritmo para optimización de función global (D_T)

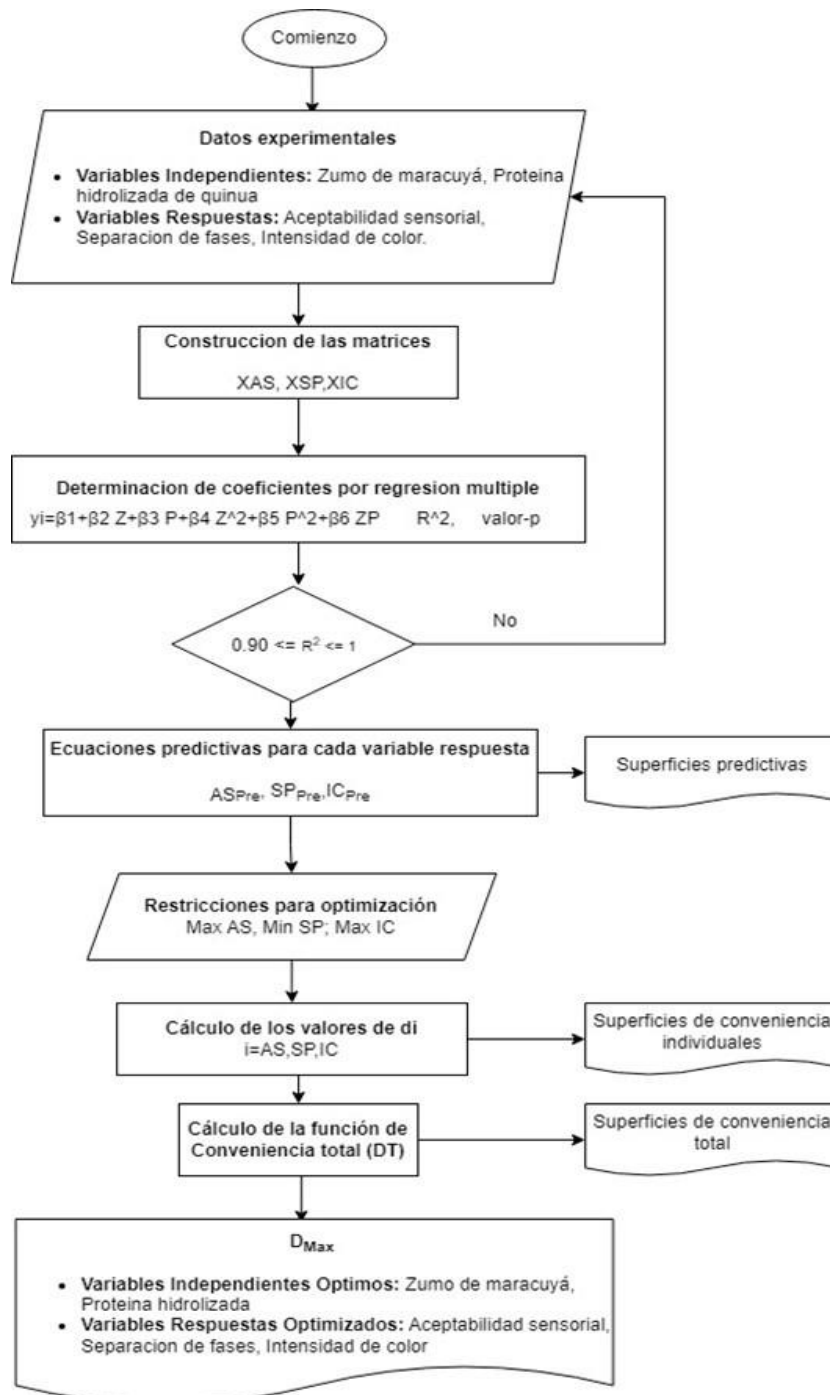
Para obtener los modelos matemáticos predictivos para cada variable respuesta o variable dependiente, calcular la función de conveniencia y graficar las superficies respuestas 3D y de conveniencia, se desarrolló un algoritmo de solución elaborando el código para la metodología de superficie respuesta y seguidamente para la metodología de función de conveniencia, codificado para la compilación en el programa usando Matlab R2023a (Versión demo en línea). Los coeficientes fueron evaluados a través de los indicadores estadísticos de evaluación (R^2), valor-p estadístico. La Figura 6 muestra el diagrama de bloques completo del algoritmo de optimización de formulación para la bebida.

En este método cada valor de la respuesta (AS, SP y IC), obtenido en su modelo matemático por regresión polinomial, es convertido en un valor adimensional de función de conveniencia (**di**). Estos valores varían entre 0 y 1. el valor 0 corresponde a una respuesta inaceptable y el valor 1 corresponde al óptimo, respectivamente.

Esta metodología consiste en la obtención de un experimento único a partir de un conjunto de experimentos de respuestas múltiples desarrolladas experimentalmente ([Delfa et al., 2009b](#)).

El método de la función de conveniencia ([Derringer & Suich, 1980](#)) fue utilizado para encontrar una respuesta única de las variables dependientes como: Aceptabilidad (AS), Separación de fases (SP) e Intensidad de color (IC).

Figura 6
Diagrama para optimización de formulaciones de bebidas.



3.8 PROCESOS PREVIOS A LA FORMULACIÓN

Con el propósito de encontrar una formulación adecuada, usando zumo de maracuyá y proteína hidrolizado de quinua. Previamente se realizaron procesos previos, como extracción de zumo de maracuyá, extracción de proteína de quinua, hidrólisis de proteína de quinua, extracción de zumo de papaya, que a continuación se detallan:

3.8.1 Obtención de zumo hidrolizado de maracuyá

El zumo de maracuyá presenta un problema de la presencia de almidones, este componente causa el problema de estabilidad en los jugos y néctares a base de maracuyá, para evitar este problema se ideó una tecnología de obtención de zumo de maracuyá más estable siguiendo el procedimiento mostrado en la Figura 7.

Los frutos de maracuyá fueron seleccionados y lavados minuciosamente con agua limpia. La fruta entera se sometió a cocción en autoclave (presión 3 atm y temperatura 121 °C, tiempo de 3 minutos), seguidamente los frutos fueron enfriados y cortados cuchillo inoxidable desinfectado en la zona ecuatorial del fruto, acto seguido fue filtrado el jugo con la finalidad de separar las semillas, obtenido el zumo. El zumo se envasó en envases de vidrio esterilizados con tapón de rosca hermético y se refrigeró a 5 °C antes de su uso en la mezcla.

Figura 7

Proceso de obtención del zumo de maracuyá por hidrólisis térmica.

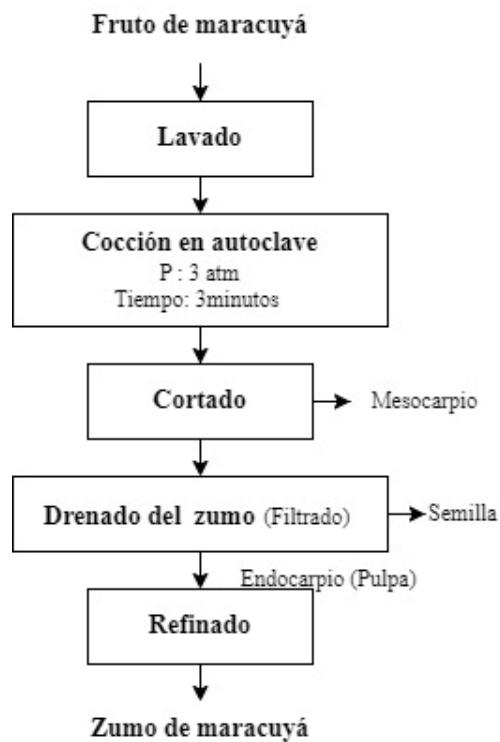
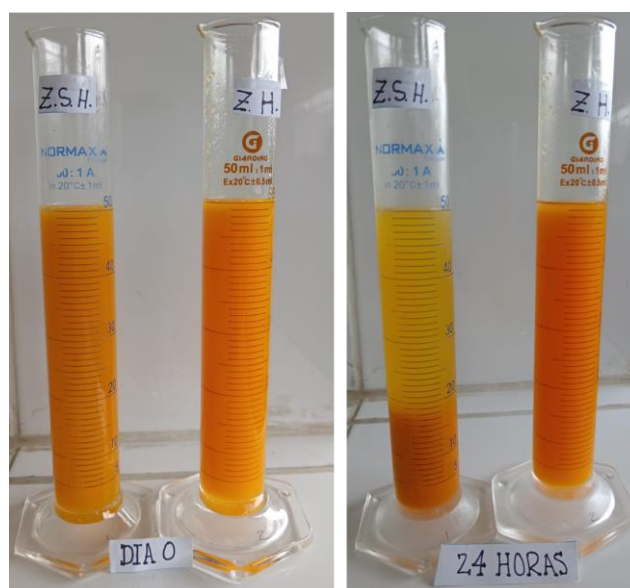


Figura 8

Muestras de zumo de maracuyá hidrolizado a tiempo cero y 24 h después.



3.8.2 Obtención de concentrado proteico de quinua

Luego, el pH de la solución se ajustó a 10 mediante la adición de una solución de hidróxido de sodio (NaOH 2N) y luego se agitó durante 60 min a temperatura ambiente. El pH se mantuvo constante a 10, para maximizar la extracción de las proteínas. Luego, la mezcla se centrifugó a 4 °C y 9000 rpm durante 30 min y se eliminó la fase precipitada. Para la separación de las proteínas solubilizadas (fase diluida del paso anterior) se modificó el pH de esta a 4,5 con la adición de una solución de ácido clorhídrico (HCl 2N) hasta su precipitación. La fase precipitada (proteína de quinua) se recogió, se liofilizó y finalmente se almacenó en un congelador a 18 °C para experimentos posteriores (Živanović et al., 2011).

Se usó la metodología aplicada por (Daliri et al., 2021) con algunas variaciones (Figura 10), para este proceso se trabajó con harina entera de quinua. Primeramente, se mezcló la harina de quinua con agua destilada en una proporción de 1:10.

Figura 9
Secuencia de obtención de concentrado proteico de quinua.

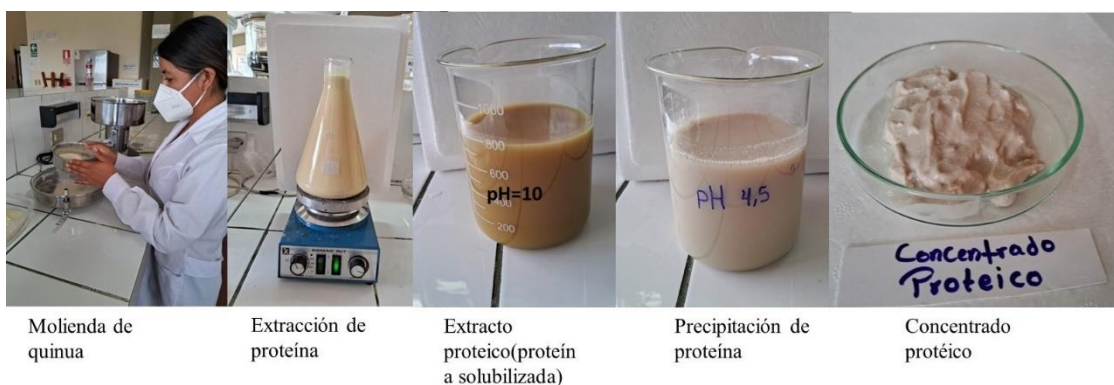
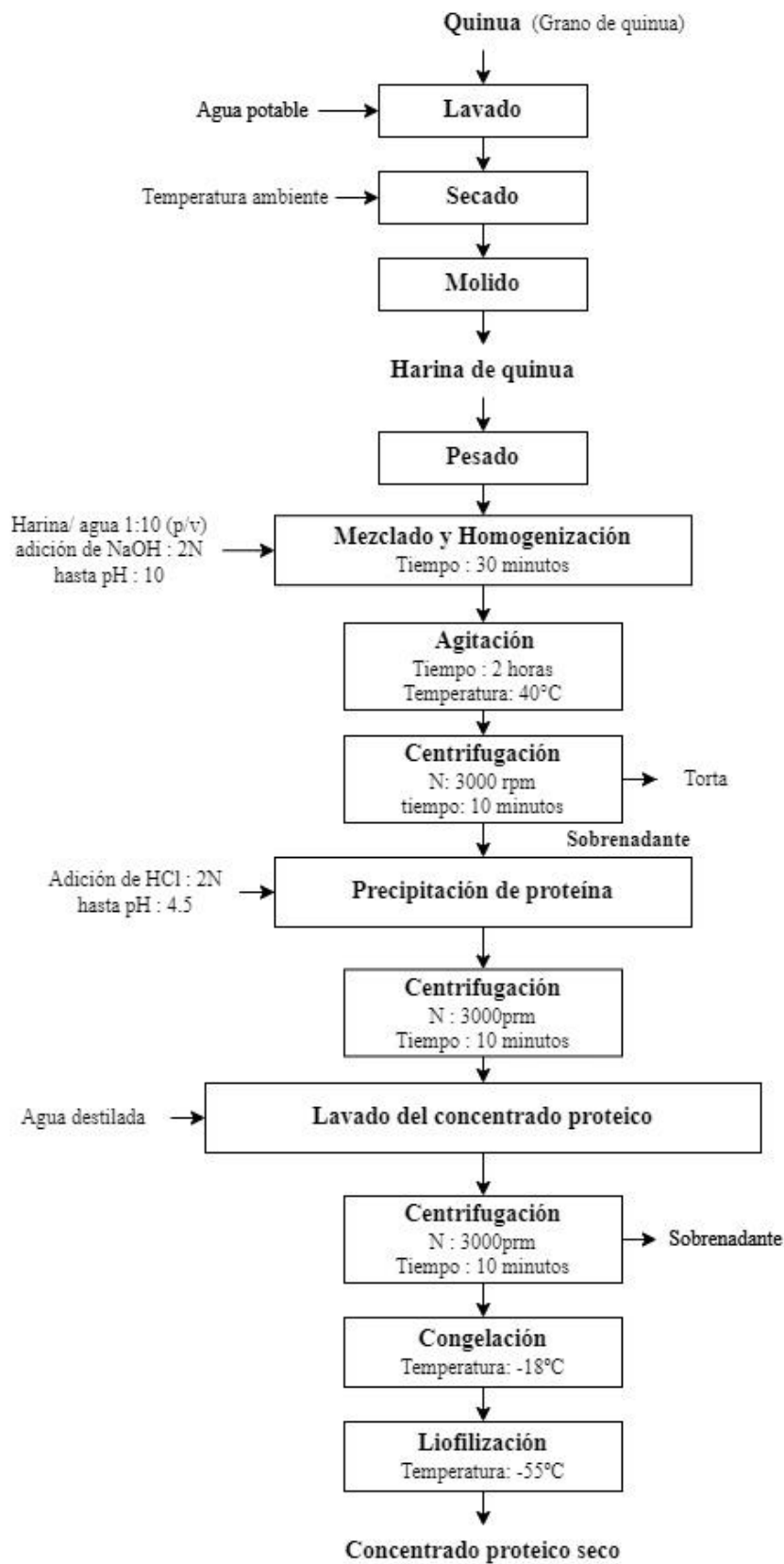


Figura 10

Flujo de proceso de extracción de proteína por solubilización.



3.8.3 Obtención de extracto de papaya como fuente de proteasa

La papaína es una enzima cisteína proteasa hidrolasa presente en la papaya (*Carica papaya*) y en las diferentes especies de *Vasconcellea*. La papaína es obtenida del látex de papaya, un fluido lechoso conocido como látex que contiene el exudado de papaya verde. Gracias a la Cisteína en su sitio activo, estas proteasas son clasificadas como cisteína endopeptidasa (Tacias-Pascacio et al., 2021). La papaína tiene una amplia función proteolítica para péptidos de cadena corta, proteínas, aminoácidos esterificados y enlaces de amidas y es funcional en medicamentos y en alimentos (Ramirez, 2019). Esta enzima se utiliza en diversas aplicaciones como farmacia, alimentos, bebidas, manejo de aguas, medicina entre otras. La papaya de la especie *V. pubescens* presentó una mayor actividad proteolítica que la caseína comercial (Rivera-Botonares et al., 2023). El proceso se observa en la Figura 11.

Figura 11
Flujo de proceso de obtención de extracto de papaya.



3.8.4 Obtención de proteína hidrolizada de quinua (QPH)

Para realizar el proceso de hidrólisis enzimática, se usó el extracto de papaya como medio de acción enzimática. La papaya de la especie *V. pubescens* presentó una mayor actividad proteolítica que la caseína comercial ([Rivera-Botonares et al., 2023](#)). Para la acción proteolítica del concentrado proteico de quinua aplicó los métodos de ([Akbarbaglu et al., 2019](#)) y ([Sarabandi et al., 2019](#)) con una ligera modificación, aplicados por ([Daliri et al., 2021](#)) procedimiento que se realizó (Figura 12) de la siguiente manera:

1. El concentrado de proteína de quinua (QPC) obtenido, fue disuelto con solución de tampón fosfato 0,01 mol/l (pH = 7,4) durante 30 minutos a una concentración del 5 % (p/v, QPC/tampón fosfato).
2. Seguido fue añadido el extracto de papaya (en tampón fosfato 0,01 mol/l) a la solución de concentrado proteico de quinua en la relación de 2,5 %, p: p, enzima: concentrado proteico de quinua. La proteólisis se realizó manteniendo una temperatura de 40 °C y una agitación continua a 200 rpm durante 4 h.
3. Luego del proceso de hidrólisis enzimática, la muestra hidrolizada se colocó en un baño de agua a 95 °C durante 15 min para detener las reacciones enzimáticas. Después de enfriar la mezcla a temperatura ambiente (25 °C), se centrifugó a 9000 rpm durante 15 min. Luego, el sobrenadante (proteína hidrolizado de quinua) se separó y congeló a -20 °C, seguido liofilizado para finalmente ser almacenado a -20 °C ([Akbarbaglu et al., 2019](#); [Sarabandi et al., 2019](#); [Villanueva et al., 1999](#)).

Figura 12

Flujo de proceso de hidrólisis enzimática de proteína de quinua.

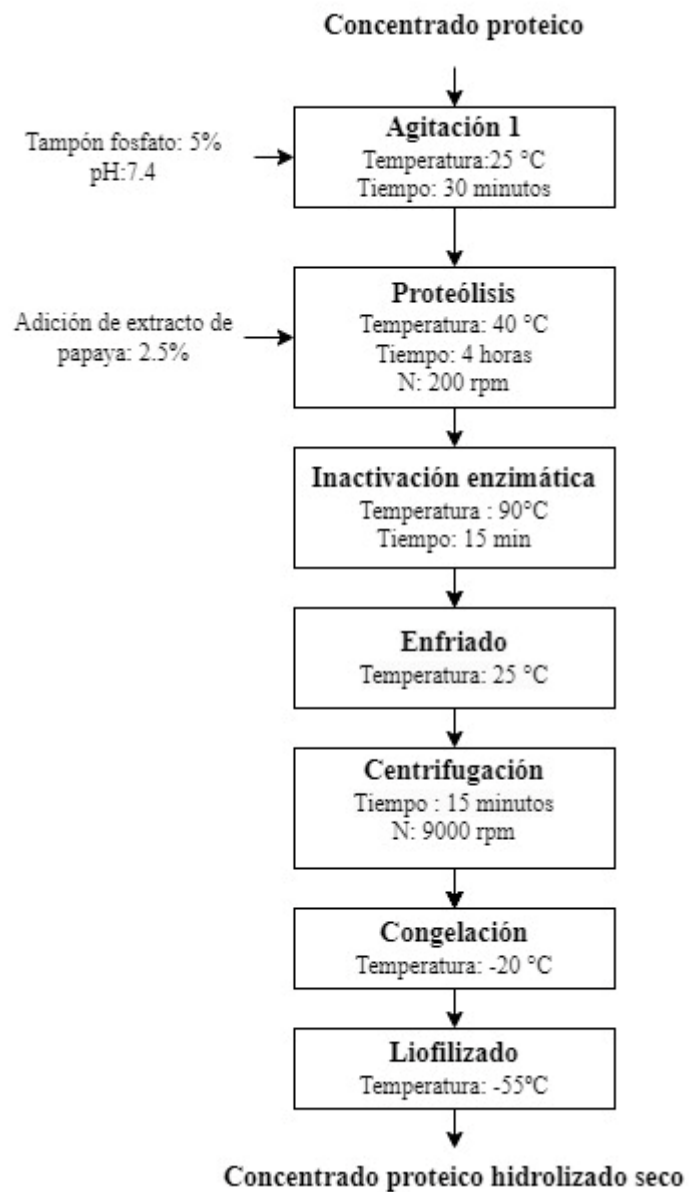


Figura 13

Liofilización de Zumo, bebida y proteína hidrolizado de quinua.



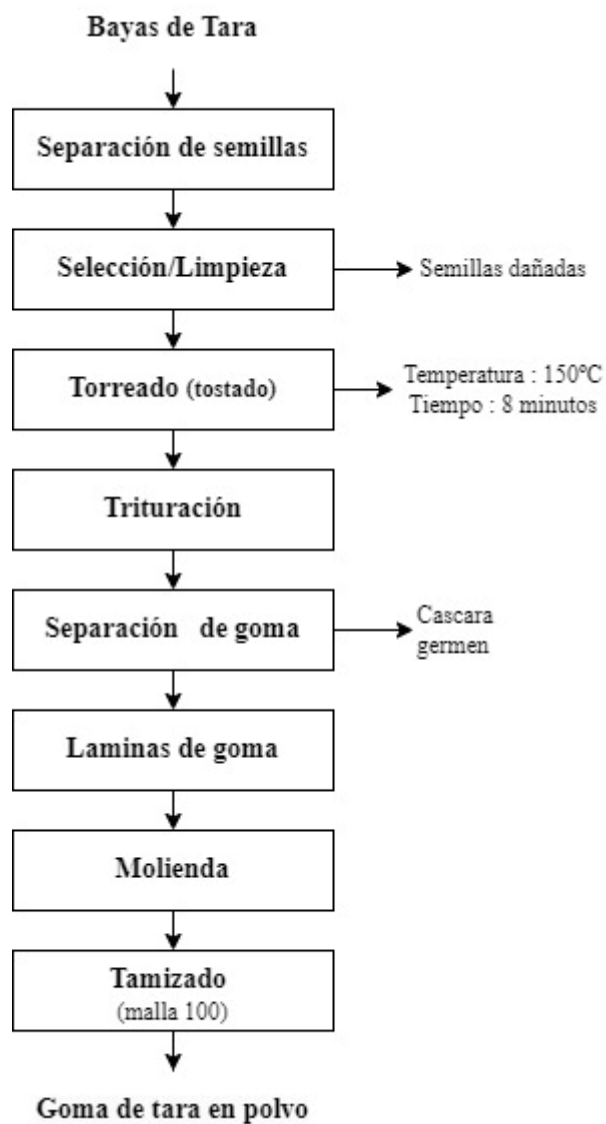
Liofilización de zumo, bebida y proteína hidrolizado de quinua

Proteína hidrolizado de quinua liofilizado seco.

3.8.5 Obtención de goma de tara

La goma de tara fue obtenida según la secuencia del flujo de la Figura 14, donde las bayas secas se trituraron para separar las lentejas, una vez separadas las lentejas limpias estas fueron tostados a fuego moderado (aproximadamente 150 °C) con la finalidad de separar con facilidad las láminas de goma, seguidamente trituradas en un molino de disco dentado, con el fin de fracturas cada lenteja y separar la capa de la goma que tiene un color blanco cristalino, seguidamente se separó de forma manual las láminas de goma de tara del resto. Estas gomas de tara obtenidas en forma de láminas se procedieron a una molienda fina en un molino pulverizador, seguidamente fue tamizado en una malla N° 100 del tipo ASTM. Seguidamente fue envasado en bolsas de DOYPACK.

Figura 14
Flujograma de obtención de goma de tara en polvo.



3.9 PROCESO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA

Las bebidas se prepararon a partir de zumo de maracuyá (30 - 50%, v/v), extracto proteico hidrolizado de quinua (4 - 6 %, p/v), goma de tara (0-0,05%, p/v). Se mezclaron zumo de maracuyá, concentrado proteico hidrolizado de quinua, luego fue calentado hasta 65 °C, luego se agregó el azúcar mezclado con goma de tara, a fin de evitar la formación

de grumos. La pasteurización se realizó a 65 °C por 30 minutos. El control fue realizado con un dataloger Thermometer (TES 1315) para captura de la temperatura cada 1 minuto de intervalo de tiempo. Después de la pasteurización, envasado luego las muestras se enfriaron a temperatura ambiente y luego se almacenaron a 4 °C para su análisis.

3.9.1 Cálculo de balance de materia (cantidad de azúcar)

El porcentaje de pulpa (50 %) y el zumo tiene 11 °Brix, y la cantidad de sacarosa, para cada bebida se determinó con base a los límites de zumo de maracuyá y sus características como es en la Tabla 4.

Tabla 4

Balance para cálculo de sacarosa.

Insumo	Cantidad (Kg)	°Brix	Sólidos solubles (Kg)
Zumo de maracuyá	50	11	5,5
Azúcar	6,5	100	6,5
Proteína	6	0	0
Goma de tara	0,03	0	0
Agua	37,47	0	0
Total	100	—	12

3.9.2 Pesado de insumos

Los insumos fueron pesados de acuerdo a las formulaciones de la Tabla 2 y la Tabla 4, referidos en la página anterior.

3.9.3 Mezclado

Primero se midió la cantidad de zumo, la proteína hidrolizada de quinua y agua, se ha calentado a 30 °C. Se mezcló usándose un agitador con paletas.

3.9.4 Pasteurizado

El tratamiento térmico se llevó a cabo controlando la temperatura y tiempo. La bebida se llevó hasta 65 °C por 30 minutos, a mitad de tiempo se agregó el azúcar mezclado con la goma de tara.

3.9.5 Envasado y Sellado

Transcurrido el tiempo de tratamiento térmico, se procedió a envasar las bebidas en envases PET de 500 ml, ajustándose las tapas a su torque máximo.

3.9.6 Enfriado

Las bebidas envasadas fueron enfriadas con agua fría, hasta una temperatura de 15 °C.

3.9.7 Almacenado

Todas las muestras fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 5°C para su posterior análisis respectivo.

Figura 15

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida a base del zumo maracuyá y proteína hidrolizada de quinua.

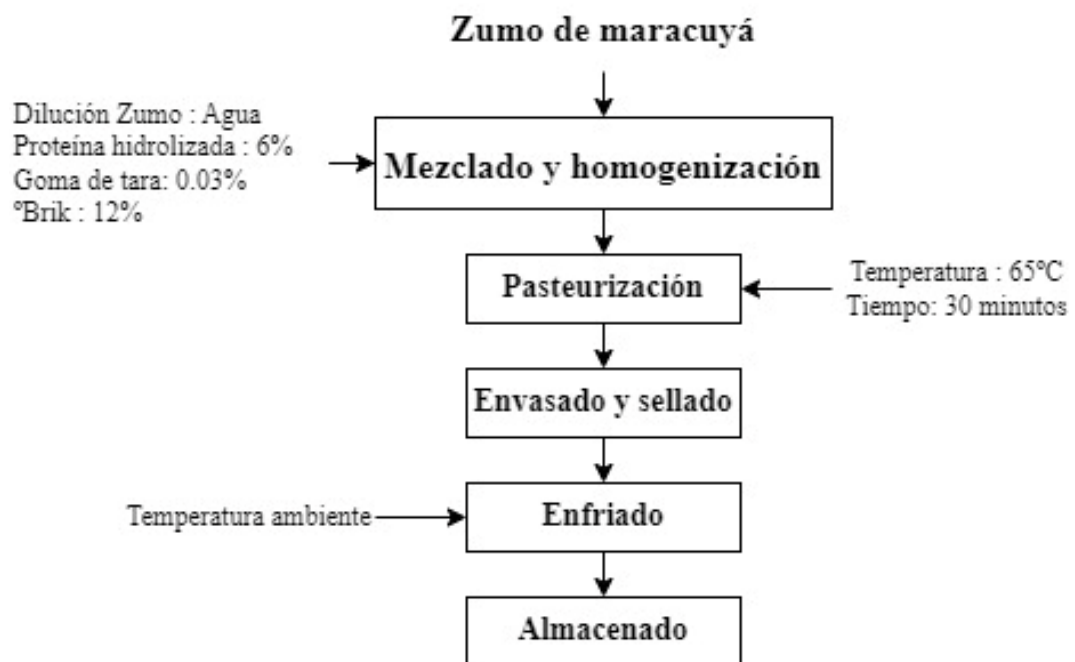


Figura 16

Bebidas de zumo de maracuyá y proteína hidrolizada de quinua.



3.10 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES RESPUESTAS EN LAS BEBIDAS FORMULADAS

Después de haber elaborado las 12 formulaciones de las bebidas del zumo maracuyá y proteína hidrolizada de quinua, según el diseño experimental, como segunda parte fue evaluar a estas bebidas elaboradas. Las bebidas fueron sometidas a evaluación sensorial de aceptabilidad general, grado de separación de fase e intensidad de color por espectrofotometría. Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

3.10.1 Prueba hedónica del consumidor/evaluación sensorial de la bebida del zumo de maracuyá y proteína hidrolizado de quinua.

Se realizó un análisis sensorial de las diferentes formulaciones de bebida inmediatamente después de su elaboración. Se usó la metodología de la prueba hedónica, aplicada por (Todaro et al., 2023).. El criterio utilizado para la selección del consumidor fue que fueran consumidores habituales (al menos una vez por semana) zumo de frutas.

Los participantes antes del inicio de la cata, fueron informados sobre el objetivo general del estudio y firmaron el consentimiento informado. La evaluación se realizó en el laboratorio análisis de alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. La bebida elaborada se presentó a los consumidores (50 ml) en vasos de polipropileno transparente de 50 ml y se evaluó en condiciones de luz estándar a una temperatura de 15 ± 1 °C. Los participantes calificaron en la bebida, la intensidad del color, el olor, la acidez y aceptabilidad general de las muestras en una escala de 1 punto a 7 puntos. La evaluación sensorial se repitió tres veces como se muestra en la Figura 17.

Figura 17
Evaluación sensorial de bebida formulada



3.10.2 Separación de fases

Se vertieron muestras de bebida (50 ml) en tubos graduados y se almacenaron a 4 °C. Las mediciones se realizaron a 24 horas. La estabilidad coloidal de las muestras se

determinó cuantificando la altura de las fases separadas. La separación de fases se expresó como altura de la fase separada como porcentaje de la altura total (Karimidastjerd & Kilic-Akyilmaz, 2021).

$$\text{Separación (\%)} = \frac{\text{Separación de fase(mm)}}{\text{Altura total(mm)}} * 100 \quad (7)$$

3.10.3 Análisis de color espectrofotométrico

Se utilizó un espectrofotómetro UV-vis (espectrofotómetro UV-2450, Shimadzu) para medir las características cromáticas de las muestras de zumo. Se realizó una medición directa de absorbancia del zumo en 620, 520 y 420 nm con una celda de cuarzo de 1 mm y luego se calcularon las siguientes variables: intensidad de color [CI = A₄₂₀ + A₅₂₀ + A₆₂₀], tonalidad [A₄₂₀/A₅₂₀] y pigmentos amarillos (%) [A₄₂₀/CI *100], rojo (%) [A₅₂₀/CI *100] y azul(%) [A₆₂₀/CI *100] (Sepúlveda et al., 2010). Las medidas se tomaron por triplicado.

$$\text{Intensidad de color (IC)} = \text{Abs}(420) + \text{Abs}(520) + \text{Abs}(620) \quad (8)$$

$$\text{Tonalidad} = \frac{\text{Abs}(420)}{\text{Abs}(520)} \quad (9)$$

$$\text{Índice de amarillo(\%)} = \frac{\text{Abs}(420)}{\text{IC}} * 100 \quad (10)$$

$$\text{Índice de rojo(\%)} = \frac{\text{Abs}(520)}{\text{IC}} * 100 \quad (11)$$

$$\text{Índice de azul}(\%) = \frac{\text{Abs}(620)}{IC} * 100 \quad (12)$$

3.10.3.1 Programa elaborado para la formulación

Programa desarrollado en Matlab para la optimización de formulación por el método de superficie respuesta y método de optimización de conveniencia. El código del programa en matlab fue: archivo: **BEBIDA.m**, que importa datos del excel del archivo: **Resultados1 (Anexo 17)**.

3.11 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA BEBIDA OPTIMIZADA

Las muestras de bebida del zumo de maracuyá y proteína hidrolizado de quinua fueron analizadas en cuanto a pH, acidez libre, sólidos solubles y materia seca, según la metodología usada por (Todaro et al., 2023). El pH se midió utilizando un medidor de pH 7,00 colocando una sonda de pH directamente en la muestra a analizar. La acidez total, fue expresada como ácido cítrico (%), se determinó sobre 10 ml de la muestra homogeneizada con 20 ml de agua destilada, seguido valorando con NaOH (0,10 N) hasta pH 8,10. El contenido de sólidos solubles de cada muestra se determinó utilizando un refractómetro y se expresó como °Brix (Triebold, 2000). La materia seca (MS) se determinó mediante una balanza electrónica de humedad (Eurotherm, Gibertini®, Novate Milanese, Italia) secando la muestra a 105 °C hasta peso constante y expresada como porcentaje. Para cada muestra de jugo, todos los análisis se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron como media ± desviación estándar.

3.11.1 Medición de pH

El pH se midió según el método de la AOAC 943.02 en el cual describe el pH como cantidad de iones hidrógeno libres en la disolución. Por lo cual el control de este parámetro nos permite una estabilidad química y microbiológica en los alimentos. El pH se mide a través de un electrodo que está conectado a un potenciómetro llamado pH metro. Antes de utilizarlo se realizó una correcta calibración del equipo con los frascos de buffer. Se utilizó el pH metro para realizar mediciones antes y después del clarificado y filtrado del zumo de marañón ([Martinez, 2019](#)).

3.11.2 Acidez titulable

Fue determinada mediante el método 942.15 de la (AOAC, 1993), y consistió en los siguientes pasos:

1. En primer lugar, se tomó 10 ml de bebida formulada y aforó a 200 ml con agua destilada.
2. El contenido del sobrenadante de la solución se tomó una alícuota de 10 ml y se adicionaron 2 o 3 gotas de fenolftaleína.
3. Luego se tituló con una solución de NaOH 0.1N agitándolo cuidadosamente hasta a un punto final de pH= 8.2 (momento en que ocurre el cambio de color del indicador). Donde se vio el color rosado grosella y se anotó el gasto.
4. Por lo general se expresa en términos de un ácido en particular para las bebidas se expresa en términos de ácido cítrico en porcentaje.

5. Finalmente, todos los datos obtenidos en el procedimiento se reemplazaron en la siguiente ecuación.

$$\%Acidez = \frac{(Normalidad\ de\ la\ solución\ NaOH)(Volumen\ del\ gasto\ NaOH)(0.064)}{Volumen\ de\ la\ muestra} * 100 \quad (13)$$

3.11.3 Determinación de Vitamina C

3.11.3.1 Solución

1. **Estándar de trabajo:** Disolver 100 mg de ácido ascórbico en 100 ml de una solución de ácido oxálico al 0.5 % en una fiola de 100 ml. Esta solución contiene 0.1% de ácido ascórbico y es inestable por lo que deberá utilizarse inmediatamente.
2. **Solución de 2,6 – Diclorofenolindofenol.** Disolver 100 mg de ,2,6 diclorofenolindofenol en 100 ml de agua destilada. Utilizar agua destilada a ebullición y enrasar a 100 ml para la solubilización y luego enfriar. Almacenar en una botella de color oscuro y en refrigeración.

3.11.3.2 Análisis del estándar de trabajo.

1. De la solución estándar se extrae 1 ml de la solución y se coloca en un erlenmeyer de 50 ml.
2. Agregar 30 ml de la solución de Ac. Oxálico al 0.5%

3. Titular con la solución de 2,6 – diclorofenolindofenol. El final de la titulación será indicado por un cambio de color rosado débil; color que debe persistir por 10 – 15 segundos. Lecturas a mayores tiempos dan coloración algo más rosada la cual es una fuente de error. La solución 2,6 – diclorofenolindofenol deberá ser estandarizada cada día.
4. Cálculo del equivalente en ácido ascórbico por ml de solución 2,6-diclorofenolindofenol:

$$T = \frac{X \text{ mg de ácido ascórbico}}{Y \text{ ml de solución 2,6 – diclorofenolindofenol}} \quad (14)$$

3.11.3.3 Análisis de la muestra

1. Pesar 20 g de muestra y llevar a una fiola de 150 ml.
2. Agregar 100 ml de solución al 0.5% de ácido oxálico.
3. La mezcla centrifugar a 3000 rpm durante 10 min. Poner la sobrenadante de la muestra en un erlenmeyer.
4. Pipetear 30 ml de la muestra el sobrenadante en un erlenmeyer de 50 ml y titular rápidamente hasta obtener un color rosado débil, con la solución de 2,6 – diclorofenolindofenol.
5. Calcular el contenido de ácido cítrico según la siguiente fórmula:

$$mg \text{ de ácido cítrico} / 100 g \text{ de muestra} = \frac{V * T * 100}{g \text{ de muestra}} \quad (15)$$

V = ml de 2,6 – diclorofenolindofenol utilizados para titular una alícuota de muestra.

T = equivalente en ácido cítrico de la solución del 2,6 diclorofenolindofenol expresado en mg por ml de colorante.

W = gramos de muestra en la alícuota.

3.11.4 Sólidos solubles

El procedimiento para esta medición consistió en medir la refractometría tomando en cuenta el principio de que un grado Brix equivale a un gramo de azúcar en 100 gramos de líquido ([Lozano, 2006](#)). Se utilizó un refractómetro (Atago, Pocket PAL- α), donde se colocó una pequeña muestra en el lente y se tomó el dato resultante. Los resultados se registraron en porcentaje en sólidos solubles de agua (°Brix).

3.11.5 Densidad

La densidad (ρ) de las muestras, que es la masa por unidad de volumen, se midió a 25 ° C utilizando un picnómetro de 25 ml ([Constenla et al., 1989](#)).

3.11.6 Determinación de proteína

Se realizó según el método AOAC 984. 13 (2005). Método Kjeldahl. El factor de conversión de proteínas utilizado fue 6,25. Los resultados se expresan como porcentaje. Para la digestión de proteína se pesaron las muestras: 1 g de la harina de quinua; 1 g de concentrado proteico; 1 g de proteína hidrolizada; 1 g de bebida formulada, para cada proceso se realizó dos repeticiones. Luego se colocaron las muestras en el tubo digestor, a cada tubo 10 ml de ácido sulfúrico concentrado y 5 g de catalizador (sulfato de potasio y sulfato de cobre), esperamos 2 horas a una temperatura de 420 ° C, la digestión termina cuando el contenido del tubo cristaliza completamente y luego se deja enfriar.

El proceso de destilación comienza después del enfriamiento, se agregan 50 ml de agua destilada al tubo de digestión, se agita bien, se colocan 25 ml de solución de ácido bórico al 4% en el matraz para recibir el destilado, el proceso de destilación finaliza cuando ya no pasa más amoníaco valorar durante 7 minutos con ácido clorhídrico titulado (aproximadamente 0,05 N) y registrar el gasto.

$$Nitrogeno(\%) = \frac{ml \text{ de HCl} * N * Meq \text{ de Nitrógeno}}{g \text{ muestra}} * 100 \quad (16)$$

$$Proteina(\%) = Nitrogeno(\%) * 6,25 \quad (17)$$

Figura 18
Secuencia de cuantificación de proteína.



3.11.7 β -caroteno

Se pesaron 2 g de muestra y se homogeneizó con 20 ml de una solución de acetona-etanol (v/v, 1:1), se dejó reposar por 24 horas con agitación 4°C. Se filtró la solución a un matraz y se transfirió el filtrado a una fiola de 100ml y se enrasa con acetona-etanol (1:1) y después se transfirió a un embudo de separación y se adicionaron 50 ml de hexano y 25 ml de agua destilada y se dejó reposar por 30 min. Finalmente se midió la absorbancia de la fase sobrenadante a 470 nm. Los resultados se expresaron en $\mu\text{g } \beta\text{-caroteno equivalentes (EBC)}/100 \text{ g}$, empleando el coeficiente de extinción molar de 2500 del β -caroteno. Se empleó como blanco hexano ([Campos et al., 2006](#)).

$$\mu\text{g de } \beta - \text{caroteno} \frac{\text{Equiv.}}{100 \text{ g}} = \frac{A * V * 10^6}{A_{1 \text{ cm}}^{1\%} * 100 * pmx (g)} \quad (18)$$

Donde:

A = Absorbancia de la muestra

V = Volumen total del extracto

$A_{1\% 1\text{ cm}}$ = coeficiente de absortividad del β - caroteno (2500)

P_{mx} = Peso de muestra en gramos

Figura 19
Cuantificación de b-caroteno.



Extracción de caroteno

Lectura de absorbancia

3.11.8 Capacidad antioxidante por el método ORAC

Es uno de los más utilizados para establecer la capacidad antioxidante de los compuestos polifenólicos ([Speisky et al., 2012](#)). Capacidad antioxidante de radicales de oxígeno (ORAC): En general, la reacción se lleva a cabo en tampón de fosfato de sodio 75 mM (pH 7,4), en un volumen final de 200 l. Las 3-(3,4,5-trihidroxibenzoil) cumarinas y combinaciones con quercetina se prepararon en una mezcla de tampón fosfato pH 7,4/MeOH (70/30).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

En la Tabla 5, se reportan el balance de materia durante la obtención del zumo, como también se tiene a las características evaluadas al zumo hidrolizado de maracuyá.

Tabla 5
Características del fruto y zumo de maracuyá.

Variable	Cantidad (g)	Porcentaje (%)
Masa del fruto	205	100
Masa de la cascara	123	60
Masa de semilla	26	12,68
Masa de pulpa	56	27,32
Del zumo hidrolizado		
pH	2,74 ±0,01	
Acidez total (% ac. Cítrico)	4,66 ±0,17	
Sólidos solubles (°Brix)	12,2±0,20	
Solidos totales (%)	12,817 ±0,31	
Densidad (kg/m ³)	1053,799±0,569	
Separación de fases (%)	0,000	
Vitamina C(mg/100 g)	16,067 ±0,71	
β-Caroteno (ug/100 g)	15,079 ±0,66	
Color espectrofotométrico		
Intensidad de color (Abs)	6,311 ± 0,180	
Tonalidad	0,938±0,011	
Índice amarillo (%)	29,244±0,072	
Índice rojo (%)	31,180±0,431	
Índice azul (%)	39,576±0,503	

Los valores son medias ± desviación estándar de las determinaciones.

Los resultados se asemejan a los reportados por otros investigadores tales como: por (Urrieta, 1999) de: (pH=2,8, Sólidos solubles de 14,1 y acidez total de 4,7 g/100 g), (Oliveira et al., 1987) de: (Sólidos solubles de 13,14 – 15,5), (Garrido et al., 2001) de (pH=4,4 – 5,3, Sólidos solubles de 5,2 - 5,6 y acidez total de 0,36 - 0,55 g.⁻¹⁰⁰ g), (Da Silva, 1999) de: (pH=3,31, Sólidos solubles de 16,3 y acidez total de 0,49 g.⁻¹⁰⁰ g), y (Vascocellos et al., 2001) de: (Sólidos solubles de 18,4 y acidez total de 0,7 g.⁻¹⁰⁰ g). Macoris et al.(2012) reportan solidos solubles en frutos de maracuyá con diferentes periodos de madurez (maracuyá orgánico de °Brix 14,0c ± 0,0; 14,6b ± 0,0 15, 0a ± 0.0) y en maracuyá con cultivo convencional de 14,0c ± 0,0; 15,0b ± 0,0 15, 8a ± 0,1 con periodos de madurez de 1/3, 2/3 y 3/3 de color amarillo respectivamente.

En acidez titulable (g ácido cítrico L⁻¹) (Macoris et al., 2012) reporta de 56, 4a ± 0,3; 47,7b ± 0,4 y 42,2c ± 0,3 y en maracuyá de cultivo convencional de 51, 8a ± 0,3 50,9b ± 0,2 48,5c ± 0,3 con periodos de madurez de 1/3, 2/3 y 3/3 de color amarillo respectivamente. De Souza Silva et al. (2020), reportaron el contenido de ácido ascórbico (17,67 mg 100 g⁻¹), β- caroteno (16,62 ug 100 g⁻¹).

Se obtuvieron un rendimiento muy bueno de 27,32 % (p/p) de jugo y pulpa, muy superior al de (Sukketsiri et al., 2023) que obtuvieron un rendimiento de 12,12 % (p/p) de jugos y pulpa.

Estas ligeras variaciones en los resultados se deben a muchos factores extrínsecos e intrínsecos del fruto, como manifiesta (Holanda et al., 1987) manifiestan que las variaciones observadas en las características físicas y químicas de los frutos de *P. edulis*, se deben a su estado de desarrollo, condiciones diferencias climáticas, suelo, prácticas culturales y edad de las plantas.

En la Tabla 6 se reporta el balance de materia referente al proceso de obtención de harina de quinua, en la cual se tiene contenido proteico de 15,532%, también se tiene el contenido proteico extraído liofilizado de 73,641% y así mismo de hidrolizado de proteína de quinua en su forma liofilizado, donde se tiene un 70,934 % de proteína hidrolizado liofilizado.

Tabla 6

Características del grano de quinua y contenido proteico del concentrado.

Variable	Cantidad
Masa de grano de quinua (g)	500,00± 0,012
Masa de harina de quinua (g)	488,00± 0,011
Humedad (%)	10,441± 0,082
Contenido proteico	
Harina de quinua (%)	15,532± 0,082
Concentrado proteico extraído liofilizado (%)	73,641± 0,772
Concentrado proteico hidrolizado liofilizado (%)	70,934± 0,042

Los valores son medias ± desviación estándar de las determinaciones.

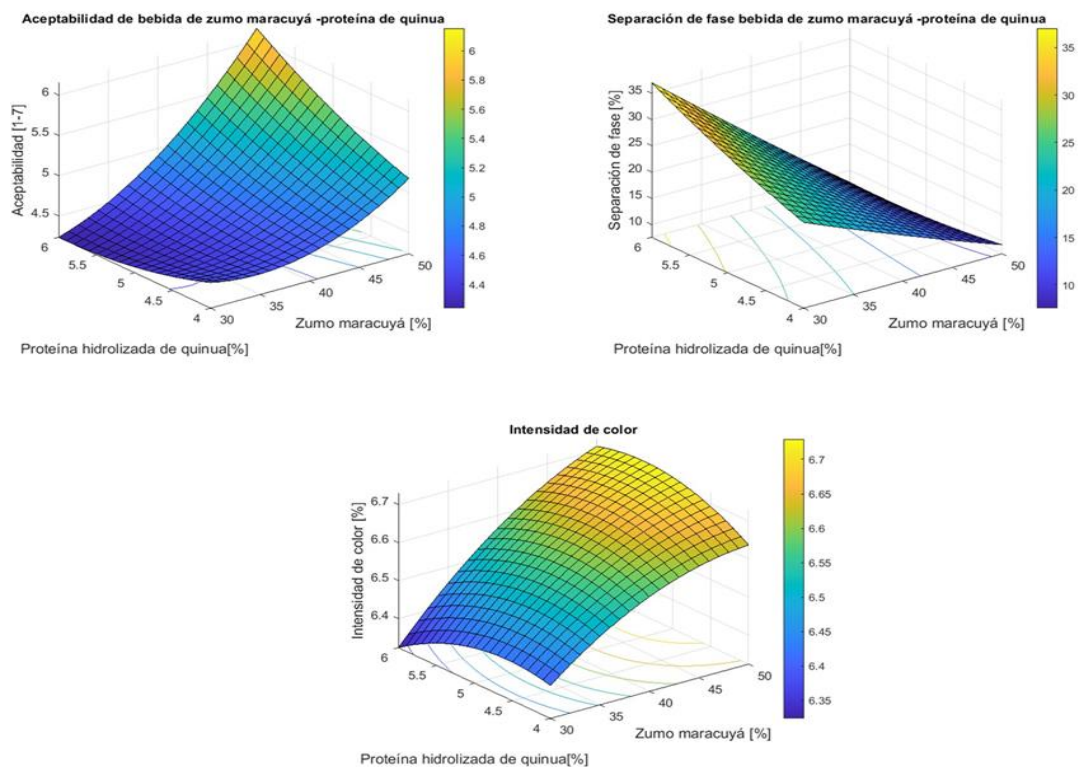
4.2 OPTIMIZACIÓN DE FORMULACIÓN DE BEBIDA

4.2.1 Ajuste de modelos polinomiales

Los modelos predictivos fueron obtenidos de las variables de respuestas en la formulación de bebida a partir de zumo de fruta y proteína hidrolizado de quinua estudiado, usando el enfoque polinomial codificado en Matlab R2023 (Versión en Línea). Además, las superficies predictivas 3D para la variable de Aceptabilidad, separación de

fases e intensidad de color de la bebida en función de los componentes de la formulación como cantidad de zumo y cantidad de proteína hidrolizado (Figuras 20, 21 y 22) fueron graficadas usando funciones gráficas de Matlab. Las ecuaciones predictivas fueron evaluadas estadísticamente usando análisis de varianza (ANVA).

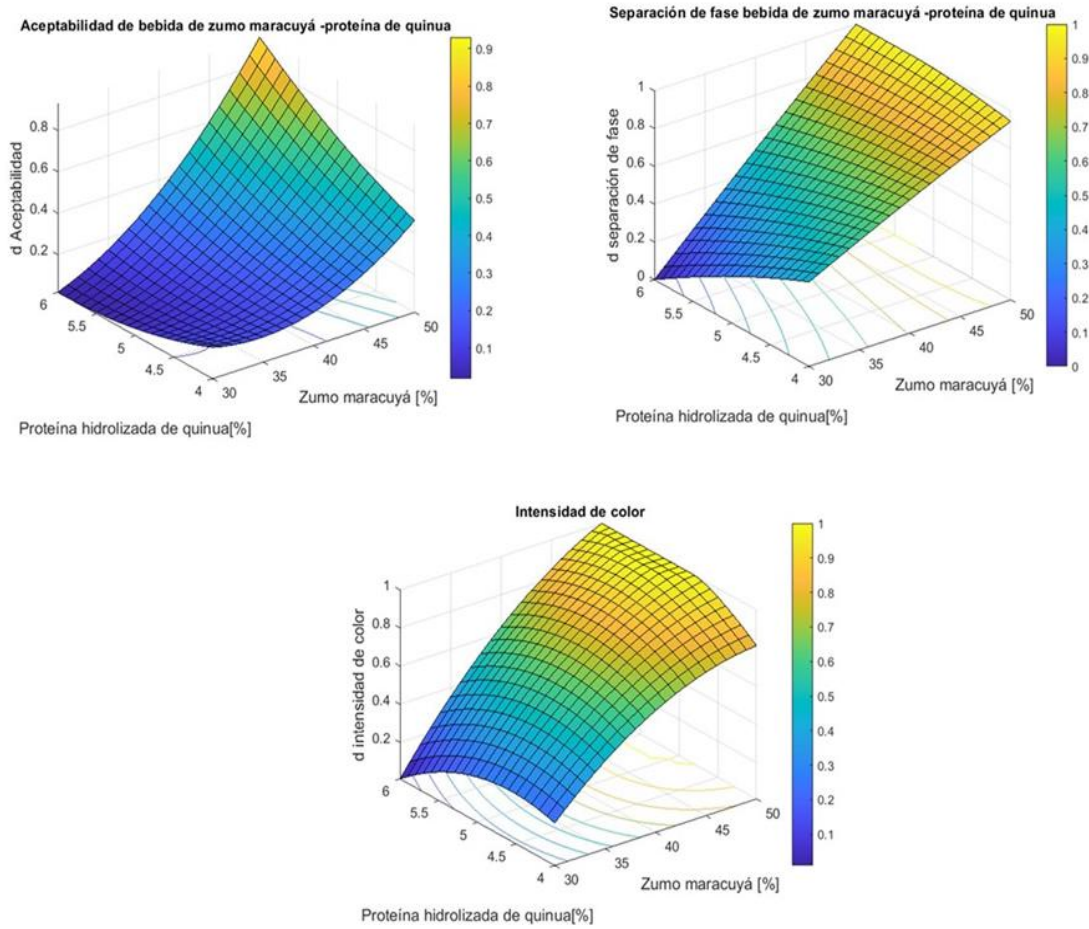
Figura 20
Resultados de respuesta de las formulaciones.



En las gráficas individualizadas de cada respuesta en función de las variables cantidad de zumo de maracuyá y cantidad de proteína de quinua hidrolizado, se observa los niveles máximos de aceptación y mayor intensidad de color es a mayor contenido de zumo de maracuyá, en cuanto al mínimo porcentaje de separación de fases se da a mayor porcentaje de zumo y mínimo porcentaje de proteína hidrolizado de quinua.

Figura 21

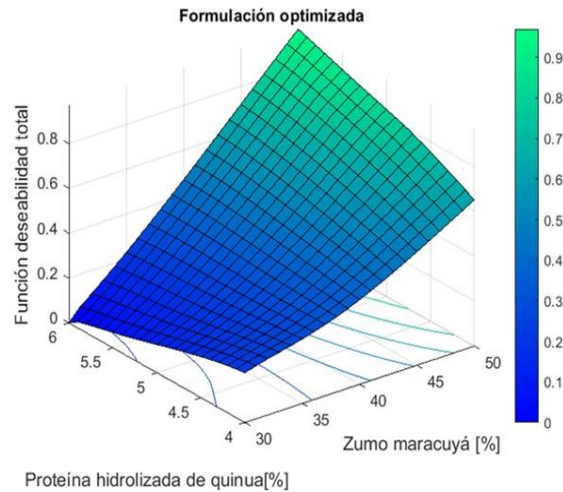
Resultados individuales optimizados para cada variable respuesta.



Los resultados de la figura 21 son las optimizaciones individualizadas según la función matemática de la función de conveniencia, $d_i = \left[\frac{u_i - y_i}{u_i - T_i} \right]^r$, sujeto a las restricciones de maximización o minimización.

Figura 22

Resultado de la formulación optimizada por el método de función de conveniencia para tres variables respuestas.



En la Figura 22, se observa la función de conveniencia (D_T) optimizada, muestra como varía D_T en función de d_1 y d_2 , como resultado de las diferentes formulaciones llegando a elegir una sola formulación optima en base a las restricciones, y de ello es posible obtener un modelo matemático que permite determinar el efecto de los ingredientes sobre las características del producto y predecir los valores de las variables de respuestas a partir de los niveles de las variables “independientes”.

Obtener el mejor producto implica, además, encontrar el balance de ingredientes que optimice su calidad global, es decir, determinar los niveles óptimos de los componentes de la mezcla para la calidad global del producto (Bowles & Montgomery, 1997).

En la Tabla 7, se reporta los resultados del ANVA para los modelos polinómicos desarrollados. A partir de los resultados se pueden observar diferentes comportamientos en las formulaciones realizadas en las bebidas, estas diferencias pueden ser atribuidas a las diferencias en la estructura y composición de los productos seleccionados.

Tabla 7

Análisis de la varianza de los modelos predictivos polinómicos para las respuestas de aceptabilidad (AS), separación de fases (SP) e intensidad de color (IC).

Factores		AS		SP		IC	
		Coefficientes	Valor-p	Coefficientes	Valor-p	Coefficientes	Valor-p
Modelo	β_0	145,750		-34,258		4,8225	
X1	β_1	-3,292	1	5,103	0	343	0
X2	β_2	-20,083	427	10,5942	0	3,242	6,491
X12	β_{11}	29	257	29	6	-5	34
X22	β_{22}	875	65	6,987	0	-487	34
X1X2	β_{12}	325	4,040	-3,678	0	40	34

4.2.2 Optimización de respuestas múltiples

En la Tabla 8, se reportan los valores optimizados para las variables independientes y las dependientes y así mismo la función de conveniencia optimizada. La solución encontrada alcanzan valor de 0,9696 sobre un valor máximo de 1 de función de conveniencia global, los cuales pudieran ser satisfactorios aunque no se satisfagan exactamente las restricciones impuestas, por otra parte, el valor de aceptación general de la bebida obtiene un valor de 6, 15 sobre la escala de 0 a 7, considerándose muy bueno, para intensidad de color obtenido para la formulación optima es de 6,71 está muy cercano

al zumo original de maracuyá, en cuando a la minimización del grado de separación de fases de las bebidas se obtiene un valor de 7,70 %, sobre el 100% de separación, valor que se puede considerar muy bueno. Con esta información es posible determinar cuál de las dos soluciones se tomarán para estudios posteriores de aceptación.

Tabla 8

Formulación óptima de bebida a partir de zumo de maracuyá y proteína hidrolizado de quinua.

	Condiciones óptimas		Respuestas óptimas			
	Zumo (%)	concentrado proteico (%)	As	SP (%)	IC	DT max.
Objetivo	--	--	Max.	Min.	Max.	
Bebida	50	6	6,15	7,70	6,71	0,9696
r ₁	--	--	1	1	1	
Vi	--	--	3	1	3	

Las condiciones óptimas para la formulaciones de bebida a partir de zumo de maracuyá y proteína hidrolizado de quinua, fueron encontradas usando el método de la función de conveniencia programada en Matlab R2023b (Versión demo en línea) de acuerdo con el siguiente criterio: maximizar la aceptabilidad sensorial (AS), minimizar la separación de fases en la bebida (SP), maximizar la intensidad de color (IC); este mismo criterio fue utilizado por (Eren & Kaymak-Ertekin, 2007), (Manivannan & Rajasimman, 2011) y (Noshad et al., 2012). Los modelos polinomiales de segundo orden, obtenidos mediante regresión polinomial (RP), fueron usados para cada respuesta en la bebida formulada (AS, SP y IC) con el fin de determinar zonas óptimas de formulación y las

cantidades óptimas exactas los insumos en la formulación de la bebida. Los valores de la función conveniencia fueron calculados de acuerdo con las ecuaciones del modelo.

4.3 CARACTERÍSTICAS DE BEBIDA OPTIMIZADA

4.3.1 Características fisicoquímicas de la bebida.

Las propiedades fisicoquímicas de la bebida elaborada se muestran en la Tabla 9. El valor de pH de la muestra de jugo fue 2,74 con una desviación estándar de sólo 0,01, y el análisis de varianza mostró que el modelo tuvo un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre la varianza explicada en la preferencia de pH. El bajo pH del jugo de maracuyá contribuye al bajo pH de todas las mezclas de bebidas fabricadas y puede deberse a la alta concentración de ácidos orgánicos que se encuentran en la fruta, especialmente el ácido cítrico (Tembo et al., 2017). El valor de pH obtenido en este trabajo fue comparable al pH de 2,66 - 2,68 informado por (Zou et al., 2024). El pH bajo está asociado con la estabilidad microbiana de los alimentos, ya que cuanto más bajo es el pH, más estable microbiológicamente es el jugo de fruta (Nwachukwu & Ezeigbo, 2013).

El sólido soluble total (SST) es una medida de azúcares solubles en los jugos. Los SST en las muestras presentaron un valor promedio de $12,20 \pm 0,200\%$ para zumo 100 % de maracuyá (Tabla 9). El efecto de la mezcla influyó significativamente los valores Brix. Los valores de TSS en las formulaciones preparadas fueron establecidos con $12 \pm 0,014\%$. El zumo de maracuyá tuvo de Brix de $12,20 \pm 0,20$, este alto contenido podría atribuirse al alto contenido natural de sacarosa presente en el fruto. Diversos autores (Conde et al., 2017; de la Cruz et al., 2010; Matute & Echavarria, 2018) presentaron

valores similares de pH, sólidos solubles (°Brix) del jugo de maracuyá que coinciden con los valores reportados en nuestro estudio.

Tabla 9

Características del zumo de maracuyá hidrolizado y bebida óptima.

	Zumo de maracuyá hidrolizado	Bebida
pH	2,74±0,01	3,2±0,02
Acidez total (%)	4,66 ±0,171	2,46 ±0,064
Sólidos solubles (°Brix)	12,20±0.200	12± 0.014
Sólidos totales (%)	12.8171± 0,031	12.9743± 0.027
Densidad (kg/m³)	1053,799± 0,021	1056,043± 0,161
Proteína (%)	0,00	4,064± 0,033
Vitamina C (mg/100 g)	16,067 ±0,71	14,18± 0,031
Separación de fases (%)	0,00	7,70 %
Color espectrofotométrico		
Intensidad de color (Abs)	6,311 ± 0,180	6,053±0,030
Tonalidad	0,938±0,011	1,117±0,014
Índice amarillo (%)	29,244±0,072	35,378±0,305
Índice rojo (%)	31,180±0,431	31,670±0,132
Índice azul (%)	39,576±0,503	32,951±0,173

La acidez titulable de las muestras zumo de maracuyá fue en promedio de 4,66 ±0,171% (Tabla 9). El ácido orgánico influyente (ácido cítrico) presente en maracuyá puede ser responsable de este alto valor de acidez, como indica ([Adedokun et al., 2022](#)). Similares valores son reportados por ([García-Mogollon et al., 2015](#)), pH de 3,10±0,054, acidez 3,48±0,069 % como ácido cítrico y sólidos solubles 12,43±0,15 °Brix. ([Colombiano, 1997](#)), reporta el jugo del 36,8%, vitamina C 12 mg/100g, acidez titulable del 4,47% como ácido cítrico, pH entre 2,8 - 3,3 y °Brix de 12-14. [Cerquera-Peña et al.](#)

(2012), pH es de $2,9 \pm 0,15$, sólidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$) $15,0 \pm 1,78$ y la acidez total titulable $4,42 \pm 0,89\%$ como ácido cítrico.

La cantidad de vitamina C contenida en la bebida representa un contenido de $15,621 \pm 0,033$, este valor podría cubrir el 100% de la cantidad diaria recomendada (CDR), según la recomendación de que la ingesta dietética de 90 a 100 mg de ácido ascórbico/día, que podría reducir el riesgo de enfermedades no transmisibles (Carr & Frei, 1999).

4.3.2 Color

Los resultados del color de la formulación de la bebida optima se muestra en la Tabla 10. En ella podemos apreciar una ligera variación en referencia al zumo puro de maracuyá, esto se debe posiblemente a la dilución que ha sufrido en la formulación en el rango del 30 al 50% como contenido de zumo puro usados.

El color es uno de los principales atributos directos de calidad de los productos derivados de frutas que afectan fuertemente la satisfacción de los consumidores, y también es un indicador importante que muestra los cambios en los fitoquímicos relacionados con el color en los alimentos (Mukhopadhyay et al., 2017).

Tabla 10*Resultados de color de la formulación optimizada.*

Producto	Color espectrofotométrico				Intensidad de color (Abs)
	Tonalidad	Índice amarillo (%)	Índice rojo (%)	Índice azul (%)	
Bebida	1,117±0,014	35,378±0,305	31,670±0,132	32,951±0,173	6,053±0,030
Zumo maracuyá	0,938±0,011	29,244±0,072	31,180±0,431	39,576±0,503	6,311 ± 0,180

4.3.3 Actividad antioxidante

Los valores de contenido fenólico total y actividad antioxidante en la bebida elaborado a base de zumo de maracuyá y concentrado proteico de quinua, se tiene en la Tabla 11, donde podemos observar para zumo puro de maracuyá y la bebida elaborada.

Tabla 11*Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante en bebida optima a base de zumo de maracuyá y concentrado proteico de quinua.*

Contenido	Zumo de maracuyá hidrolizado	Bebida
Fenoles totales (mg de equivalente de ácido gálico/g de extracto)	17,410 ± 3,135	9,14 ± 1,112
Flavonoides totales (mg de equivalente de quercetina/g de extracto)	4,231 ± 0,21	2,76 ± 0,232
Carotenoides totales (mg β-caroteno/g extracto)	1,021 ± 0,11	1,013 ± 0,011
Actividad antioxidante (μmol Trolox L ⁻¹)	1211,72 ± 2,11	672,12 ± 1,12

El contenido de fenoles totales del zumo de maracuyá fue de $17,410 \pm 3.135$ mg GAE/100 ml. La vitamina C es un micronutriente relevante que realiza muchas funciones biológicas en el cuerpo humano, tales como evitar el daño de los radicales libres al ADN y apoyar el sistema inmunológico (Naidu, 2003).

Los valores obtenidos son cercanos a los reportados por diferentes investigadores como a continuación citamos, (Sukketsiri et al., 2023) reporta un contenido fenólico total (mg de equivalente de ácido gálico/g de extracto) de $19,90 \pm 5,35$; Contenido total de flavonoides (mg de equivalente de quercetina/g de extracto) de $4,96 \pm 0,32$; Contenido total de carotenoides (mg β -caroteno/g extracto) $1,23 \pm 0,24$. Macoris et al. (2012), reportan compuestos fenólicos totales en la pulpa de maracuyá durante el período de maduración de maracuyá orgánica entre 281,8 y 361,9 mg de ácido gálico L^{-1} y maracuyá de cultivo convencional de 291,0 a 338,6 mg de ácido gálico L^{-1} . De Souza Silva et al. (2020), informaron el contenido de ácido ascórbico de 17,67 mg $100\ g^{-1}$, β - caroteno 16,62 $ug\ 100\ g^{-1}$ y flavonoides totales de 155,62 mg $100\ g^{-1}$. Kuskoski et al.(2006), reportaron contenido de fenoles totales de $200,0 \pm 3,0$ mg de ácido gálico kg^{-1} y actividad antioxidante de $1020 \pm 400\ \mu mol\ Trolox\ kg^{-1}$ en de pulpa de maracuyá. Vasco et al. (2008), reportan fenoles totales de 610 ± 320 mg de ácido gálico kg^{-1} .

La presencia de capacidad antioxidante de las bebidas elaboradas son muy buenas, por lo que las bebidas a base de frutos demuestran altas propiedades antioxidantes, estas propiedades de las bebidas pueden prevenir el riesgo de enfermedades como el cáncer y la diabetes resultantes de la reacción oxidativa inducida por los radicales libres (Baliga et al., 2013; Braca et al., 2018).

Las actividades antioxidantes en zumos de maracuyá reportados por diferentes investigadores como: (De Souza Silva et al., 2020) reportados por los métodos DPPH y FRAP muestran valores de 4710 $\mu\text{Mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$ y 8240 $\mu\text{Mol TEAC } 100 \text{ g}^{-1}$. La actividad antioxidante total en frutos de maracuyá convencional con madurez de color amarillo 1/3, 2/3 y 3/3 reportado por (Macoris et al., 2012) fueron de 1873, 0a $\pm$ 1,9; 1388,7b $\pm$ 1,3; 1279,7c $\pm$ 2,4 ($\mu\text{mol Trolox L}^{-1}$) ; en frutos de maracuyá orgánica con madurez de color amarillo 1/3, 2/3 y 3/3 fueron de 1006, 9a $\pm$ 0,3; 1169,4b $\pm$ 0,2; 1460,1c $\pm$ 2,2 ($\mu\text{mol Trolox L}^{-1}$). Vasco et al. (2008), reportan actividad antioxidante de 500,0 $\pm$ 5,0 $\mu\text{mol de Trolox kg}^{-1}$ en maracuyá fresca. Kuskoski et al. (2006), un actividad antioxidante obtenida es de 1020 $\pm$ 400 $\mu\text{mol Trolox kg}^{-1}$ en pulpa de maracuyá.

La variación de resultados mostrados en relación a los diferentes investigadores depende de varios factores como, manifiestan (Aherne & O'Brien, 2002; Tsai et al., 2008), la actividad antioxidante depende del nivel, la composición y la eficacia de los compuestos biológicamente activos. El nivel de antioxidantes en frutas está influenciado por factores genéticos, condiciones del suelo, etapa de desarrollo y sistema agrícola. Así como indica (Asami et al., 2003; L. Zhao et al., 2023), cuando se cultiva orgánicamente, la verdura es atacada más intensamente por los insectos y esto estimula la síntesis de sustancias del metabolismo secundario. Estas sustancias como flavonoides y otros ácidos fenólicos, carotenoides y ácido ascórbico, entre otros, destinados principalmente a proteger el vegetal, tienen propiedades antioxidantes.

Así mismo se manifiesta que el total de compuestos fenólicos tiene una influencia en las etapas iniciales de maduración del maracuyá, como menciona (Macoris et al., 2012), la síntesis preferencial de compuestos bioactivos a partir del metabolismo

secundario es una respuesta a las condiciones estresantes inherentes a los sistemas agrícolas orgánicos, como el uso reducido de pesticidas y fertilizantes, entre otros. Los metabolitos secundarios suelen ser más elevados en los productos cultivados orgánicamente que en los convencionales (Amodio et al., 2007; de Oliveira et al., 2009; Garzón et al., 2009).

4.3.4 Estabilidad de la bebida optima

Estos cambios en los parámetros de color de la bebida durante 35 días de almacenamiento bajo refrigeración se presentan en las Figuras 23 y 24.

Figura 23

Comportamiento del color de la bebida durante el almacenamiento refrigerado.

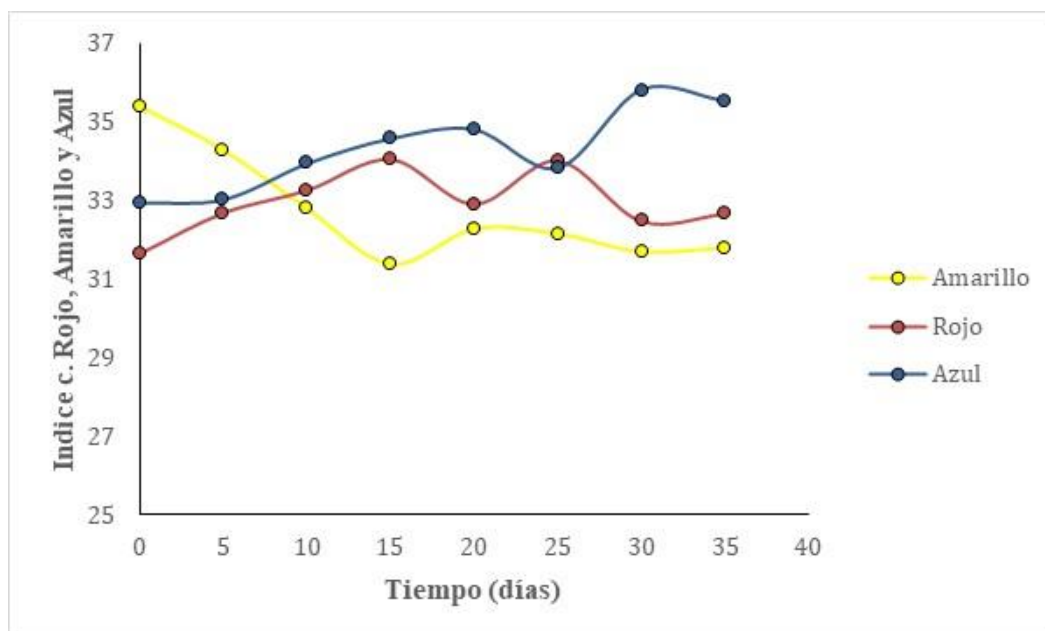
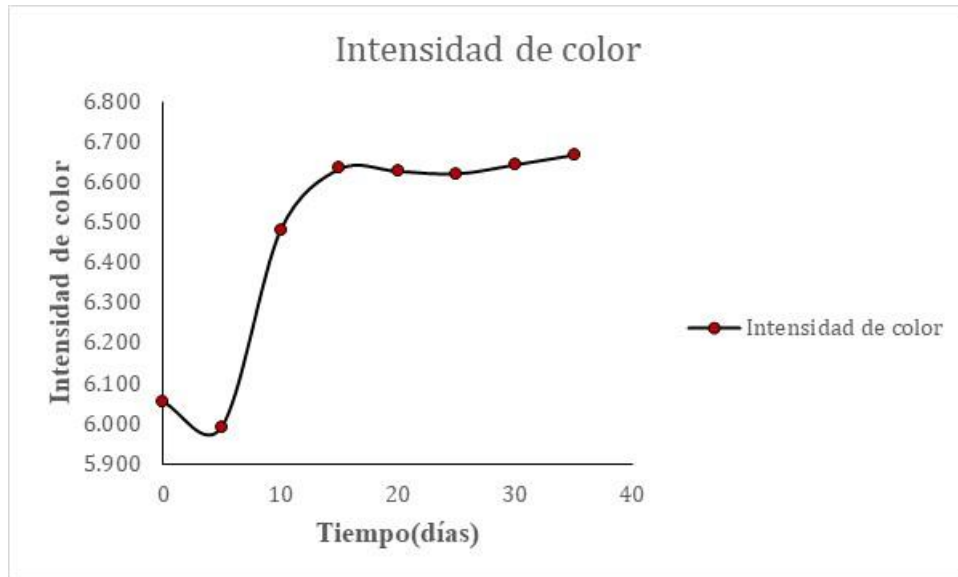


Figura 24

Intensidad de color de la bebida durante el almacenamiento refrigerado.



Los valores iniciales de intensidad de color fueron $6,053 \pm 0,030$; $1,1171 \pm 0,0143$; $35,3784 \pm 0,3054$; $31,6706 \pm 0,132$ y $32,951 \pm 0,1734$ respectivamente mostrados en la Tabla 12. Se pudo observar que los valores de rojo, azul y amarillo(luminosidad) inicialmente tienden a variar ligeramente y luego posterior a los 5 días tienden a estabilizarse, respecto a la intensidad de color los primeros días tiende a variar con tendencia a sufrir una estabilización. La intensidad de color es un índice crítico para evaluar los cambios totales de color en productos frutales, por lo que comúnmente se acepta que un valor mayor o igual a 1,5 ([Barba et al., 2013](#); [Diamanti et al., 2015](#); [Marszałek et al., 2015](#)) también informaron que el color podría conservarse mejor debido a un mayor contenido inicial de antioxidantes. Como se esperaba, el producto de jugo pirolizado tuvo poco efecto sobre el cambio de color del producto de fruta debido a su efecto menor sobre los enlaces covalentes de los compuestos colorantes de baja masa ([Lou et al., 2020](#); [B. Yuan et al., 2018](#)). [Zhang et al.\(2021\)](#) también informaron que se observaron valores de intensidad de

color más altos en purés de arándanos tratados con tratamiento térmico en comparación con aquellas muestras tratadas con alta presión (200–600 MPa/20 min).

[Szczepańska et al.\(2021\)](#), afirmaron que la tendencia creciente en los valores de intensidad del color podría ser el resultado de varios factores, como el pardeamiento enzimático y no enzimático durante el almacenamiento, así como la hidrólisis o polimerización del tinte.

Un ligero cambio de color en la bebida puede estar más relacionado con un pardeamiento no enzimático, como la degradación o polimerización del pigmento. [Andrés et al.\(2016\)](#), También se ha sugerido que la degradación del color está más relacionada con el tratamiento térmico durante el almacenamiento, porque favorece la formación de productos de degradación que afectan el color.

Las semillas de maracuyá tienen un alto contenido de aceite, con un valor del 21 al 25% ([Chau & Huang, 2004](#); [Y. Zhang et al., 2023b](#)). Por lo tanto, se puede inferir que el aceite de las semillas se libera con el calor durante el tratamiento térmico previo, dando lugar a la formación de una emulsión que mejora la estabilidad de los carotenoides.

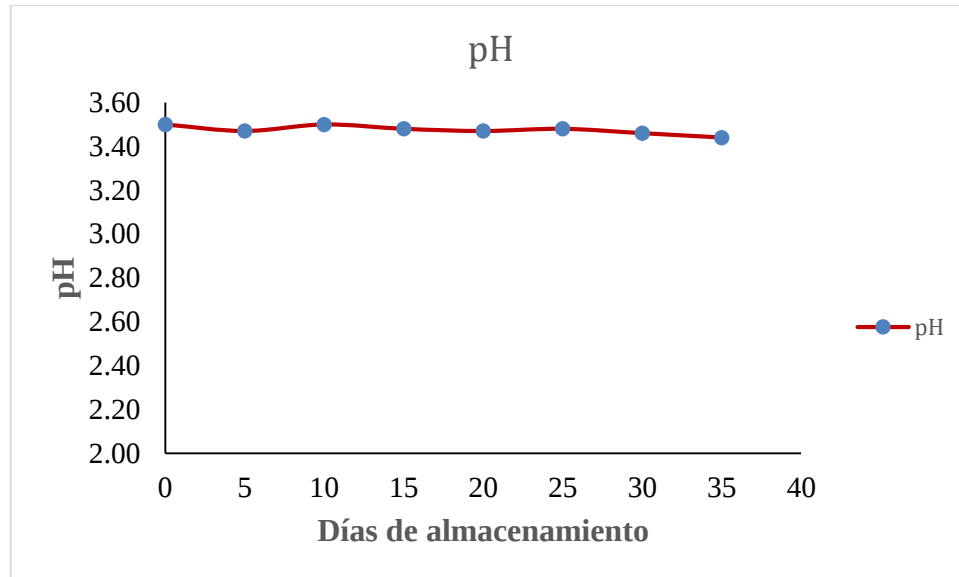
En cuanto a la estabilidad química (pH), se reporta en la Figura 24, donde podemos apreciar que presenta una buena estabilidad, podemos afirmar que no existe cambios significativos en el pH de bebida en los 35 días de almacenamiento. similar comportamiento se presenta en cuanto a los cambios de color, durante el almacenamiento a 5 °C de refrigeración doméstica.

Tabla 12*Variación del pH e intensidad de color durante el almacenamiento.*

Tiempo (días)	pH	intensidad de color (Abs)	Tonalidad	Amarrillo (%)	Rojo (%)	Azul (%)
0	3,50	6,053±0,030	1,1171±0,0143	35,3784±0,3054	31,6706±0,132	32,951±0,1734
5	3,47	5,990±0,061	0,7508±0,0384	34,2701±0,9575	32,6937±0,5731	33,036±0,5568
10	3,50	6,482±0,044	0,9861±0,0049	32,796±0,2364	33,2595±0,1016	33,9444±0,3255
15	3,48	6,635±0,179	0,9263±0,0856	31,3903±0,8174	34,0357±2,3891	34,5741±1,5726
20	3,47	6,629±0,031	0,9807±0,0015	32,2807±0,223	32,9144±0,1981	34,8049±0,4191
25	3,48	6,623±0,122	0,9469±0,0493	32,1599±0,6243	34,0063±1,2185	33,8338±0,7806
30	3,46	6,646±0,102	0,9762±0,005	31,7096±0,4625	32,4811±0,3799	35,8093±0,3212
35	3,44	6,670±0,018	0,9737±0,0127	31,803±0,3653	32,6632±0,1291	35,5338±0,356

Figura 25

Variación de pH durante el almacenamiento de la bebida óptima.



Esta ligera diferencia puede deberse a reacciones bioquímicas que ocurren en las muestras de jugo. El pH bajo relativamente constante (3,50 a 3,44) observado en todas las muestras indica estabilidad en almacenamiento después de 35 días de almacenamiento refrigerado. Este análisis fue respaldado por el informe de ([Nwachukwu & Ezeigbo, 2013](#)) donde los jugos de frutas pasteurizados a un pH ácido bajo temperaturas refrigeradas son menos susceptibles a la contaminación y al crecimiento microbiano. Más aún, la acidez de las mezclas de jugos no mostró cambios significativos en los 35 días del período de almacenamiento, excepto por una ligera disminución hacia el final de los 35 días. La existencia de antioxidantes naturales, ácidos orgánicos, pasteurización y baja temperatura son factores beneficiosos importantes. Para alargar la vida útil del zumo de frutas. Esto puede deberse al hidrólisis de azúcares en azúcares. [Bhardwaj & Pandey \(2011\)](#) así mismo informan de un incremento en el valor de SST a medida que aumenta el tiempo y la temperatura de almacenamiento. Por lo tanto, de este estudio se puede

afirmar que las bebidas optima a base de zumo de maracuyá y concentrado proteico de quinua se conservaron bien sin cambios fisicoquímicos significativos a bajas temperaturas (5°C) durante 35 días, presentando también una buena estabilidad en el color.

V. CONCLUSIONES

- 1) Las características de índice de color, pH, vitamina C y actividad antioxidante del zumo de maracuyá son: pH de $2,74 \pm 0,01$; Vitamina C (mg/100 g) de $16,067 \pm 0,71$; Caroteno ($\mu\text{g } \beta\text{-caroteno/100g}$) de $15,079 \pm 0,66$ y $1,021 \pm 0,11$ mg $\beta\text{-caroteno/100g}$; Fenoles totales (mg de equivalente de ácido gálico/g de extracto) de $17,410 \pm 3,135$; Flavonoides totales (mg de equivalente de quercetina/g de extracto) de $4,231 \pm 0,21$; Actividad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox L}^{-1}$) de $1211,72 \pm 2,11$; Intensidad de color (Abs) de $6,311 \pm 0,180$; tonalidad de $0,938 \pm 0,011$.
- 2) El hidrolizado proteico de quinua, contiene $70,934 \pm 0,042$ % de proteína.
- 3) La formulación optima que cumple la máxima aceptación sensorial, máximo intensidad de color y mínima separación de fases es de: zumo 50%, proteína hidrolizada de quinua de 6%, tiene una aceptabilidad de 6,15 puntos de 7; separación de fases de 7,70 % (baja separación), intensidad de color de 6,71 (buen color) y un valor de D_T máximo de 0,9696 siendo este valor un buen indicador de optimización por función de conveniencia.
- 4) Las características fisicoquímicas, actividad antioxidante de la bebida a base de zumo de maracuyá y proteína hidrolizado de quinua, son pH $3,2 \pm 0,02$; Acidez total $2,46 \pm 0,064\%$; Solidos solubles ($^{\circ}\text{Brix}$) $12 \pm 0,014$; Solidos totales $12,9743 \pm 0,027\%$; Proteína $4,064 \pm 0,033\%$; Vitamina C (mg/100g) de $14,18 \pm 0,031$; Caroteno (mg $\beta\text{-caroteno/g extracto}$) de $1,013 \pm 0,011$; Fenoles totales (mg de

equivalente de ácido gálico/g de extracto) de $9,14 \pm 1,112$; Flavonoides totales(mg de equivalente de quercetina/g de extracto) de $2,76 \pm 0,232$ y Actividad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox L}^{-1}$) de $672,12 \pm 1,12$.

- 5) La estabilidad durante almacenamiento de la bebida optimizada supera los 35 días de almacenamiento bajo temperatura de refrigeración de 5°C.

RECOMENDACIONES

- 1) Realizar estudios de aplicaciones tecnológicas sobre los otros componentes de la quinua.
- 2) Realizar formulaciones de otros alimentos sólidos secos y húmedos con concentrados proteicos de quinua.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Adedokun, T. O., Matemu, A., Höglinger, O., Mlyuka, E., & Adedeji, A. (2022). Evaluation of functional attributes and storage stability of novel juice blends from baobab, pineapple, and black-plum fruits. *Heliyon*, 8(5), e09340. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09340>
- Aherne, S. A., & O'Brien, N. M. (2002). Dietary flavonols: Chemistry, food content, and metabolism. *Nutrition*, 18(1), 75-81.
- Akbarbaglu, Z., Mahdi Jafari, S., Sarabandi, K., Mohammadi, M., Khakbaz Heshmati, M., & Pezeshki, A. (2019). Influence of spray drying encapsulation on the retention of antioxidant properties and microstructure of flaxseed protein hydrolysates. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 178, 421-429. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.03.038>
- Alsohaimy, S. A., Sitohy, M. Z., & El-Masry, R. A. (2007). Isolation and partial characterization of chickpea, lupine and lentil seed proteins. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(1), 123-129.
- Amaranto Contreras, C. B. (2019). *Efecto de la adición de jugo de maracuyá (passiflora edulis) y harina de chía (salvia hispánica L.) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en caramelos de goma.*
- Amodio, M. L., Colelli, G., Hasey, J. K., & Kader, A. A. (2007). A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(7), 1228-1236.
- Andrés, V., Villanueva, M. J., & Tenorio, M. D. (2016). The effect of high-pressure processing on colour, bioactive compounds, and antioxidant activity in smoothies

- during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 192, 328-335.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.031>
- Antoniou, J., Liu, F., Majeed, H., & Zhong, F. (2015). Characterization of tara gum edible films incorporated with bulk chitosan and chitosan nanoparticles: A comparative study. *Food Hydrocolloids*, 44, 309-319.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.09.023>
- Arena, E., Fallico, B., & Maccarone, E. (2001). Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage. *Food Chemistry*, 74(4), 423-427. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00125-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00125-X)
- Asami, D. K., Hong, Y.-J., Barrett, D. M., & Mitchell, A. E. (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(5), 1237-1241.
- Ashurst, P. (2016). The Stability and Shelf Life of Fruit Juices and Soft Drinks. En *The Stability and Shelf Life of Food* (pp. 347-374). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100435-7.00012-5>
- Baliga, M. S., Fernandes, S., Thilakchand, K. R., D'souza, P., & Rao, S. (2013). Scientific validation of the antidiabetic effects of *Syzygium jambolanum* DC (black plum), a traditional medicinal plant of India. *The Journal of Alternative and complementary medicine*, 19(3), 191-197.
- Barba, F. J., Esteve, M. J., & Frigola, A. (2013). Physicochemical and nutritional characteristics of blueberry juice after high pressure processing. *Food Research International*, 50(2), 545-549. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.038>

- Bhardwaj, R. L., & Pandey, S. (2011). Juice blends—A way of utilization of under-utilized fruits, vegetables, and spices: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(6), 563-570.
- Borrmann, D., Pierucci, A. P. T. R., Leite, S. G. F., & Leão, M. H. M. D. R. (2013). Microencapsulation of passion fruit (*Passiflora*) juice with n-octenylsuccinate-derivatised starch using spray-drying. *Food and Bioproducts Processing*, 91(1), 23-27. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2012.08.001>
- Bowles, M. L., & Montgomery, D. C. (1997). HOW TO FORMULATE THE ULTIMATE MARGARITA: A TUTORIAL ON EXPERIMENTS WITH MIXTLTRES. *Quality Engineering*, 10(2), 239-253.
- Braca, A., Sinisgalli, C., De Leo, M., Muscatello, B., Cioni, P. L., Milella, L., Ostuni, A., Giani, S., & Sanogo, R. (2018). Phytochemical profile, antioxidant and antidiabetic activities of *Adansonia digitata* L.(Baobab) from Mali, as a source of health-promoting compounds. *Molecules*, 23(12), 3104.
- Brinegar, C., Sine, B., & Nwokocha, L. (1996). High-cysteine 2S seed storage proteins from quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(7), 1621-1623.
- Brinegar, Chris., & Goundan, Saraswathi. (1993). Isolation and characterization of chenopodin, the 11S seed storage protein of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41(2), 182-185. <https://doi.org/10.1021/jf00026a006>
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. M. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209-220. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>

- Carr, A. C., & Frei, B. (1999). Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 69(6), 1086-1107.
- Cerquera-Peña, N. E., Parra-Coronado, A., & Camacho-Tamayo, J. H. (2012). Determinación de variables de secado en lámina para la deshidratación de pulpa de maracuyá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(2), 172-182.
- Cerreti, M., Liburdi, K., Benucci, I., & Esti, M. (2016). The effect of pectinase and protease treatment on turbidity and on haze active molecules in pomegranate juice. *LWT*, 73, 326-333. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.030>
- Champagne, C. P., & Fustier, P. (2007). Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. *Current Opinion in Biotechnology*, 18(2), 184-190. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2007.03.001>
- Chang, S. K., Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2019). Superfruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health effects – A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(10), 1580-1604. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1422111>
- Chau, C. F., & Huang, Y. L. (2004). Characterization of passion fruit seed fibres—A potential fibre source. *Food Chemistry*, 85(2), 189-194. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.05.009>
- Chen, Y., Xu, L., Wang, Y., Chen, Z., Zhang, M., & Chen, H. (2020). Characterization and functional properties of a pectin/tara gum based edible film with ellagitannins from the unripe fruits of *Rubus chingii* Hu. *Food Chemistry*, 325, 126964. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126964>
- Chutia, H., Kalita, D., Mahanta, C. L., Ojah, N., & Choudhury, A. J. (2019). Kinetics of inactivation of peroxidase and polyphenol oxidase in tender coconut water by

- dielectric barrier discharge plasma. *LWT*, 101, 625-629.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.071>
- Colombiano, C. E. (1997). Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC). *Primera actualización del*, 25.
- Conde, C. G., Guardo, K. P. T., Llamas, E. G., Pájaro-Castro, N. P., & Milano, Y. G. (2017). Caracterización química y evaluación de la actividad antioxidante de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims (gulupa). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 22(2).
- Córdoba-Cerón, D. M., Bravo-Gómez, J. E., Agudelo-Laverde, L. M., Roa-Acosta, D. F., & Nieto-Calvache, J. E. (2023). Techno-functional properties of gluten-free pasta from hyperprotein quinoa flour. *Heliyon*, 9(8), e18539.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18539>
- Corrêa, R. C. G., Peralta, R. M., Haminiuk, C. W. I., Maciel, G. M., Bracht, A., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). The past decade findings related with nutritional composition, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora* spp. (Passion fruit). *Trends in Food Science & Technology*, 58, 79-95.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.006>
- Corzo, O., Bracho, N., Vásquez, A., & Pereira, A. (2008). Optimization of a thin layer drying process for coroba slices. *Journal of Food Engineering*, 85(3), 372-380.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.07.024>
- Curo Díaz, S. P., & Montenegro Deza, L. Y. (2018). *Evaluación Fisicoquímica y Sensorial de una Bebida Funcional a Base de Betarraga (Beta Vulgaris) y Arándanos (Vaccinium Myrtillus)*.
- Da Silva, A. P. (1999). *Metodos de aplicacao de cloreto de calcio pos-colheita na conservacao do maracuja-doce (Passiflora alata Dryander)*. UNESP-FCA.

- Dakhili, S., Abdolalizadeh, L., Hosseini, S. M., Shojaee-Aliabadi, S., & Mirmoghtadaie, L. (2019). Quinoa protein: Composition, structure and functional properties. *Food Chemistry*, 299, 125161. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125161>
- Daliri, H., Ahmadi, R., Pezeshki, A., Hamishehkar, H., Mohammadi, M., Beyrami, H., Khakbaz Heshmati, M., & Ghorbani, M. (2021). Quinoa bioactive protein hydrolysate produced by pancreatin enzyme- functional and antioxidant properties. *LWT*, 150, 111853. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111853>
- de la Cruz, J., Vargas, M., del Angel, O., & Garcia, H. S. (2010). Estudio de las características sensoriales, fisicoquímicas y fisiológicas en fresco y durante el almacenamiento refrigerado de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* Sims var. Flavicarpa. Degener), para tres cultivares de Veracruz México. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11(2), 130-142.
- de Oliveira, A. C., Valentim, I. B., Silva, C. A., Bechara, E. J. H., de Barros, M. P., Mano, C. M., & Goulart, M. O. F. (2009). Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. *Food Chemistry*, 115(2), 469-475.
- De Santana, F. C., Shinagawa, F. B., Araujo, E. D. S., Costa, A. M., & Mancini-Filho, J. (2015). Chemical Composition and Antioxidant Capacity of Brazilian *Passiflora* Seed Oils. *Journal of Food Science*, 80(12). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13102>
- De Souza Silva, G., Da Silva Campelo Borges, G., Pinho Da Costa Castro, C. D., De Tarso Aida, S., Telles Biasoto Marques, A., Tonetto De Freitas, S., Poloni Rybka, A. C., & Cardarelli, H. R. (2020). Physicochemical quality, bioactive compounds and in vitro antioxidant activity of a new variety of passion fruit cv. BRS Sertão

- Forte (*Passiflora cincinnata* Mast.) from Brazilian Semiarid region. *Scientia Horticulturae*, 272, 109595. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109595>
- Del Aguila Tello, W. L. (2022). *Efecto del zumo de maracuyá (Passiflora edulis) como agregado en las características organolépticas durante el proceso de fermentación del cacao CCN51 (Theobroma cacao L.)*.
- Delatorre-Herrera, J., Sánchez, M., Delfino, I., & Oliva, M. I. (2013). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), un tesoro andino para el mundo. *Idesia (Arica)*, 31(2), 111-114. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292013000200017>
- Delfa, G. M., Olivieri, A., & Boschetti, C. E. (2009a). Multiple response optimization of styrene–butadiene rubber emulsion polymerization. *Computers & Chemical Engineering*, 33(4), 850-856.
- Delfa, G. M., Olivieri, A., & Boschetti, C. E. (2009b). Multiple response optimization of styrene–butadiene rubber emulsion polymerization. *Computers & Chemical Engineering*, 33(4), 850-856.
- Derringer, G., & Suich, R. (1980). Simultaneous optimization of several response variables. *Journal of quality technology*, 12(4), 214-219.
- Diamanti, J., Balducci, F., Di Vittori, L., Capocasa, F., Berdini, C., Bacchi, A., Giampieri, F., Battino, M., & Mezzetti, B. (2015). Physico-chemical characteristics of thermally processed purée from different strawberry genotypes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 106-118. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.05.006>
- Dos Reis, L. C. R., Facco, E. M. P., Salvador, M., Flôres, S. H., & De Oliveira Rios, A. (2018). Antioxidant potential and physicochemical characterization of yellow, purple and orange passion fruit. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2679-2691. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3190-2>

- Drzewiecki, J., Delgado-Licon, E., Haruenkit, R., Pawelzik, E., Martin-Belloso, O., Park, Y.-S., Jung, S.-T., Trakhtenberg, S., & Gorinstein, S. (2003). Identification and Differences of Total Proteins and Their Soluble Fractions in Some Pseudocereals Based on Electrophoretic Patterns. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(26), 7798-7804. <https://doi.org/10.1021/jf030322x>
- Elsohaimy, S. A., Refaay, T. M., & Zaytoun, M. A. M. (2015). Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.007>
- Eren, İ., & Kaymak-Ertekin, F. (2007). Optimization of osmotic dehydration of potato using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 79(1), 344-352. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.069>
- Fan, X., Guo, H., Richel, A., Zhang, L., Liu, C., Qin, P., Blecker, C., & Ren, G. (2023). Preparation, physicochemical properties, and formation mechanism of quinoa self-assembled peptide-based hydrogel. *Food Hydrocolloids*, 145, 109139. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109139>
- Fathi, A., & Kardoni, F. (2020). THE IMPORTANCE OF QUINOA (QUINOA CHENOPODIUM WILLD.) CULTIVATION IN DEVELOPING COUNTRIES: A REVIEW. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 53(3), 337-356. <https://doi.org/10.46909/cerce-2020-030>
- Fonseca, H. C., Melo, D. D. S., Ramos, C. L., Menezes, A. G. T., Dias, D. R., & Schwan, R. F. (2022). Sensory and flavor-aroma profiles of passion fruit juice fermented by potentially probiotic *Lactiplantibacillus plantarum* CCMA 0743 strain. *Food Research International*, 152, 110710. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110710>

- Föste, M., Elgeti, D., Brunner, A.-K., Jekle, M., & Becker, T. (2015). Isolation of quinoa protein by milling fractionation and solvent extraction. *Food and Bioprocess Processing*, 96, 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.06.003>
- García-Mogollon, C., Alvis-Bermudez, A., & Romero, P. (2015). Aplicación del Mapa de Preferencia Externo en la Formulación de una Bebida Saborizada de Lactosuero y Pulpa de Maracuyá. *Información Tecnológica*, 26(5), 17-24. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500004>
- Garino, C., Zuidmeer, L., Marsh, J., Lovegrove, A., Morati, M., Versteeg, S., Schilte, P., Shewry, P., Arlorio, M., & Van Ree, R. (2010). Isolation, cloning, and characterization of the 2S albumin: A new allergen from hazelnut. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(9), 1257-1265. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900456>
- Garrido, E., Gareca, S., Capote, T., & Vizcaya, A. (2001). Parcha granadina (*Passiflora quadrangularis* L.): Evaluación físico-química y desarrollo de mermeladas para diabéticos. *Proceedings del III Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. Valencia, España*.
- Garzón, G. A., Riedl, K. M., & Schwartz, S. J. (2009). Determination of anthocyanins, total phenolic content, and antioxidant activity in Andes berry (*Rubus glaucus* Benth). *Journal of food science*, 74(3), C227-C232.
- Godoy, R. C., Antunes, P., & Zonta, É. (1998). ESTABILIZAÇÃO, DE NÉCTAR DE GOIABA (*Psidium guayava* L.) COM GOMAS XANTANA, CARRAGENA E AMIDO CEROSO. *Current Agricultural Science and Technology*, 4(2).
- Göksel Saraç, M. (2023). Extraction, structural properties, and applications of tara gum. En *Natural Gums* (pp. 453-473). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99468-2.00016-4>

- Gressier, M., Orengo, A., Vlassopoulos, A., & Masset, G. (2017). Sugar content in soft drinks with or without a sugar content claim across Europe. *Proceedings of the Nutrition Society*, 76(OCE4), E195. <https://doi.org/10.1017/S0029665117003573>
- Guallasamín Dávila, A. E., Ávila Vélez, J. M., & Sotomayor Grijalva, M. C. (2018). Elaboración de una bebida pasteurizada a partir de un extracto proteico de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Enfoque UTE*, 9(2), 36-47. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n2.300>
- He, X., Luan, F., Yang, Y., Wang, Z., Zhao, Z., Fang, J., Wang, M., Zuo, M., & Li, Y. (2020). *Passiflora edulis*: An Insight Into Current Researches on Phytochemistry and Pharmacology. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 617. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00617>
- Holanda, L., Sessa, M., Maia, G., Oliveira, G., & Figueiredo, R. (1987). Características físico-químicas dos suco de maracujá-amarelo cultivado no município de Ubajara, CE. *Anais do Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 9, 585-590.
- Hou, Z., Wang, Y., Zhao, L., & Liao, X. (2021). Processing of chestnut rose juice using three-stage ultra-filtration combined with high pressure processing. *LWT*, 143, 111127. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111127>
- Hu, M., Du, J., Du, L., Luo, Q., & Xiong, J. (2020). Anti-fatigue activity of purified anthocyanins prepared from purple passion fruit (*P. edulis* Sim) epicarp in mice. *Journal of Functional Foods*, 65, 103725. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103725>
- Huamaní-Meléndez, V. J., Mauro, M. A., & Darros-Barbosa, R. (2021). Physicochemical and rheological properties of aqueous Tara gum solutions. *Food Hydrocolloids*, 111, 106195. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106195>

- Huaraca Aparco, R., Casas Paz, F. G., Tapia Tadeo, F., Delgado Laime, M. D. C., Cahuana Lipa, R., & Machaca Mamani, J. C. (2023). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante en una bebida funcional. *Revista Alfa*, 7(19), 218-231. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.211>
- Ibrahim, U. K., Salleh, R. M., & Maqsood-ul-Haque, S. N. S. (2015). Bread towards functional food: An overview. *International Journal of Food Engineering*, 1(1), 39-43.
- Ishihata, A., Maruki-Uchida, H., Gotoh, N., Kanno, S., Aso, Y., Togashi, S., Sai, M., Ito, T., & Katano, Y. (2016). Vascular- and hepato-protective effects of passion fruit seed extract containing piceatannol in chronic high-fat diet-fed rats. *Food & Function*, 7(9), 4075-4081. <https://doi.org/10.1039/C6FO01067A>
- Jagessar, R. C. (2019). Antioxidant properties of plant extracts. *Pharma. Anal. Acta*, 1, 18-21.
- James, L. E. A. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, chemistry, nutritional, and functional properties. *Advances in food and nutrition research*, 58, 1-31.
- Jitendra, K., & Amit, P. (2015). An overview of prospective study on functional food. *Int J Recent Sci Res*, 6(7), 5497-5500.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Morales, M. T., & Fett, R. (2006). Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: Atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural*, 36, 1283-1287.
- Li, P., Hu, H., Luo, S., Zhang, L., & Gao, J. (2017). Shelf life extension of fresh lotus pods and seeds (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) in response to treatments with 1-MCP and lacquer wax. *Postharvest Biology and Technology*, 125, 140-149. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.10.004>

- Liang, J., Fang, Y., An, C., Yao, Y., Wang, X., Zhang, W., Liu, R., Wang, L., Aslam, M., Cheng, Y., Qin, Y., & Zheng, P. (2023). Genome-wide identification and expression analysis of the bHLH gene family in passion fruit (*Passiflora edulis*) and its response to abiotic stress. *International Journal of Biological Macromolecules*, 225, 389-403. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.11.076>
- Liu, Y., Huang, K., Zhang, Y., Cao, H., Luo, D., Yi, C., & Guan, X. (2023). Manufacture and characterization of a novel dairy-free quinoa yogurt fermented by modified commercial starter with *Weissella confusa*. *Food Chemistry: X*, 19, 100823. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100823>
- López, D. N., Galante, M., Robson, M., Boeris, V., & Spelzini, D. (2018). Amaranth, quinoa and chia protein isolates: Physicochemical and structural properties. *International journal of biological macromolecules*, 109, 152-159.
- Lopez, Y. B., Roa, D. F., & Bravo, J. E. (2022). Efecto del tratamiento térmico en la estabilidad de geles obtenidos a partir de harinas de quinua. *Información Tecnológica*, 33(1), 203-214. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000100203>
- Lou, X., Xu, H., Hanna, M., & Yuan, L. (2020). Identification and quantification of free, esterified, glycosylated and insoluble-bound phenolic compounds in hawthorn berry fruit (*Crataegus pinnatifida*) and antioxidant activity evaluation. *LWT*, 130, 109643. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109643>
- Luo, L., Yang, Z., Wang, H., Ashokkumar, M., & Hemar, Y. (2022). Impacts of sonication and high hydrostatic pressure on the structural and physicochemical properties of quinoa protein isolate dispersions at acidic, neutral and alkaline pHs. *Ultrasonics Sonochemistry*, 91, 106232. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106232>

- Macoris, M. S., De Marchi, R., Janzantti, N. S., & Monteiro, M. (2012). The influence of ripening stage and cultivation system on the total antioxidant activity and total phenolic compounds of yellow passion fruit pulp. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(9), 1886-1891. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5556>
- Manivannan, P., & Rajasimman, M. (2011). OPTIMIZATION OF PROCESS PARAMETERS FOR THE OSMOTIC DEHYDRATION OF BEETROOT IN SUGAR SOLUTION. *Journal of Food Process Engineering*, 34(3), 804-825. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2009.00436.x>
- Manoj, P. M., Mohan, J. R., Khasherao, B. Y., Shams, R., & Dash, K. K. (2023). Fruit based probiotic functional beverages: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100729. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100729>
- Marranzano, M., Rosa, R. L., Malaguarnera, M., Palmeri, R., Tessitori, M., & Barbera, A. C. (2018). Polyphenols: Plant sources and food industry applications. *Current pharmaceutical design*, 24(35), 4125-4130.
- Marszałek, K., Mitek, M., & Skapska, S. (2015). The effect of thermal pasteurization and high pressure processing at cold and mild temperatures on the chemical composition, microbial and enzyme activity in strawberry purée. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 27, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2014.10.009>
- Matute, N.-L., & Echavarria, A.-P. (2018). Evaluación fisicoquímica y capacidad antioxidante de moringa (*Moringa oleífera*) y maracuyá (*Passiflora edulis*). *Cumbres*, 4(1), 35-42.
- Medina, M. B. (2011). Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method. *Journal of Functional Foods*, 3(2), 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.02.007>

- Meng, F.-B., Zhou, L., Li, J.-J., Li, Y.-C., Wang, M., Zou, L.-H., Liu, D.-Y., & Chen, W.-J. (2022). The combined effect of protein hydrolysis and *Lactobacillus plantarum* fermentation on antioxidant activity and metabolomic profiles of quinoa beverage. *Food Research International*, 157, 111416. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111416>
- Michalczyk, M., Macura, R., & Matuszak, I. (2009). THE EFFECT OF AIR-DRYING, FREEZE-DRYING AND STORAGE ON THE QUALITY AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF SOME SELECTED BERRIES. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33(1), 11-21. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00232.x>
- Mir, N. A., Riar, C. S., & Singh, S. (2019). Effect of pH and holding time on the characteristics of protein isolates from *Chenopodium* seeds and study of their amino acid profile and scoring. *Food Chemistry*, 272, 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.048>
- Mir, N. A., Riar, C. S., & Singh, S. (2021). Improvement in the functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) protein isolates after the application of controlled heat-treatment: Effect on structural properties. *Food Structure*, 28, 100189. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2021.100189>
- Mukhopadhyay, S., Sokorai, K., Ukuku, D., Fan, X., & Juneja, V. (2017). Effect of high hydrostatic pressure processing on the background microbial loads and quality of cantaloupe puree. *Food Research International*, 91, 55-62. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.11.029>
- Murtaza, A., Iqbal, A., Linhu, Z., Liu, Y., Xu, X., Pan, S., & Hu, W. (2019). Effect of high-pressure carbon dioxide on the aggregation and conformational changes of

- polyphenol oxidase from apple (*Malus domestica*) juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 54, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.03.001>
- Naidu, K. A. (2003). Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. *Nutrition journal*, 2, 1-10.
- Noshad, M., Mohebbi, M., Shahidi, F., & Ali Mortazavi, S. (2012). Multi-Objective Optimization of Osmotic–Ultrasonic Pretreatments and Hot-Air Drying of Quince Using Response Surface Methodology. *Food and Bioprocess Technology*, 5(6), 2098-2110. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0577-8>
- Nwachukwu, E., & Ezeigbo, C. G. (2013). Changes in the microbial population of pasteurized soursop juice treated with benzoate and lime during storage. *African Journal of Microbiology Research*, 7(31), 3992-3995.
- Oliveira, J. de, Ferreira, F. R., Ruggiero, C., & Nakamura, K. (1987). Caracterização e avaliação de germoplasma de *Passiflora edulis*. *Congresso Brasileiro de Fruticultura*, 9, 585-590.
- Osborne, T. B., Van Slyke, D. D., Leavenworth, C. S., & Vinograd, M. (1915). Some products of hydrolysis of gliadin, lactalbumin, and the protein of the rice kernel. *Journal of Biological Chemistry*, 22(2), 259-280.
- Pereira, Z. C., Cruz, J. M. D. A., Corrêa, R. F., Sanches, E. A., Campelo, P. H., & Bezerra, J. D. A. (2023). Passion fruit (*Passiflora* spp.) pulp: A review on bioactive properties, health benefits and technological potential. *Food Research International*, 166, 112626. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112626>
- Polo, M. P., Roa, D. F., & Bravo, J. E. (2021). Propiedades reológicas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) obtenidas mediante molienda abrasiva y tratamiento térmico. *Información Tecnológica*, 32(6), 53-64. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000600053>

- Quelal, M., Nazate, K., Villacrés, E., & Cuarán, J. (2019). Obtención y caracterización de un hidrolizado proteico de quinua *Chenopodium quinoa* Willd. *Enfoque UTE*, 10(2), 79-89.
- Quezada, T., & Kerly, A. (2014). *Elaboración de una bebida funcional tipo “Refrescante “a base de linaza saborizada con piña: Estudio de vida útil y aporte nutricional de la formulación.* Tesis para optar el título de ingeniero en alimentos. Universidad técnica de
- Ramirez, F. (2019). La papaína y su potencial como producto de valor agregado en Costa Rica. *Research Gate*, April, 10.
- Rivera-Botonares, R. S., Oliva-Cruz, S. M., & Tineo Flores, D. (2023). Extracción y purificación de papaína obtenida a partir de tres especies nativas del género *Vasconcellea*. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 25(2), 109-116. <https://doi.org/10.18271/ria.2023.447>
- Sánchez Laíño, A. R., Torres Navarrete, E., Espinoza Guerra, Í., Montenegro Vivas, L., Barba Capote, C., & García Martínez, A. (2019). Valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 149-157. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14438>
- Santos, K. L., Alves, C. A. N., Moisés De Sousa, F., Souza Gusmão, T. A., Alves Filho, E. G., & Barros De Vasconcelos, L. (2021). Chemometrics applied to physical, physicochemical and sensorial attributes of chicken hamburgers blended with green banana and passion fruit epicarp biomasses. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 24, 100337. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100337>

- Sarabandi, K., Jafari, S. M., Mohammadi, M., Akbarbaglu, Z., Pezeshki, A., & Khakbaz Heshmati, M. (2019). Production of reconstitutable nanoliposomes loaded with flaxseed protein hydrolysates: Stability and characterization. *Food Hydrocolloids*, 96, 442-450. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.05.047>
- Sepúlveda, E., Sáenz, C., Peña, Á., Robert, P., Bartolomé, B., & Gómez-Cordovés, C. (2010). *Influence of the genotype on the anthocyanin composition, antioxidant capacity and color of Chilean pomegranate (Punica granatum L.) juices*.
- Shen, Y., Tang, X., & Li, Y. (2021). Drying methods affect physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate. *Food Chemistry*, 339, 127823. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127823>
- Sukketsiri, W., Daodee, S., Parhira, S., Malakul, W., Tunsophon, S., Sutthiwong, N., Tanasawet, S., & Chonpathompikunlert, P. (2023). Chemical characterization of *Passiflora edulis* extracts and their in vitro antioxidant, anti-inflammatory, anti-lipid activities, and ex-vivo vasodilation effect. *Journal of King Saud University - Science*, 35(1), 102431. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102431>
- Sun, S. S. M., Leung, F. W., & Tomic, J. C. (1987). Brazil nut (*Bertholletia excelsa* HBK) proteins: Fractionation, composition, and identification of a sulfur-rich protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35(2), 232-235. <https://doi.org/10.1021/jf00074a016>
- Szczepańska, J., Skąpska, S., Lorenzo, J. M., & Marszałek, K. (2021). The Influence of Static and Multi-Pulsed Pressure Processing on the Enzymatic and Physico-Chemical Quality, and Antioxidant Potential of Carrot Juice During Refrigerated Storage. *Food and Bioprocess Technology*, 14(1), 52-64. <https://doi.org/10.1007/s11947-020-02577-9>

- Tacias-Pascacio, V. G., Morellon-Sterling, R., Castañeda-Valbuena, D., Berenguer-Murcia, Á., Kamli, M. R., Tavano, O., & Fernandez-Lafuente, R. (2021). Immobilization of papain: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 188, 94-113. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.08.016>
- Tahmasebi, A., Asgari, A., Bakhshi, S., Ghaffar Shahriari, A., & Won Lee, C. (2023). Ultrasound application for the decontamination of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) seeds: Influence on fungal inhibition and seed quality. *Ultrasonics Sonochemistry*, 95, 106404. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106404>
- Tavano, O. L., Amistá, M. J. D. M., Del Ciello, G., Rodrigues, M. C. M., Bono Nishida, A. M., Valadares, L. A., Siqueira, B. M., Gomes, R. A. D. S., Parolini, M. T., & Silva Junior, S. I. D. (2022). Isolation and evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) protein fractions. A nutritional and bio-functional approach to the globulin fraction. *Current Research in Food Science*, 5, 1028-1037. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.06.006>
- Tembo, D. T., Holmes, M. J., & Marshall, L. J. (2017). Effect of thermal treatment and storage on bioactive compounds, organic acids and antioxidant activity of baobab fruit (*Adansonia digitata*) pulp from Malawi. *Journal of Food Composition and Analysis*, 58, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.01.002>
- Thakur, A., Panigrahi, C., & Mishra, H. N. (2023). Formulation and characterization of a low-cost high-energy grain-based beverage premix: A multi-objective genetic algorithm approach. *Food Chemistry Advances*, 2, 100197. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100197>
- Thanapornpoonpong, S., Vearasilp, S., Pawelzik, E., & Gorinstein, S. (2008). Influence of Various Nitrogen Applications on Protein and Amino Acid Profiles of

- Amaranth and Quinoa. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(23), 11464-11470. <https://doi.org/10.1021/jf802673x>
- Ticsihua Huaman, J., & Orejon Montalvo, T. Y. (2022). Evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Revista Alfa*, 6(18), 383-392. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.175>
- Trishitman, D., Negi, P. S., & Rastogi, N. K. (2021). Concentration of beetroot juice colorant (betalains) by forward osmosis and its comparison with thermal processing. *LWT*, 145, 111522. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111522>
- Tsai, P.-J., Wu, S.-C., & Cheng, Y.-K. (2008). Role of polyphenols in antioxidant capacity of napiergrass from different growing seasons. *Food chemistry*, 106(1), 27-32.
- Umair, M., Jabeen, S., Ke, Z., Jabbar, S., Javed, F., Abid, M., Rehman Khan, K., Ji, Y., Korma, S. A., El-Saadony, M. T., Zhao, L., Cacciotti, I., Mariana Gonçalves Lima, C., & Adam Conte-Junior, C. (2022). Thermal treatment alternatives for enzymes inactivation in fruit juices: Recent breakthroughs and advancements. *Ultrasonics Sonochemistry*, 86, 105999. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.105999>
- Urango-Anaya, K. J., Ortega-Quintana, F. A., Vélez-Hernández, G., & Pérez-Sierra, Ó. A. (2018). Extracción Rápida de Pectina a Partir de Cáscara de Maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa*) empleando Microondas. *Información Tecnológica*, 29(1), 129-136. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642018000100129>
- Urrieta, J. E. A. (1999). *Métodos de conservação e armazenamento de frutos de maracujá-amarelo colhidos em diferentes idades*.

- Vasco, C., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food chemistry*, 111(4), 816-823.
- Vascocellos, M. A. D. S., Savazaki, E. T., Grassi Filho, H., Busquet, R. N. B., & Mosca, J. L. (2001). Caracterização física e quantidade de nutrientes em frutos de maracujá doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23, 690-694.
- Verma, S., Lan, Y., Gokhale, R., & Burgess, D. J. (2009). Quality by design approach to understand the process of nanosuspension preparation. *International Journal of Pharmaceutics*, 377(1-2), 185-198.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2009.05.006>
- Veza, I., Spraggon, M., Fattah, I. M. R., & Idris, M. (2023). Response surface methodology (RSM) for optimizing engine performance and emissions fueled with biofuel: Review of RSM for sustainability energy transition. *Results in Engineering*, 18, 101213. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101213>
- Villanueva, A., Vioque, J., Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Pedroche, J., Bautista, J., & Millán, F. (1999). Peptide characteristics of sunflower protein hydrolysates. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76(12), 1455-1460.
<https://doi.org/10.1007/s11746-999-0184-2>
- Xiao, Z., Jiang, X., & Niu, Y. (2022). Study on the interaction of sweet protein (thaumatin) with key aroma compounds in passion fruit juice using electronic nose, ultraviolet spectrum, thermodynamics, and molecular docking. *LWT*, 162, 113463. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113463>
- Xin, M., Li, C., He, X., Li, L., Yi, P., Tang, Y., Li, J., Liu, G., Sheng, J., & Sun, J. (2021). Integrated metabolomic and transcriptomic analyses of quality components and associated molecular regulation mechanisms during passion fruit ripening.

Postharvest Biology and Technology, 180, 111601.

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111601>

Xu, F.-Q., Wang, N., Fan, W.-W., Zi, C.-T., Zhao, H.-S., Hu, J.-M., & Zhou, J. (2016).

Protective effects of cycloartane triterpenoides from *Passiflora edulis* Sims against glutamate-induced neurotoxicity in PC12 cell. *Fitoterapia*, 115, 122-127.

<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2016.09.013>

Xu, W.-T., Peng, X., Luo, Y.-B., Wang, J., Guo, X., & Huang, K.-L. (2009).

Physiological and biochemical responses of grapefruit seed extract dip on 'Redglobe' grape. *LWT - Food Science and Technology*, 42(2), 471-476.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.09.002>

Yu, R., Song, H., Chen, Y., Shi, N., Shen, H., Shi, P., Shu, H., Kong, X., Yu, L., & Luo, H. (2023).

Incorporation of ascorbic acid and L-cysteine in sodium carboxymethyl cellulose coating delays color deterioration and extends the shelf-life of fresh-cut asparagus lettuce (*Lactuca sativa* var. *Angustata*). *Postharvest Biology and Technology*, 204, 112419. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112419>

Yuan, B., Danao, M.-G. C., Stratton, J. E., Weier, S. A., Weller, C. L., & Lu, M. (2018).

High pressure processing (HPP) of aronia berry purée: Effects on physicochemical properties, microbial counts, bioactive compounds, and antioxidant capacities. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 47, 249-255.

<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.03.009>

Yuan, T. Z., Kao, C. L., Li, W. J., Li, H. T., & Chen, C. Y. (2017). Chemical Constituents

of Leaves of *Passiflora edulis*. *Chemistry of Natural Compounds*, 53(6), 1165-1166. <https://doi.org/10.1007/s10600-017-2227-5>

Zea M., O., Huaranga E., D., Jiménez H., L., Pérez C., J., Serrano G., J., Meza Q., I.,

Bernuy O., N., & Vílchez P., C. (2019). Efecto de cinco niveles de goma de tara

- sobre el comportamiento productivo, mineralización ósea y morfometría intestinal en pollos de carne. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 663-675. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16100>
- Zhang, Q., Zhou, Y., Yue, W., Qin, W., Dong, H., & Vasanthan, T. (2021). Nanostructures of protein-polysaccharide complexes or conjugates for encapsulation of bioactive compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 169-196.
- Zhang, Y., Xu, Y., Wang, Q., Zhang, J., Dai, X., Miao, S., & Lu, X. (2023a). The antioxidant capacity and nutrient composition characteristics of lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) seed juice and their relationship with color at different storage temperatures. *Food Chemistry*: X, 18, 100669. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100669>
- Zhang, Y., Xu, Y., Wang, Q., Zhang, J., Dai, X., Miao, S., & Lu, X. (2023b). The antioxidant capacity and nutrient composition characteristics of lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) seed juice and their relationship with color at different storage temperatures. *Food Chemistry*: X, 18, 100669. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100669>
- Zhao, L., Wu, L., Li, L., Zhu, J., Chen, X., Zhang, S., Li, L., & Yan, J.-K. (2023). Physicochemical, structural, and rheological characteristics of pectic polysaccharides from fresh passion fruit (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* L.) peel. *Food Hydrocolloids*, 136, 108301. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108301>
- Zhao, Y., Wang, P., Zhan, P., Tian, H., Lu, C., & Tian, P. (2021). Aroma characteristics of cloudy kiwifruit juices treated with high hydrostatic pressure and representative

thermal processes. *Food Research International*, 139, 109841.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109841>

Živanović, I., Žužana Vaštag, Popović, S., Popović, L., & Peričin, D. (2011). *Hydrolysis Of Hull-Less Pumpkin Oil Cake Protein Isolate By Pepsin.*

<https://doi.org/10.5281/ZENODO.1057175>

Zou, W., Niu, H., Yi, J., & Zhou, L. (2024). Passion fruit juicing with or without seeds treated by high-pressure processing and thermal pasteurization: Effects on the storage stability of enzymes and quality properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 91, 103554. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103554>

ANEXOS

ANEXO 1. Preparación de solución buffer

$$pH = pKa + \log \frac{A^-}{HA}$$

$$7,3 = 7,2 + \log \frac{A^-}{HA}$$

$$\frac{A^-}{HA} = 10^{0,1} = 1,26$$

$$\log \frac{A^-}{HA} = 0,1$$

$$\frac{A^-}{HA} = \frac{1,26}{1}$$

$$\frac{\text{Fosfato dibásico de potasio } 0,1 \text{ M}}{\text{Fosfato monobásico de potasio } 0,2 \text{ M}} \frac{0,1}{0,2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\frac{1,26}{1}}{\frac{1}{2}} = \frac{1,26}{0,5} = 2,52$$

Fosfato monobásico de potasio 0,2 M 100 ml

*Fosfato dibásico de potasio 0,1 M 100 ml * 2,52 = 252 ml*

Preparación de un Tampón

Preparación de 1 litro de una solución tampón salino de fosfato 0,5 M con un **pH final de 7,4** manteniendo de fosfato mono potasio y fosfato di potasio,

$$pKa = 7,2$$

$$pM \text{ H}_2\text{K}_2\text{O}_4\text{P} = 136,09$$

$$pM \text{ K}_2\text{HPO}_4 = 174,18$$

Haciendo uso de la ecuación de Henderson – hasselbalch

$$pH = pKa + \log (\text{aceptor } H^+) / (\text{donador } H^+)$$

$$7,4 = 7,2 + \log(K_2HPO_4) / (H_2K_2O_4P)$$

$$0,2 = \log(K_2HPO_4) / (H_2K_2O_4P)$$

$$\frac{K_2HPO_4}{H_2K_2O_4P} = \text{antilog } 0,2 = 1,6$$

$$y K_2HPO_4 + H_2KO_4P = 0,5M$$

Con estas últimas expresiones elaboramos un sistema de ecuaciones:

$$K_2HPO_4 = 1,6 H_2KO_4P \text{ y sustituimos en la segunda ecuación}$$

$$1,6 (H_2KO_4P) + (H_2KO_4P) = 0,5$$

$$2,6 (H_2KO_4P) = 0,5 ; \text{ entonces } (H_2KO_4P) = \frac{0,5}{2,6} = 0,192 M$$

$$\text{por tanto } (H_2KO_4P) = 0,192M ; \text{ aprox} = 0,2 M$$

$$K_2HPO_4 = 1,6 * 0,192 = 0,3 M$$

Conocida la concentración junto con el pM de ambos compuestos, sabemos que cantidad en gramos necesitamos de cada uno de ellos,

$$pM H_2KO_4P = 27,2g$$

$$pM K_2HPO_4 = 52,3g$$

$$N^{\circ} \text{ de } g K_2HPO_4 = \frac{0,3 \text{ moles } K_2HPO_4 * 174,18 K_2HPO_4}{1 \text{ mol } K_2HPO_4} = 52,254g$$

$$N^{\circ} \text{ de } g H_2KO_4P = \frac{0,2 \text{ moles } H_2KO_4P * 136,09 H_2KO_4P}{1 \text{ mol } H_2KO_4P} = 27,218g$$

Se pesan ambas cantidades y se enrasa hasta 1 litro con agua destilada

$$K_2HPO_4 + H_2KO_4P = 0,01M \text{ Con las expresiones } K_2HPO_4 = 1,6 K_2HPO_4$$

Y sustituimos en la segunda ecuación

$$1,6(H_2KO_4P) + (H_2KO_4P) = 0,01 M$$

$$2,6(H_2KO_4P) = 0,01 M ; \text{ entonces } (H_2KO_4P) = \frac{0,01}{2,6} = 0,0038$$

$$\text{por tanto } (H_2KO_4P) = 0,0038 M ; \text{ aprox,} = 0,004 M$$

$$K_2HPO_4 = 1,6 x 0,004 = 0,0064M$$

Cantidad a pesar para 1L de solución

$$N^{\circ} \text{ de } g K_2HPO_4 = \frac{0,0064 \text{ moles } K_2HPO_4 * 174,18 K_2HPO_4}{1 \text{ mol } K_2HPO_4} = 1,115g$$

$$N^{\circ} \text{ de } g H_2KO_4P = \frac{0,004 \text{ moles } H_2KO_4P * 136,09 H_2KO_4P}{1 \text{ mol } H_2KO_4P} = 0,544g$$

ANEXO 2. Resultados obtenidos de aceptabilidad, separación de fases, color y densidad.

Exper. N°	X1 (%W/V)	X2 (%W/V)	X3 (%W/V)	Evaluación sensorial (Aceptabilidad)	Separación de fases	Color espectrofotométrico				Intensidad de color	Densidad (Kg/m ³)
						Tonalidad	Amarillo (%)	Rojo (%)	Azul (%)		
1	40	6	0,03	5,8	13,68	0,956 ± 0,003	31,787 ± 0,199	33,245 ± 0,248	34,968 ± 0,438	6,674 ± 0,075	1,073
2	50	4	0,03	5,5	8,55	0,956 ± 0,007	31,784 ± 0,113	33,232 ± 0,145	34,984 ± 0,070	6,678 ± 0,034	1,070
3	50	5	0,03	4,4	5,98	0,955± 0,007	31,618± 0,323	33,104± 0,177	35,277± 0,461	6,716± 0,078	1,073
4	40	4	0,03	4,9	20,51	0,966± 0,011	32,222± 0,342	33,342± 0,048	34,436± 0,334	6,557± 0,051	1,071
5	30	4	0,03	5,9	26,50	0,985 ± 0,003	33,051± 0,077	33,565 ± 0,077	33,384 ± 0,126	6,420 ± 0,023	1,070
6	50	6	0,03	5,2	10,26	0,958 ± 0,004	31,809 ± 0,119	33,188 ± 0,248	35,002 ± 0,366	6,669 ± 0,064	1,072
7	30	5	0,03	6	26,50	0,990± 0,012	33,163± 0,467	33,484± 0,083	33,353± 0,548	6,389± 0,069	1,073
8	40	5	0,03	5,3	17,95	0,945± 0,006	31,507± 0,243	33,356± 0,204	35,137± 0,395	6,633± 0,046	1,079
9	30	6	0,03	5,8	42,74	0,984± 0,022	32,703± 0,263	33,239± 0,507	34,058± 0,313	6,252± 0,050	1,069
10	40	5 (C)	0,03	5,8	27,35	0,946± 0,004	31,447± 0,289	33,256± 0,219	35,297± 0,492	6,557± 0,041	1,068
11	40	5 (C)	0,03	5,3	12,82	0,943± 0,007	31,191± 0,112	33,074± 0,165	35,735± 0,165	6,640± 0,029	1,069
12	40	5 (C)	0,03	5,8	21,37	0,946± 0,004	31,425± 0,204	33,228± 0,130	35,346± 0,315	6,545± 0,020	1,074

ANEXO 3. Resultados obtenidos de estabilidad de pH y color de la bebida óptima.

Tiempo (días)	pH	Intensidad de color	Tonalidad	Amarillo (%)	Rojo (%)	Azul (%)
0	3,5	6,053 ± 0,030	1,1171 ± 0,0143	35,3784±0,3054	31,6706±0,132	32,951±0,1734
5	3,5	5,990 ± 0,061	0,7508 ± 0,0384	34,2701±0,9575	32,6937±0,5731	33,036±0,5568
10	3,5	6,482 ± 0,044	0,9861 ± 0,0049	32,796±0,2364	33,2595±0,1016	33,9444±0,3255
15	3,5	6,635 ± 0,179	0,9263 ± 0,0856	31,3903±0,8174	34,0357±2,3891	34,5741±1,5726
20	3,5	6,629 ± 0,031	0,9807 ± 0,0015	32,2807±0,223	32,9144±0,1981	34,8049±0,4191
25	3,5	6,623 ± 0,122	0,9469 ± 0,0493	32,1599±0,6243	34,0063±1,2185	33,8338±0,7806
30	3,5	6,646 ± 0,102	0,9762 ± 0,005	31,7096±0,4625	32,4811±0,3799	35,8093±0,3212
35	3,5	6,670 ± 0,018	0,9737±0,0127	31,803±0,3653	32,6632±0,1291	35,5338±0,356

ANEXO 4. Sólidos totales de Bebida óptima.

BEBIDA OPTIMA							
Placa (g): P1	Muestra + Placa (g) : P2	Peso seco : P3	Muestra Fresca (P2-P1)	Muestra Seca (P3-P1)	Solidos Totales	Promedio ST	Desviación
0,0879	2,3603	0,3823	2,2724	0,2944	12,9555	12,9743	0,027
0,0856	2,1540	0,3546	2,0684	0,2690	13,0052		
0,0725	2,0876	0,3337	2,0151	0,2612	12,9621		

ANEXO 5. Solidos totales de zumo concentrado de maracuyá.

ZUMO CONCENTRADO							
Placa (g): P1	Muestra + Placa (g) : P2	Peso seco : P3	Muestra Fresca (P2-P1)	Muestra Seca (P3- P1)	Solidos Totales	Promedio ST	Desviación
0,0585	2,1298	0,3276	2,0713	0,2691	12,99184	12,8171	0,31
0,0803	2,0071	0,3307	1,9268	0,2504	12,99564		
0,0842	2,1309	0,3393	2,0467	0,2551	12,46397		

ANEXO 6. Extracción del concentrado proteico de quinua



Figura 1. Pesado de la muestra para la extracción del concentrado proteico



Figura 2. Dilución de la muestra con el agua destilada



Figura 3. Extracción de proteína por solubilización a pH 10



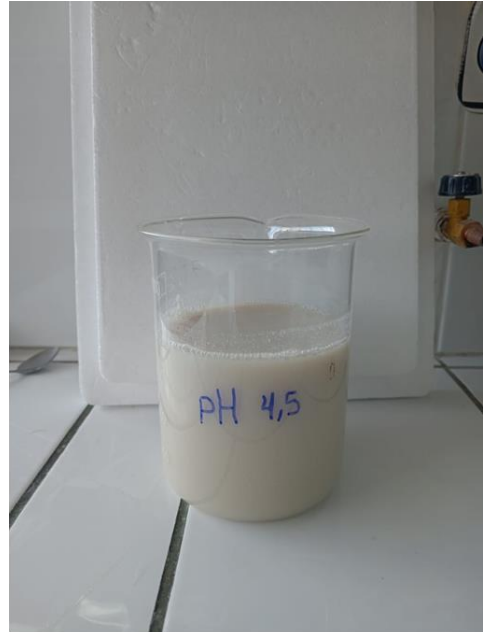


Figura 4. Separación de la proteína en medio ácido (pH 4.5).



Figura 5. Separación de proteína por centrifugación.



Figura 6. Concentrado proteico

ANEXO 7. preparación de las formulaciones planteadas.



Figura 7. Preparación de formulaciones de las bebidas.



Figura 8. Pasteurización



Figura 9. Bebida refrescante obtenida

ANEXO 8. Determinación de proteína por el método kjeldahl



Figura 10. Digestión de proteína



Figura 11 . Destilación de proteína



Figura 12 . Titulación de la proteína

ANEXO 9. Determinación de densidad de la bebida

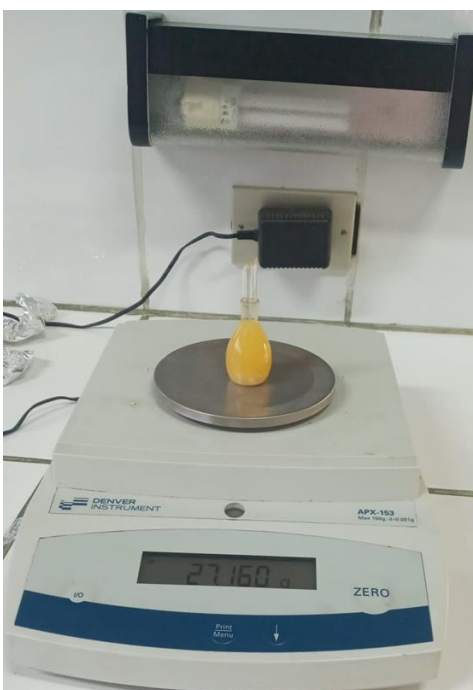


Figura 13. Análisis de densidad

ANEXO 10. Determinación de β -carotenoides



Figura 14. Análisis de β - carotenoides

ANEXO 11. Determinación de acidez y Vitamina C



Figura 15. análisis de ácido cítrico

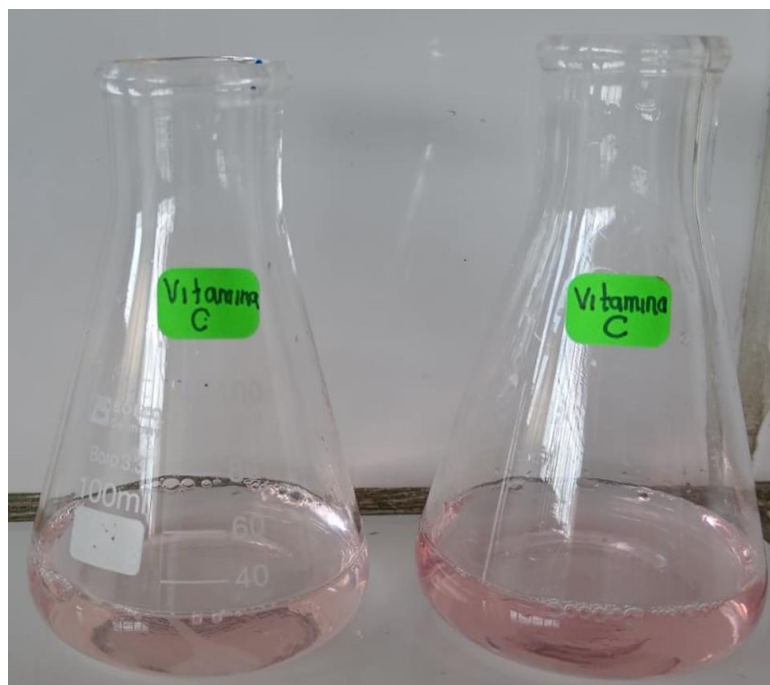


Figura 16. análisis de vitamina C

ANEXO 12. Prueba de separación de fases en zumo sin hidrolizada e hidrolizado del zumo de maracuyá.

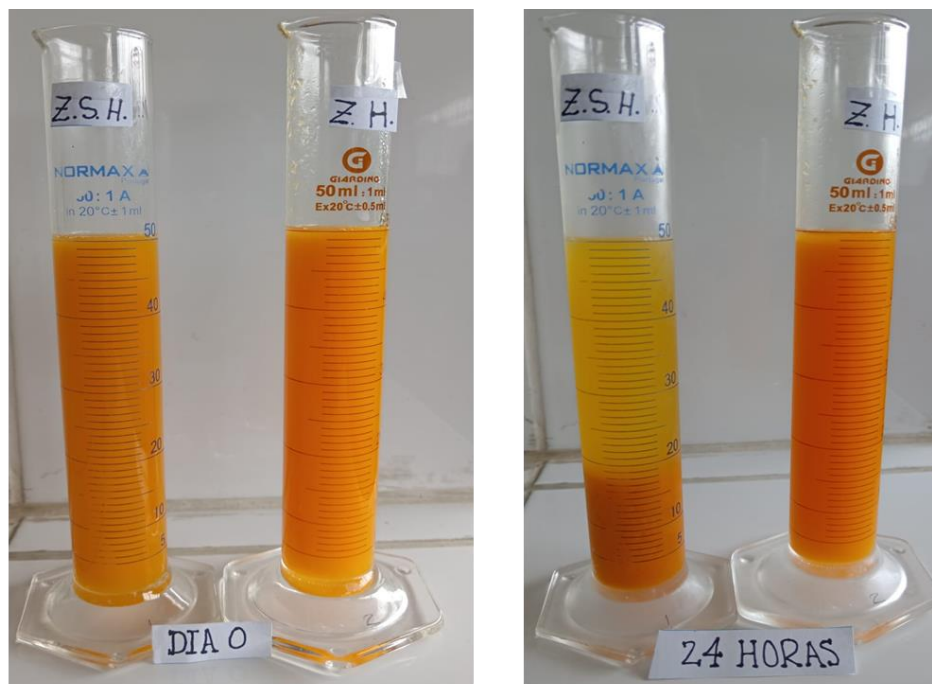


Figura 17. Análisis de prueba separación de fases en zumo sin hidrolizar y zumo hidrolizada.

ANEXO 13. Prueba de separación de fases de las bebidas del zumo de maracuyá y proteína hidrolizada de quinua.

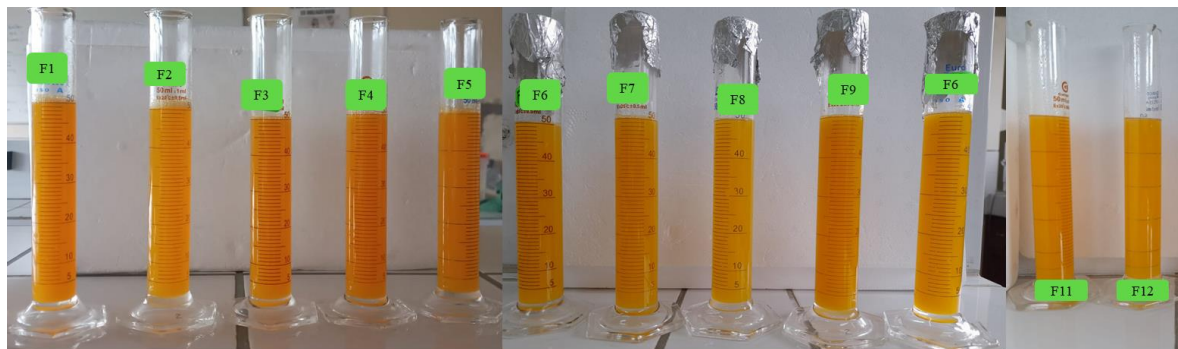


Figura 18. Prueba de separación de fases de las bebidas formuladas por día 0

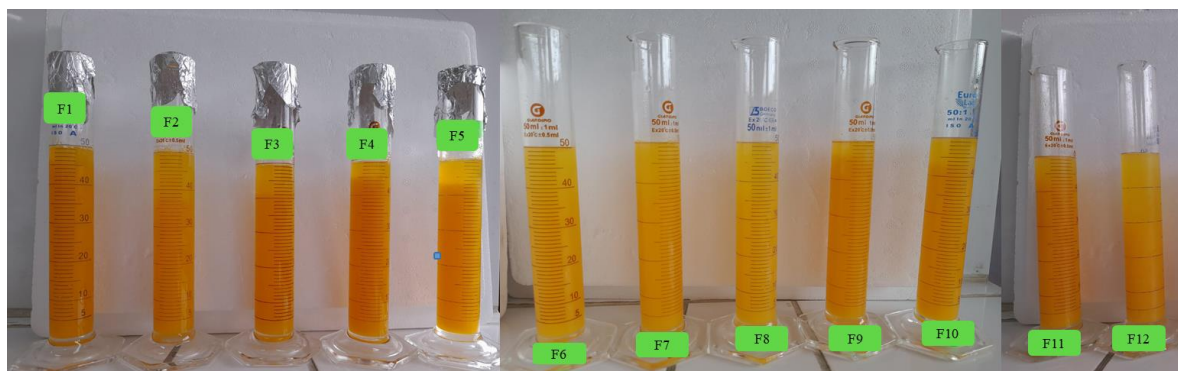


Figura 19. Prueba de separación de fases por 24 horas

ANEXO 14. Diferentes formulaciones elaboradas



Figura 20 . Diferentes formulaciones elaboradas

ANEXO 15. Evaluación sensorial de bebida del zumo de maracuyá y proteína hidrolizada de quinua



Figura 21. Evaluación sensorial de las bebidas formuladas

ANEXO 16. Ficha de evaluación sensorial aplicado a la bebida del zumo de maracuyá y proteína hidrolizada de quinua.

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE FECHA

Indicaciones

1. Ud. Evaluará tres bebidas, en cuanto a los atributos de **color, olor, acidez y aceptabilidad general**, califique en el orden indicado.
2. Marque con un **X** en el casillero de acuerdo a la escala de su percepción

PUNTAJE	CALIFICACIÓN	Muestra -----				Muestra -----				Muestra -----			
		Color	Olor	Acidez	Aceptabilidad general	Color	Olor	Acidez	Aceptabilidad general	Color	Olor	Acidez	Aceptabilidad general
7	Me gusta muchísimo												
6	Me gusta mucho												
5	Me gusta poco												
4	No me gusta ni me disgusta												
3	Me disgusta poco												
2	Me disgusta mucho												
1	Me disgusta muchísimo												

Observaciones:-----

ANEXO 17. Código usado para la elaboración de programa de optimización de Matlab.

```
% PROYECTO FOCAM-2023

% FORMULACIÓN DE BEBIDA DE ZUMO DE MARACUYÁ Y PROTEÍNA
HIDROLIZADA DE QUINUA

% AJUSTE POLINOMIAL POR METODOLOGÍA DE SUPERFICIE RESPUESTA

% Factores: ZUMO DE MARACUYÁ (%) Y PROTEÍNA HIDROLIZADA DE
QUINUA(%)

% Respuestas: Aceptabilidad, intensidad de color y porcentaje de separación

%

clear all, clc,close all

% Importacion de base de datos de Excel

A=xlsread('Resultados1');

Z=A(:,2); % Zumo de maracuyá (Z)

P=A(:,3); % Proteína hidrolizado de quinua (P)

AS=A(:,4); % Resultado de aceptabilidad sensorial (As)

SP=A(:,5); % Resultado de porcentaje de separacion (Sp)

IC=A(:,6); % Resultado de Índice de color por espectrofotometría

n=length(Z);

% Modelo regresión polinomial para aceptabilidad sensorial (AS)

%AS=b1+b2.Z+b3.P+b4.Z^2+b5.P^2+b6.Z.P

X11=ones(n,1);

X12=(Z);

X13=(P);

X14=(Z.^2);
```

```

X15=(P.^2);

X16=(P.*Z);

X1=[X11,X12,X13,X14,X15,X16];

[b1,bint1,R1,Rint1,stat1]=regress((AS),X1,0.05);

%Modelo regresión polinomial para separación (SP)

%SP=b1+b2.Z+b3.P+b4.Z^2+b5.P^2+b6.Z.P

X21=ones(n,1);

X22=(Z);

X23=(P);

X24=(Z.^2);

X25=(P.^2);

X26=(P.*Z);

X2=[X21,X22,X23,X24,X25,X26];

[b2,bint2,R2,Rint2,stat2]=regress((SP),X2,0.05);

%Modelo regresión polinomial para Intensidad de color (IC)

%IC=b1+b2.Z+b3.P+b4.Z^2+b5.P^2+b6.Z.P

X31=ones(n,1);

X32=(Z);

X33=(P);

X34=(Z.^2);

X35=(P.^2);

X36=(P.*Z);

X3=[X31,X32,X33,X34,X35,X36];

[b3,bint3,R3,Rint3,stat3]=regress((IC),X3,0.05);

```

```

%Resultados de regresión y análisis estadístico b1

%Coeficientes Modelo AS

R2_AS=stat1(1)%Coeficiente de Correlacion

p_value=stat1(3)

%Coeficientes Modelo SP b2

R2_SP=stat2(1)%Coeficiente de Correlacion

p_value=stat2(3)

%Coeficientes Modelo IC b3

R2_IC=stat3(1)%Coeficiente de Correlacion

p_value=stat3(3)

%Superficies de Respuesta factores: Zumo maracuya-Proteina de quinua

[Z1,P1]=meshgrid(min(Z):(max(Z)-min(Z))/20:max(Z),...
min(P):(max(P)-min(P))/20:max(P));

ASpre=b1(1)+b1(2)*Z1+b1(3)*P1+...
b1(4)*Z1.^2+b1(5)*P1.^2+b1(6)*P1.*Z1;

SPpre=b2(1)+b2(2)*Z1+b2(3)*P1+...
b2(4)*Z1.^2+b2(5)*P1.^2+b2(6)*P1.*Z1;

ICpre=b3(1)+b3(2)*Z1+b3(3)*P1+...
b3(4)*Z1.^2+b3(5)*P1.^2+b3(6)*P1.*Z1;

figure(1)

surf(Z1,P1,ASpre)

title('Aceptabilidad de bebida de zumo maracuyá -proteína de quinua')

% Intercepto sombreado

colorbar

```

```

xlabel('Zumo maracuyá [%]','fontsize',12)

ylabel('Proteína hidrolizada de quinua[%]','fontsize',12)

zlabel('Aceptabilidad [1-7]','fontsize',12)

figure(2)

surfc(Z1,P1,SPpre)

title('Separación de fase bebida de zumo maracuyá -proteína de quinua')

% Intercepto sombreado

colorbar

xlabel('Zumo maracuyá [%]','fontsize',12)

ylabel('Proteína hidrolizada de quinua[%]','fontsize',12)

zlabel('Separación de fase [%]','fontsize',12)

figure(3)

surfc(Z1,P1,ICpre)

title('Intensidad de color')

% Intercepto sombreado

colorbar

xlabel('Zumo maracuyá [%]','fontsize',12)

ylabel('Proteína hidrolizada de quinua[%]','fontsize',12)

zlabel('Intensidad de color [%]','fontsize',12)

% METODO DE FUNCION DE CONVENIENCIA

% RESTRICCIONES: Maximizar AS, IC and Minimizar SP

TAS =max(AS);

UAS =max(AS);

LAS =min(AS);

```

```

TSP=min(SP);

USP=max(SP);

LSP=min(SP);

TIC=max(IC);

UIC=max(IC);

LIC=min(IC);

r=1;%factor de peso , valor teta en formula

for i=1:length(P1)%Para maximizar AS

for j=1:length(Z1)

if ASpre(i,j)<LAS

d1(i,j)=0;

elseif ASpre(i,j)>TAS

d1(i,j)=1;

else

d1(i,j)=((ASpre(i,j)-LAS)/(TAS-LAS))^r;

end

end

end

figure(4)

surfc(Z1,P1,d1)

title('Aceptabilidad de bebida de zumo maracuyá -proteína de quinua')

% Intercepto sombreado

colorbar

xlabel('Zumo maracuyá [%]','fontsize',12)

```

```

ylabel('Proteína hidrolizada de quinua[%]','fontsize',12)

xlabel('d Aceptabilidad','fontsize',12)

for i=1:length(P1)%para minimizar SP
for j=1:length(Z1)
if SPpre(i,j)<TSP
d2(i,j)=1;
elseif SPpre(i,j)>USP
d2(i,j)=0;
else
d2(i,j)=((USP-SPpre(i,j))/(USP-TSP))^r;
end
end
end

figure(5)

surfc(Z1,P1,d2)

title('Separación de fase bebida de zumo maracuyá -proteína de quinua')

% Intercepto sombreado

colorbar

xlabel('Zumo maracuyá [%]','fontsize',12)

ylabel('Proteína hidrolizada de quinua[%]','fontsize',12)

xlabel('d separación de fase','fontsize',12)

for i=1:length(P1)%para maximizar IC
for j=1:length(Z1)
if ICpre(i,j)<LIC

```

```

d3(i,j)=0;

elseif ICpre(i,j)>TIC

d3(i,j)=1;

else

d3(i,j)=((ICpre(i,j)-LIC)/(TIC-LIC))^r;

end

end

end

figure(6)

surfc(Z1,P1,d3)

title(' Intensidad de color')

% Intercepto sombreado

colorbar

xlabel('Zumo maracuyá [%]','fontsize',12)

ylabel('Proteína hidrolizada de quinua[%]','fontsize',12)

zlabel('d intensidad de color','fontsize',12)

% ('Factor de Importancia')

v=[3 1 3]%Importance factor

for i=1:length(P1)%DESEABILIDAD TOTAL

for j=1:length(Z1)

D(i,j)=(d1(i,j)^v(1)*d2(i,j)^v(2)*d3(i,j)^v(3))^(1/sum(v));

end

end

figure(7)

```

```

surfc(Z1,P1,D)

title('Formulación optimizada')

% Intercepto sombreado

colorbar

xlabel('Zumó maracuyá [%]','fontsize',12)

ylabel('Proteína hidrolizada de quinua[%]','fontsize',12)

zlabel('Función deseabilidad total','fontsize',12)

colormap winter

%Maximun Value of Desirability Function

[Valuemax,II]=max(D);

[Dmax,J]=max(Valuemax);

I=II(J);

%Muestra los resultados en pantalla (Workspace)

display('D máximo bebida zumo de maracuyá-proteína'),Dmax

display('Posición FILA I - COLUMNA J'),[I,J]

display('Zumó maracuyá Optimo'),Z1(1,J)

display('Proteína hidrolizado de quinua optimo'),P1(I,1)

display('Aceptabilidad óptimo'),ASpre(I,J)

display('Separación óptimo'),SPpre(I,J)

display('Intensidad de color Optimo'),ICpre(I,J)

% Fin del programa

```

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:****(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)**

Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas y capacidad antioxidante

Expositora: Hilda AYALA SALCEDO
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2415049**Resolución Decanal N° 083-2024-UNSCH-FIQM/D****Fecha: 13-03-2024**

En la Sala de Conferencias "Pedro VILLENA HIDALGO" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las diez de la mañana con cinco minutos del día viernes quince de marzo del año dos mil veinticuatro, se reunieron la Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Hilda AYALA SALCEDO**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ y Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA, bajo la Presidencia del Dr. Alfredo ARIAS JARA (Presidente encargado de la Sustentación de Tesis), Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas y capacidad antioxidante**, presentado por la Bachiller **Hilda AYALA SALCEDO**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 083-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente(e) del Jurado invitó a la Bachiller **Hilda AYALA SALCEDO**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de cuarenta y cinco minutos.

Terminada la exposición de la Bachiller, el Presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA, Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ y Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA. Luego el Presidente invitó al Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

Concluyó con esta etapa el Dr. Alfredo ARIAS JARA, en su condición de Presidente (e).

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:
(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas y capacidad antioxidante

Expositora: Hilda AYALA SALCEDO
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2415049**Resolución Decanal N° 083-2024-UNSCH-FIQM/D****Fecha: 13-03-2024**

Culminada la etapa de preguntas, el Presidente del Jurado invitó a la Sustentante y al público para que se sirvan abandonar la Sala de Conferencias con la finalidad de permitir al Jurado de Sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO CATORCE (14).**

Finalmente el Presidente del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la Sala de Conferencias, y anunció que la Bachiller **Hilda AYALA SALCEDO**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las doce del medio día se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Alfredo ARIAS JARA
Presidente


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Miembro


.....
Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ
Miembro


.....
Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA
Miembro


.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:
(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas y capacidad antioxidante

Expositora: Leonora SANCHEZ AVENDAÑO
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2415049**Resolución Decanal N° 083-2024-UNSCH-FIQM/D****Fecha: 13-03-2024**

En la Sala de Conferencias "Pedro VILLENA HIDALGO" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las diez de la mañana con cinco minutos del día viernes quince de marzo del año dos mil veinticuatro, se reunieron la Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Leonora SANCHEZ AVENDAÑO**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ y Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA, bajo la Presidencia del Dr. Alfredo ARIAS JARA (Presidente encargado de la Sustentación de Tesis), Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas y capacidad antioxidante**, presentado por la Bachiller **Leonora SANCHEZ AVENDAÑO**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 083-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente(e) del Jurado invitó a la Bachiller **Leonora SANCHEZ AVENDAÑO**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de cuarenta y cinco minutos.

Terminada la exposición de la Bachiller, el Presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA, Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ y Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA. Luego el Presidente invitó al Dr. Alberto Luis HUAMANI HUAMANI para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

Concluyó con esta etapa el Dr. Alfredo ARIAS JARA, en su condición de Presidente (e).

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
**QUÍMICA Y
METALURGIA****ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas y capacidad antioxidante

Expositora: Leonora SANCHEZ AVENDAÑO
Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2415049

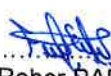
Resolución Decanal N° 083-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 13-03-2024

Culminada la etapa de preguntas, el Presidente del Jurado invitó a la Sustentante y al público para que se sirvan abandonar la Sala de Conferencias con la finalidad de permitir al Jurado de Sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADA POR UNANIMIDAD PROMEDIO CATORCE (14).**

Finalmente el Presidente del Jurado dispuso que se invite a la Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la Sala de Conferencias, y anunció que la Bachiller **Leonora SANCHEZ AVENDAÑO**, ha resultado **APROBADA POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con una flamante **INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las doce del medio día se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Alfredo ARIAS JARA
Presidente
.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Miembro
.....
Dr. Juan Carlos PONCE RAMIREZ
Miembro
.....
Dr. Saúl Ricardo CHUQUI DIESTRA
Miembro
.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, hace CONSTAR:

Que, las Srtas. Leonora SANCHEZ AVENDAÑO e Hilda AYALA SALCEDO de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias han remitido, con el aval y por intermedio de su asesor el Ing. Alberto Luis Huamaní Huamaní, la Tesis: Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas y capacidad antioxidante; y se precisa con el Informe de Originalidad de Turnitin, que el índice de similitud del trabajo es de 20% y que se ha generado el Recibo digital que confirma el Depósito que el trabajo ha sido recibido por Turnitin con fecha 26 de abril de 2024 e Identificador de la Entrega N° 2362801319.

Se expide la presente, para los fines pertinentes.

Ayacucho, junio 04 de 2024.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL
DE HUAMANGA
E.F.P. DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Ing. CIP. Antonio J. Matos Alejandro
DIRECTOR

c.c. : Archivo digital.
Constancia N° 449

Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas y capacidad antioxidante

por Leonora Sanchez Avendaño y Hilda Ayala Salcedo

Fecha de entrega: 26-abr-2024 12:01p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2362801319

Nombre del archivo: Sanchez_Leonora_y_Ayala_Hilda_Tesis_Final_Marzo_2024.pdf (2.16M)

Total de palabras: 17672

Total de caracteres: 89387

Elaboración de bebida refrescante a base de concentrado proteico de quinua, zumo de maracuyá y goma de tara con adecuadas características fisicoquímicas y capacidad antioxidante

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

sedici.unlp.edu.ar

Fuente de Internet

2%

2

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

2%

3

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

www.scielo.org.pe

Fuente de Internet

1%

5

bdigital.zamorano.edu

Fuente de Internet

1%

6

vsip.info

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unajma.edu.pe

Fuente de Internet

1%

www.dict.uh.cu

8	Fuente de Internet	1 %
9	ingenieria.ute.edu.ec Fuente de Internet	1 %
10	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	www.doccity.com Fuente de Internet	1 %
15	www.scielo.cl Fuente de Internet	1 %
16	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %
17	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
18	www.revistaalfa.org Fuente de Internet	<1 %
19	onlinelibrary.wiley.com Fuente de Internet	<1 %

20	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
21	www.scipedia.com Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unesp.br Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.utmachala.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	Adolfo Rodolfo Sánchez Laíño, Emma Torres Navarrete, Ítalo Espinoza Guerra, León Montenegro Vivas et al. "Valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>) en sustitución del maíz (<i>Zea mays</i>)", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2019 Publicación	<1 %
27	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
28	revencyt.ula.ve Fuente de Internet	<1 %
29	docplayer.es	

Fuente de Internet

<1 %

30

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

revistaalfa.org

Fuente de Internet

<1 %

32

idoc.pub

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo