

**Desarrollo de un prototipo de bebida
elaborada a partir de manzana y quinua Real
(*Chenopodium quinoa Willd*)**

Brenda Aileen Mamani Escobar

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Desarrollo de un prototipo de bebida
elaborada a partir de manzana y quinua Real
(*Chenopodium quinoa Willd*)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Brenda Aileen Mamani Escobar

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Desarrollo de un prototipo de bebida elaborada a partir de manzana y quinua Real (*Chenopodium quinoa Willd*)

Brenda Aileen Mamani Escobar

Resumen. La malnutrición es un problema a nivel mundial que busca ser solucionado constantemente. La quinua se destaca por su alto potencial para contribuir en la seguridad alimentaria. La presente investigación evaluó el efecto de la adición de quinua Real en una bebida de manzana para obtener una bebida alta en sólidos solubles totales, viscosidad y baja en separación de fases, al analizar las propiedades químicas y físicas de la misma. Se realizó un análisis sensorial preliminar de aceptación, mediante la calificación en escala hedónica de color, olor, sabor, acidez, consistencia y aceptación general. Para el análisis sensorial se utilizó un análisis de chi-cuadrado y correlaciones. Se utilizó un diseño factorial con metodología de Superficie de Respuesta con variables independientes: porcentaje de quinua y porcentaje de goma Xantán, obteniendo un total de doce unidades experimentales. Las variables dependientes para cada tratamiento incluyeron separación de fases, color de la bebida, color de la fase líquida, turbidez, sólidos solubles totales (°Brix), acidez (pH) y viscosidad. Se obtuvo una calificación de “me gusta moderadamente” en la aceptación general de la bebida. Se determinó que la adición de la quinua Real afecta significativamente las variables dependientes, excepto cambio de color en fase líquida, además la quinua aporta proteína, fibra y grasa a la bebida de manzana. El prototipo de bebida optimizada presentó 13.26% de manzana, 7.49% de quinua Real y 0.101% de goma Xantán. Se recomienda dislocar el punto central de los valores de quinua y estabilizante para confirmar los valores óptimos en el desarrollo de una bebida.

Palabras clave: Flujo de proceso, nutrición, optimización, pseudocereal.

Abstract. Malnutrition is a global problem that seeks to be solved constantly. Quinoa stands out for its high potential to contribute to food security. The present study evaluated the effect of the addition of Royal quinoa in an apple beverage to obtain a high drink in total soluble solids, viscosity and low in phase separation, when analyzing the chemical and physical properties of the same. A preliminary sensorial acceptance analysis was carried out by means of a hedonic scale of color, odor, taste, acidity, consistency and general acceptance. A chi-square analysis and correlations were used for the sensorial analysis. A factorial design with Response Surface methodology was used with independent variables: percentage of quinoa and percentage of Xanthan gum, obtaining a total of twelve experimental units. The dependent variables for each treatment included phase color, turbidity, total soluble solids (° Brix), acidity (pH) and viscosity. A grade of "I like moderately" was obtained in the general acceptance of the drink. It was determined that the addition of the Royal quinoa affects significantly the dependent variables, except color change in liquid phase, in addition quinoa contributes protein, fiber and fat to the apple drink. The optimized beverage prototype showed 13.26% apple, 7.49% Royal quinoa and 0.101% Xanthan gum. It is recommended to dislocate the central point of the quinoa and stabilizer values to confirm optimal values in the development of a beverage.

Key words: Nutrition, process flow, optimization, pseudocereal.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
4. CONCLUSIONES	38
5. RECOMENDACIONES	39
6. LITERATURA CITADA.....	40
7. ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Niveles codificados de las variables del experimento	6
2. Colección completa del diseño experimental de la bebida elaborada a partir de manzana y quinua Real	7
3. Probabilidades por atributo evaluado en la prueba de chi-cuadrado	10
4. Correlación de los atributos evaluados en el análisis sensorial	16
5. Resultados de análisis de separación de fases en los tratamientos de la bebida elaborada a partir de manzana y quinua Real	17
6. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R^2 para separación de fases (%) en función de quinua (%) (X_1) y estabilizante (%) (X_2) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real	17
7. Resultados de análisis físicos y químicos de la bebida elaborada a partir de manzana y quinua Real	20
8. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R^2 para turbidez (A) en función de quinua (%) (X_1) y estabilizante (%) (X_2) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real	21
9. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R^2 para color en función de quinua (%) (X_1) y estabilizante (%) (X_2) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real	23
10. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R^2 para color de la fase líquida en función de quinua (%) (X_1) y estabilizante (%) (X_2) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real	25
11. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R^2 para sólidos solubles totales (°Brix) en función de quinua (%) (X_1) y estabilizante (%) (X_2) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real	26
12. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores R^2 para acidez (pH) en función de quinua (%) (X_1) y estabilizante (%) (X_2) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real	28

Cuadros	Página
1. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R ² para viscosidad (Pa×s) en función de quinua (%) (X ₁) y estabilizante (%) (X ₂) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real.....	30
2. Resultados de análisis físicos y químicos de la bebida optimizada de quinua Real y manzana.....	33
3. Resultados de análisis proximal y valor energético (kcal)	34
4. Efecto del aporte de quinua y proteína concentrada de soya, a una bebida de manzana, en sus propiedades químicas	35
5. Costos para producción de 230 mL de producto optimizado	37

Figuras	Página
1. Flujo de proceso para elaboración de tratamientos de bebida a partir de manzana, quinua Real y proteína concentrada de soya	4
2. Representación gráfica de distribución de niveles codificados del experimento: 1 -4: puntos factoriales; 5 – 8: puntos axiales; 9: punto central	6
3. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de apariencia.....	11
4. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de color	11
5. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de olor.....	12
6. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de sabor	13
7. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de acidez	13
8. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de consistencia.....	14
9. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de aceptación general	15
10. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre la separación de fases en una bebida de manzana y quinua Real	18
11. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre la turbidez en una bebida de manzana y quinua Real.....	22
12. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre el color en una bebida de manzana y quinua Real	24
13. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre los sólidos solubles totales (°Brix) de la bebida en una bebida de manzana y quinua Real.....	27
14. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre la acidez (pH) en una bebida de manzana y quinua Real.....	29
15. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre la viscosidad (Pa×s) en una bebida de manzana y quinua Real	31
16. Valores óptimos de las variables independientes sobre las propiedades físicas de una bebida elaborada de manzana y quinua Real	32
17. Etiqueta nutricional de bebida optimizada basado en Reglamento Técnico Centroamericano	36

Anexos	Página
1. Hoja de evaluación sensorial de aceptación	45
2. Etiqueta nutricional de bebida optimizada basado en Food and Drug Administration (FDA)	46
3. Etiqueta nutricional de bebida optimizada basado en la Unión Europea	47
4. Dislocación del punto central en la metodología de superficie de respuesta	47

1. INTRODUCCIÓN

La Cumbre Mundial de la Alimentación, promovida por la FAO en 1996, establece el Derecho a la Alimentación Adecuada que busca combatir el hambre y la desnutrición así como promover buenos hábitos alimenticios (Sandoval Carvajal *et al.* 2010). La seguridad alimentaria y nutricional se define como la oferta adecuada y el acceso físico y económico a los alimentos en cantidad, calidad y variedad suficiente (Acosta Díaz *et al.* 2010).

La malnutrición es un problema mundial provocado por una dieta poco nutritiva en el ser humano, que por consiguiente ocasionará problemas de salud (Nuñez y Tace 2014). Por tanto, una buena nutrición, promoverá en adultos una vida más saludable y en niños y jóvenes un mejor desarrollo y crecimiento.

En los siglos XVIII y XIX se da una mayor importancia a la quinua (*Chenopodium quinoa*); cuyas propiedades similares a las de los cereales contribuyen grandemente a la nutrición humana. La quinua, por ser un grano diversificable, puede ser utilizado en la producción de productos alimenticios como: bebidas, cereales, sémola entre otros (Soraiide 2014). Este pseudocereal posee un alto potencial para contribuir a la seguridad alimentaria en diversas regiones del planeta, especialmente en países donde la población no tiene acceso a fuentes de proteína u otros nutrientes o donde las condiciones de producción son limitadas por la cantidad de lluvia, salinidad del suelo o la baja disponibilidad de insumos (PROINPA 2011).

Las proteínas en una dieta son indispensables por ser fuente de aminoácidos esenciales requeridos por el organismo humano o no esenciales, que pueden ser sintetizados por el ser humano (Waterlow 1996). Su importancia radica en el cumplimiento de funciones catalíticas, reguladoras, de transporte, estructurales, defensivas, de reserva, energética y nutricional. Por otra parte, al aplicarse a alimentos cumplen funciones de solubilidad, absorción de agua y aceite, elasticidad, viscosidad, emulsificante y espumante (Silva Manzo 2006). Entre las fuentes alimentarias de proteínas se tienen las de origen vegetal y de origen animal; estas últimas son las más completas y las proteínas de origen vegetal son incompletas, es decir que no brindan todos los aminoácidos necesarios para el cuerpo (Mataix Verdú y Sánchez de Medina *sf*). La quinua Real se caracteriza por la calidad de proteínas que posee y por el alto valor biológico, por tanto, este pseudocereal se convierte en un buen sustituto de la carne, lácteos y huevo que constituyen importantes fuentes de proteína, contribuyendo a personas con bajos niveles nutricionales y a la población en general (Esperanza Bolivia 2013). El porcentaje de proteína en la quinua oscila entre 12.21 y 19.24%, esto depende de los ecotipos existentes en el Altiplano Sur de Bolivia, siendo este país uno de los principales productores de los mismos. Las proteínas de la quinua, son principalmente de tipo albúmina y globulina, está compuesta por aminoácidos

esenciales útiles para el ser humano, los cuales son: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. Se trata del alimento más completo que la naturaleza le ha regalado a la humanidad que también es conocido como el “Grano de Oro de los Incas” (Soraide Lozano 2014). Además, contiene 6.25% de grasa en su composición la cual contribuye a la reducción de colesterol LDL del organismo humano e incrementa el colesterol HDL gracias a los ácidos grasos omega 3 y 6 presentes (PROINPA 2011). Tiene un 63.27% de carbohidratos, siendo esta una fuente óptima de energía. Además, presenta 3.38% de fibra que favorece al intestino desarrollando la flora bacteriana que podría ayudar a prevenir el cáncer (Llorente 2008; PROINPA 2011). El pseudocereal cuenta con 3.11% de ceniza en su composición. Este es un alimento rico en calcio y hierro, el calcio se encuentra en 116 mg/100 g de quinua Real, por lo cual su ingesta puede ayudar a reducir la descalcificación y osteoporosis. El hierro se encuentra en 11.8 mg/100 g de quinua. En ambos casos, se encuentran por encima del arroz, maíz y trigo (PROINPA 2011). Además, la quinua es rica en vitaminas A, B1, B2, B3 y B9, C y E. Estas y las bondades ya mencionadas permiten considerar la quinua como un alimento saludable, completo y nutritivo recomendable para niños, celíacos, deportistas, vegetarianos, jóvenes y adultos en general (PROINPA 2011).

La manzana verde contiene potasio, sodio, calcio, además, vitaminas A, B y C. Por otro lado, resaltan un 0.3 g de proteína, 0.1 g de grasa total, 10.5 g de glúcidos, 1.5 g de fibra, 4 mg de calcio, 0.10 mg de hierro. Los nutrientes que aporta la manzana contribuyen a prevenir enfermedades cardiovasculares, reducir el colesterol y mejorar la digestión estimulando los intestinos (Palomo *et al.* 2010).

La bebida de manzana y quinua, en algunos casos agregándole leche, se ha desarrollado en Bolivia, Ecuador y Perú, países productores del grano, como desayuno al paso y considerada como una bebidas saludable y nutritiva, sea fría o caliente (FUNIBER 2005; Alcócer 2009).

La finalidad de la presente investigación fue la de obtener una bebida elaborada a partir de manzana (*Malus Domestica* “Granny Smith”) y quinua Real (*Chenopodium Quinoa Willd*), para lo cual se utilizó un diseño factorial con metodología de Superficie de Respuesta evaluando las propiedades físicas y químicas de la bebida (Alcócer 2009; Palomo *et al.* 2010).

El presente estudio planteó los siguientes objetivos:

- Estudiar el efecto de la adición de quinua Real y goma Xantán en la separación de fases, cambio de color en la bebida, en fase líquida, turbidez en fase líquida, sólidos solubles totales, acidez, viscosidad y nutricional, en una bebida de manzana.
- Desarrollar al menos un prototipo de bebida optimizada y caracterizarla física y químicamente.
- Comparar propiedades químicas a partir de análisis proximales, que aporta la proteína concentrada de soya y la quinua Real en una bebida de manzana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se llevó a cabo en el Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. La preparación de la bebida de quinua y manzana, se realizó en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Los análisis físicos, viscosidad, sólidos solubles totales (°Brix), separación de fases y color; los químicos: pH, turbidez y el análisis proximal fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ); los análisis microbiológicos: coliformes totales fueron realizados en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LMAZ) y la evaluación sensorial de aceptación fueron realizados en Laboratorio de Análisis Sensorial.

Materia prima.

Para llevar a cabo el estudio se utilizó quinua Real (*Chenopodium quinoa WILLD*) importado de la ciudad de Uyuni, Potosí, Bolivia (altiplano sur) y manzana verde (*Malus Domestica 'Granny Smith'*) adquirido de puesto de ventas de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. El estabilizante (goma Xantán) fue adquirido de la planta Hortofrutícola de Zamorano y la proteína concentrada de soya fue proporcionada por Archer Daniels Midland Company (ADM).

Fase 1. Pruebas preliminares.

Análisis sensorial preliminar. Se analizó sensorialmente la aceptación de la bebida de manzana y quinua elaborada a base de una receta tradicional de Bolivia a una población de 100 personas centroamericanas entre 18 y 25 años de edad donde se evaluaron parámetros de apariencia, color, olor, sabor, acidez, consistencia y aceptación general. Se le pidió a cada persona que calificara los distintos atributos evaluados en una escala hedónica de nueve puntos; siendo 1, me gusta extremadamente; 2, me disgusta; 3, me disgusta moderadamente; 4, me disgusta poco; 5, ni me gusta/ ni me disgusta; 6, me gusta poco; 7, me gusta moderadamente; 8, me gusta mucho y 9, me gusta extremadamente.

Análisis estadístico. Para el análisis sensorial de aceptación se realizó un chi-cuadrado y una correlación entre los atributos evaluados con un nivel de probabilidad de un 5%, con el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.1 ®).

Pruebas preliminares. Para definir el proceso de elaboración de tratamientos sensorialmente preferidos se realizaron una serie de pruebas preliminares. La metodología

consistió en prueba y error de diferentes cantidades de quinua (7 y 17 g) en la formulación y tiempos (10 y 20 min) de cocción de quinua, cantidades de azúcar y manzana.

Fase 2. Optimización.

A partir de las pruebas sensoriales, preliminares y estadística se determinó un flujo de proceso determinado para la fase de optimización del producto, incluyendo los tiempos y rangos de cantidades adecuadas para elaborar los tratamientos analizados durante el estudio.

Elaboración de tratamientos. Para la preparación de los tratamientos (Figura 1) se utilizó una probeta de 100 mL de capacidad.

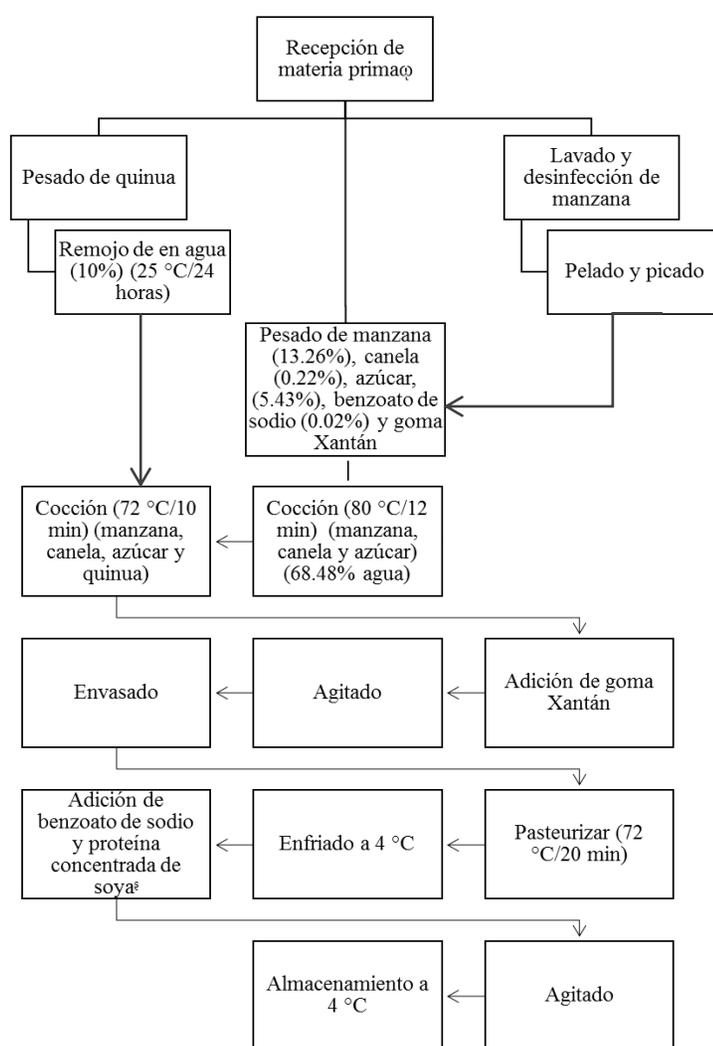


Figura 1. Flujo de proceso para elaboración de tratamientos de bebida a partir de manzana, quinua Real y proteína concentrada de soya.

[⊗] Materia prima: Quinua, goma Xantán, benzoato de sodio, proteína concentrada de soya, manzana, canela, azúcar y agua purificada.

[§] Solo para la bebida de manzana con proteína concentrada de soya

Diseño experimental. Para evaluar el efecto combinado en la bebida elaborada a base de manzana y quinua Real, a partir de porcentaje de quinua y estabilizante, sobre las propiedades físicas y químicas, se hizo un análisis de superficie de respuesta con una probabilidad de significancia de 10%. Los parámetros del proceso fueron establecidos como variables independientes estudiadas en tres niveles codificados como -1, 0, 1 y se calcularon de acuerdo a la ecuación 1:

$$x_i = \left(\frac{X_i \cdot Z}{\Delta x_i} \right) \quad [1]$$

Dónde:

x_i =Valor codificado de la variable x_i

X_i = el valor real de la variable

Z = valor real de la variable en el punto central

Δx_i = intervalo de la variable x_i

Este modelo presenta dos niveles de variables axiales, que son codificadas como $+\alpha$ y $-\alpha$.

El valor de α depende del número factorial ($F=2^k$) del diseño y del número de variables independientes ($K=2$), en el caso de este experimento fue definido según la ecuación 2:

$$\pm \alpha = (f)^{1/4} = (2^k)^{1/4} = (2^2)^{1/4} = 1.414 \quad [2]$$

Para calcular el número de tratamientos se utilizó un diseño factorial completo con la fórmula 3.

$$n = 2^k + 2k + m \quad [3]$$

Dónde:

2^k = número de puntos factoriales

$2k$ = número de puntos axiales

m = número de repeticiones del punto central

De esta manera, los tratamientos se distribuyeron de la siguiente manera:

$2^k = 2^2 = 4$ puntos factoriales

$2k = 2 \times 2 = 4$ puntos axiales

$m =$ 4 replicados del punto central
12 unidades experimentales

La amplitud en el rango de las variables se determinó en base a las pruebas preliminares y experiencia del investigador.

Para el análisis de los resultados experimentales, el método describe el comportamiento de un sistema en el que se combinan las variables independientes (X^k), dando como respuesta la variable dependiente o la respuesta (Y_i). La respuesta fue en función de los niveles en los que estos factores fueron combinados. Definida por Box y Draper (1987) con la ecuación 4:

$$Y_i = F(X_1, X_2, \dots, X_k) \quad [4]$$

Cada respuesta se ajustó a través de un análisis de regresión ajustada con un polinomio cuadrático como las variables (X^k), la variable dependiente o la respuesta (Y). El término general que se utiliza para predecir el comportamiento de cada respuesta se describe con la ecuación 5:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon \quad [5]$$

Donde:

Y_i = función respuesta;

X_1, X_2 = valores de las variables independientes;

β_0 = coeficiente relativo a la interpretación del plan con la respuesta en el eje;

β_1, β_2 = coeficientes lineales estimados por el mínimo cuadrado;

β_{11}, β_{22} = coeficientes de variables cuadráticas;

β_{12} = coeficientes de interacción entre las variables independientes;

ε = error experimental

La distribución de los niveles codificados (-1, 0, +1), los valores axiales ($-\alpha$ y $+\alpha$) y el punto central para el modelo de superficies de respuesta de dos variables se muestra en el cuadro 1 y la representación gráfica en la figura 2.

Cuadro 1. Niveles codificados de las variables del experimento.

Variables independientes	Niveles				
	$-\alpha$	- 1	0	+ 1	$+\alpha$
Quinoa (%)	2.510	3.240	5.000	6.760	7.490
Estabilizante (%)	0.027	0.034	0.050	0.086	0.101

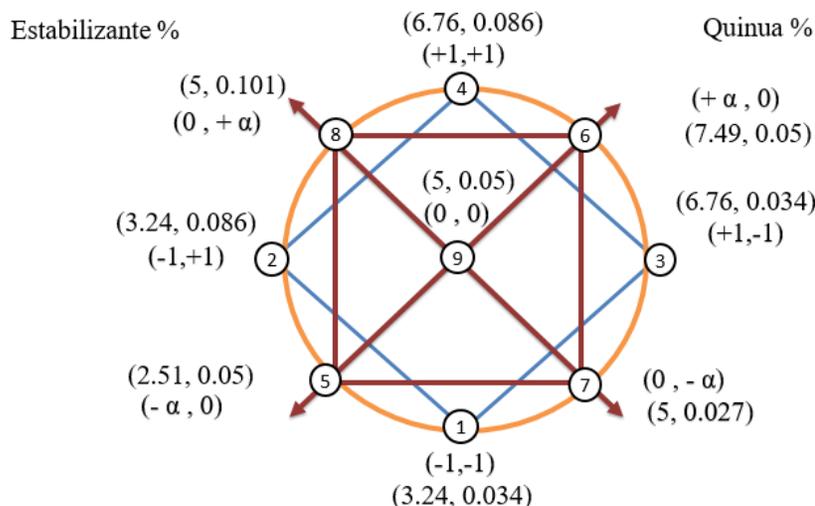


Figura 2. Representación gráfica de distribución de niveles codificados del experimento: 1 -4: puntos factoriales; 5 - 8: puntos axiales; 9: punto central.

Los niveles codificados y valores reales de los 12 tratamientos con los que se trabajó se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Colección completa del diseño experimental de la bebida elaborada a partir de manzana y quinua Real.

Tratamientos	Valores codificados		Valores reales	
	A	B	Quinua (%)	Estabilizante (%)
1	-1.00	-1.00	3.24	0.034
2	-1.00	1.00	3.24	0.086
3	1.00	-1.00	6.76	0.034
4	1.00	1.00	6.76	0.086
5	-1.41	0.00	2.51	0.050
6	1.41	0.00	7.49	0.050
7	0.00	-1.41	5.00	0.027
8	0.00	1.41	5.00	0.101
9 (C)	0.00	0.00	5.00	0.050
10 (C)	0.00	0.00	5.00	0.050
11 (C)	0.00	0.00	5.00	0.050
12 (C)	0.00	0.00	5.00	0.050

(C) Punto central del experimento

Se tuvieron como variables constantes, la cantidad de manzana utilizada para la bebida (13.26% de manzana por el volumen total de agua).

Análisis estadístico.

El análisis de los datos del diseño central compuesto rotacional fue realizado mediante el programa Statistica 10.0 ®. Se utilizaron las variables independientes codificadas para la obtención de los coeficientes de regresión y los valores reales para la elaboración de los gráficos de superficie de respuesta. Para posteriormente realizar la optimización múltiple de las variables independientes a partir del supuesto de que existe una combinación predicha en la cual todas las variables dependientes o respuesta alcanzan su punto óptimo, manipulando solo las variables independientes del estudio.

Fase 3. Caracterización físico química.

Evaluaciones físicas de la de manzana y quinua Real. Los análisis se realizaron después de la pasteurización de 15 horas de almacenamiento en cuarto frío.

Medición de separación de fases. Se realizó una vez por tratamiento, midiendo con una regla el nivel al cual se observaba una separación de los componentes de la bebida, estimando el volumen de la separación de fase y dividiéndolo entre el volumen total del recipiente que los contenía. Se reportaron los datos (en porcentaje) para posterior análisis.

Medición de turbidez (A). Se midió tres veces por tratamiento (fase líquida), utilizando un espectrofotómetro (Spectronic Instrument, modelo LR45227) se midió la absorbancia (A), para ver la turbidez, con una longitud de onda de 625 nm. Se reportaron los datos (absorbancia) para posterior análisis.

Evaluación de color. Realizada por medio de colorímetro Hunter L a b (Color Flex, modelo CFLX – DIFF, CFLX - 45) en la escala CIELAB mediante el método AN 1018.00 (Hunterlab 2014). Cada tratamiento fue evaluado por triplicado, homogenizando la muestra, previo a su evaluación y colocando el producto en el lector, se separó también la fase líquida para una evaluación por separado. Los resultados se obtuvieron en valores L, a, b. Dónde:

- L: luminosidad (0 negro y 100 blanco)
- a: -60 a cero verde y +60 rojo
- b: -60 a cero azul y +60 amarillo

La escala L a b fue transformada a valores ΔE (diferencial total de color) mediante la ecuación:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad [6]$$

Delta E (ΔE) indica la raíz cuadrada de la suma de la diferencia de luminosidad (ΔL), tonalidad verde – rojo (Δa), tonalidad azul – amarillo (Δb); además, que expresa la diferencia de color, comparando un estándar y la muestra (Valero Muñoz 2013).

Medición de sólidos solubles totales (°Brix). Se midió tres veces por tratamiento, utilizando un refractómetro (PAL – 3, Atago) por el método AOAC 983.17. Se reportaron los resultados (°Brix) para posterior análisis.

Medición de acidez (pH). Se midió la acidez, por triplicado en cada tratamiento utilizando un potenciómetro (Starter 2100, OHAUS) mediante el método AOAC 981.12. Se reportaron los resultados (pH) para posterior análisis.

Análisis de viscosidad. Los diferentes tratamientos fueron evaluados mediante un viscosímetro (Brookfield, modelo LVDV – IIIU) basándose en la ISO 1652 – 2011 (ISO 2011). La viscosidad fue medida utilizando un acople LV2 a una velocidad de 25 rpm (Brookfield Ametek 2017) a 20 °C. Se tomaron datos cada 30 segundos durante dos minutos por cada tratamiento y se reportaron los datos (Pa×s) para posterior análisis.

Análisis proximal. Se realizó una comparación de la bebida optimizada, bebida de manzana y bebida de manzana y proteína concentrada de soya, para evaluar sus propiedades

químicas y posteriormente reportar el aporte de la quinua y proteína concentrada de soya en una bebida de manzana. Se analizaron para determinar composición proximal de:

- Proteína, método AOAC 2001.11
- Grasas, utilizando el método AOAC 991.36
- Fibras, método AOAC 985.29
- Carbohidratos, método (ELN) 21CFR1017 (Olvera Novoa *et al.*1993)
- Humedad, método AOAC 945.15
- Ceniza, método AOAC 923.03

Análisis estadístico. Se realizó una separación de medias Duncan para diferencias estadísticas entre tratamientos, con un nivel de probabilidad de un 95%, con el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.1 ®) para el análisis de las variables del análisis del proximal del estudio.

Etiqueta nutricional. Se generaron tres etiquetas nutricionales basadas en el reglamento técnico centroamericano, Food and Drug Administration (FDA) y en Unión Europea en el software “Genesis R & D Food Formulation”.

Análisis de costos variables de formulación. Se realizó un análisis de costos variables considerando toda la materia prima necesaria utilizada para la producción del producto optimizado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis sensorial preliminar.

Se asumió que todas las personas le darían una misma calificación a la muestra presentada durante la evaluación sensorial de aceptación, por lo tanto, al comparar las frecuencias en las calificaciones (en escala hedónica) obtenidas y puesto que los datos no son paramétricos, los mismos fueron analizados utilizando una prueba de chi-cuadrado. La misma demostró que existe una diferencia significativa entre las calificaciones en la escala hedónica en los diferentes atributos evaluados.

Cuadro 3. Probabilidades por atributo evaluado en la prueba de chi-cuadrado.

Atributo	Pr>ChiSq
Apariencia	<.0001 §
Color	<.0001 §
Olor	<.0001 §
Sabor	0.0002 §
Acidez	<.0001 §
Consistencia	0.0182 §
Aceptación general	<.0001 §

§ Significativo

Apariencia. Es uno de los atributos que primero observa una persona al beber o comer algún alimento. De hecho, esta está representada por todas las características visibles de un alimento y es un factor importante para seleccionar o no un alimento (Calí sf; Flores Vera 2015). En el presente estudio el 28% de los panelistas calificó la bebida con una escala de 7, me gusta moderadamente, solo un 6% calificó la bebida con una escala de 1, me disgusta extremadamente y un 3% calificó con una escala de 9, me gusta extremadamente (Figura 3).

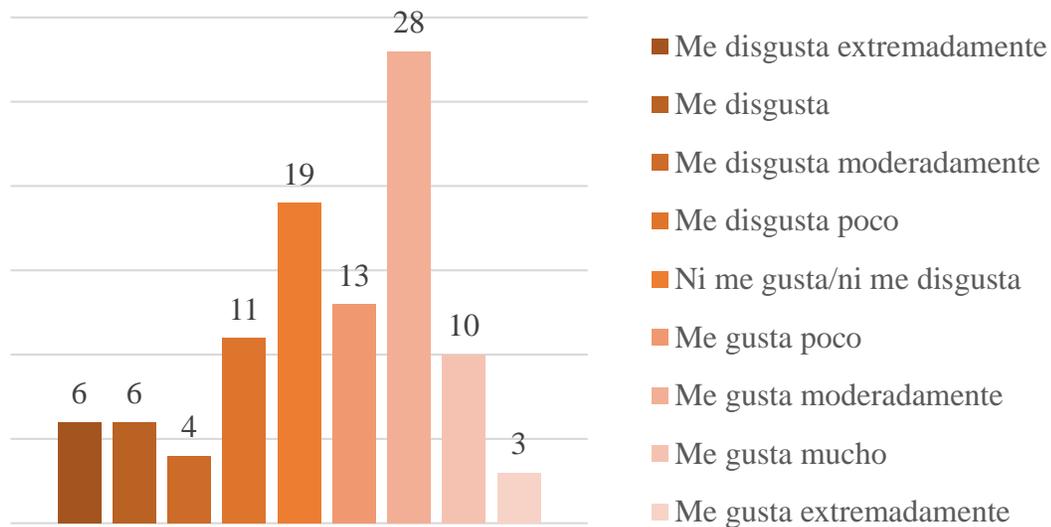


Figura 3. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de apariencia.

Color. Es el principal atributo para la aceptación de un alimento y por eso es muy importante en la evaluación sensorial (Molina 2011; Flores Vera 2015). El 28% de los panelistas calificó la bebida con una escala de 7, me gusta moderadamente, solo un 3% calificó la bebida con una escala de 1, me disgusta extremadamente y un 5% calificó con una escala de 9, me gusta extremadamente (Figura 4).

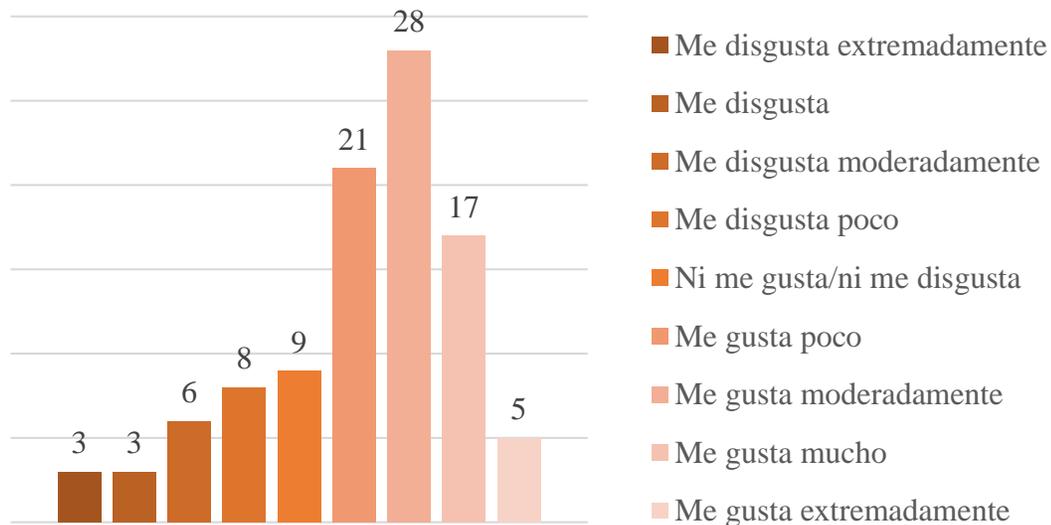


Figura 4. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de color.

Olor. Es la percepción de un alimento, por medio de la nariz, que tiene la persona. El olor es un filtro importante para la aceptación de un alimento (Guevara Reque y Sandoval Bances 2010; Molina 2011). En el presente estudio el 28% de los panelistas calificó la bebida con una escala de 7, me gusta moderadamente, solo un 3% calificó la bebida con una escala de 1, me disgusta extremadamente y un 10% calificó con una escala de 9, me gusta extremadamente (Figura 5).

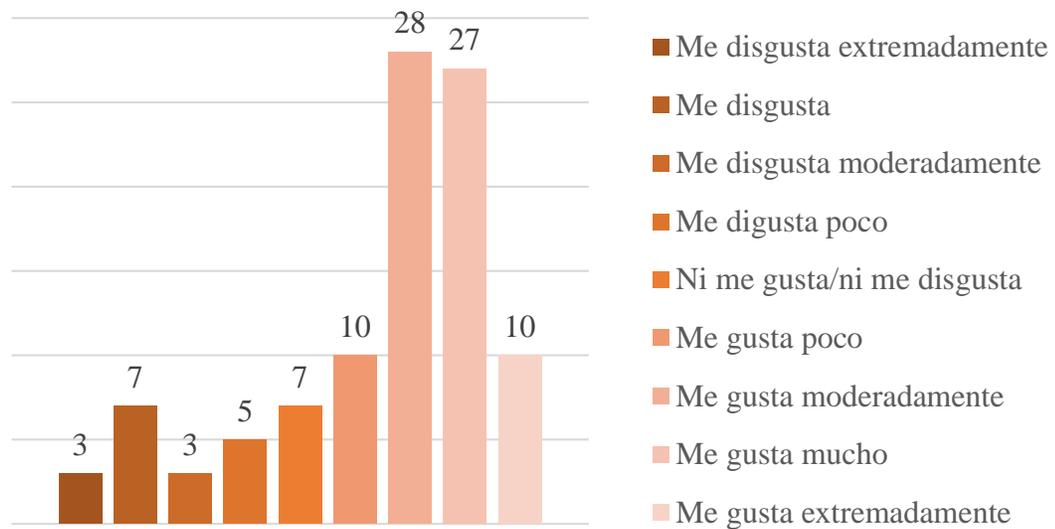


Figura 5. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de olor.

Sabor. Es un atributo bastante complejo para la persona que está calificando el alimento. En este atributo se combinan el gusto y el aroma de un alimento por lo cual podría afectar la calificación de otros atributos (Sancho Valls *et al.* 2002; Molina 2011). El 22% de los panelistas calificó la bebida con una escala de 8, me gusta mucho, un 7% calificó la bebida con una escala de 1, me disgusta extremadamente y solo un 2% calificó con una escala de 9, me gusta extremadamente (Figura 6).

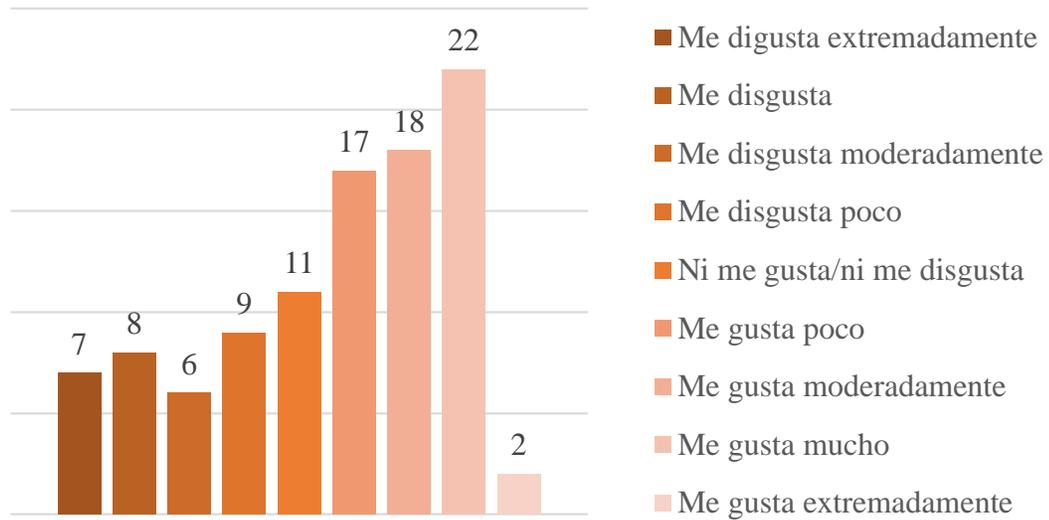


Figura 6. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de sabor.

Acidez. El atributo es importante e influyente en la aceptación de un alimento, puesto que existen personas que lo rechazan y otras que lo aceptan, pues es el gusto de cada una de ellas. En el presente estudio el 29% de los panelistas calificó la bebida con una escala de 5, ni me gusta/ni me disgusta, solo un 2% calificó la bebida con una escala de 1, me disgusta extremadamente y un 4% calificó con una escala de 9, me gusta extremadamente (Figura 7).

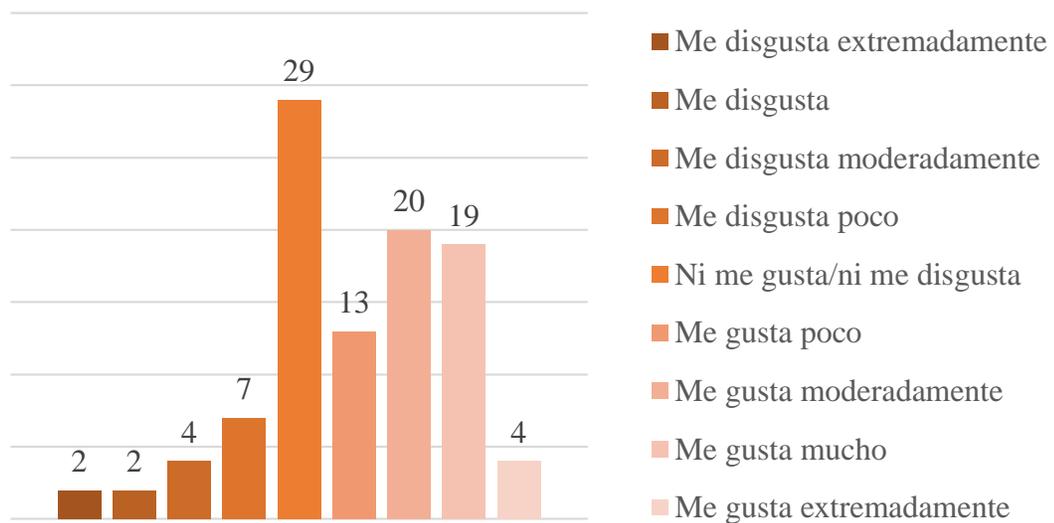


Figura 7. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de acidez.

Consistencia. En este atributo se evaluó el espesor de la bebida, ya que por la presencia de quinua en la misma era importante conocer la percepción del cliente ante el alimento expuesto (Dahl 2016). El 20% de los panelistas calificó la bebida con una escala de 5, ni me gusta/ni me disgusta, solo un 5% calificó la bebida con una escala de 1, me disgusta extremadamente y un 11% calificó con una escala de 9, me gusta extremadamente (Figura 8).



Figura 8. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de consistencia.

Aceptación general. Este atributo es independiente de los demás. Pues sin evaluar cada atributo por separado, es un parámetro que mide agrado o desagrado, de manera general, de un alimento (Ramírez Navas 2012). En el presente estudio el 24% de los panelistas calificó la bebida con una escala de 7, me gusta moderadamente, un 5% calificó la bebida con una escala de 1, me disgusta extremadamente y un 6% calificó con una escala de 9, me gusta extremadamente (Figura 9).

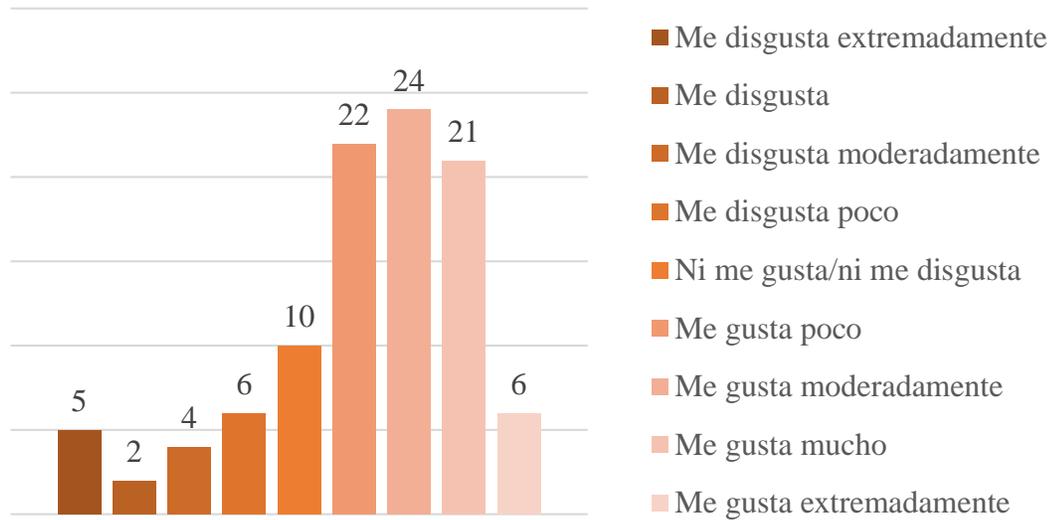


Figura 9. Resultado de análisis sensorial de aceptación del atributo de aceptación general.

De manera general el producto, del cual las cantidades de los ingredientes utilizados se encontraban dentro de los rangos establecidos en el diseño experimental, fue aceptado por los panelistas, y dado los resultados, se decidió evaluar distintas formulaciones variando la cantidad de quinua y goma Xantán para posteriormente encontrar un punto óptimo en el cual se logre encontrar el producto con las características deseadas.

Al analizar la correlación entre los atributos sensoriales evaluados, se obtuvo que todas las variables son correlativas positivamente a un nivel de probabilidad <0.05 . La apariencia, color, sabor, acidez y consistencia tuvieron una correlación positiva alta en la aceptación general de la bebida. El atributo de olor tuvo una correlación positiva moderadamente alta en la aceptación general (Cuadro 5).

Cuadro 4. Correlación de los atributos evaluados en el análisis sensorial.

	AP	Color	Olor	Sabor	Acidez	CNS	AG
AP	100.000	0.71684	0.46937	0.47969	0.44692	0.51396	0.61330
p<0.05		<.0001§	<.0001§	<.0001§	<.0001§	<.0001§	<.0001§
Color	0.71684	100.000	0.50871	0.47439	0.54026	0.48530	0.68756
p<0.05	<.0001§		<.0001§	<.0001§	<.0001§	<.0001§	<.0001§
Olor	0.46937	0.50871	100.000	0.50081	0.41047	0.31717	0.54234
p<0.05	<.0001§	<.0001§		<.0001§	<.0001§	0.0013§	<.0001§
Sabor	0.47969	0.47439	0.50081	100.000	0.61009	0.58635	0.70036
p<0.05	<.0001§	<.0001§	<.0001§		<.0001§	<.0001§	<.0001§
Acidez	0.44692	0.54026	0.41047	0.61009	100.000	0.54689	0.66672
p<0.05	<.0001§	<.0001§	<.0001§	<.0001§		<.0001§	<.0001§
CNS	0.51396	0.48530	0.31717	0.58635	0.54689	100.000	0.69710
p<0.05	<.0001§	<.0001§	0.0013§	<.0001§	<.0001§		<.0001§
AG	0.61330	0.68756	0.54234	0.70036	0.66672	0.69710	100.000
p<0.05	<.0001§	<.0001§	<.0001§	<.0001§	<.0001§	<.0001§	

AP Apariencia

CNS Consistencia

AG Aceptación general

§ Significativo

Pruebas preliminares.

Se determinó que a los 20 minutos el agua disminuye significativamente debido a una gran expansión de la quinua y que a los 10 minutos de cocción era el tiempo adecuado para evitar que el agua se seque y que la quinua se expanda en exceso en el caso de 7 y 17 gramos de quinua.

Variables dependientes analizadas a partir de las variables independientes del experimento.

Análisis de separación de fases. Se reportan los resultados a partir de los cuales se obtuvo la regresión matemática para la variable de separación de fases (Cuadro 5).

Los valores más altos de separación de fases (%) fueron reportados por los tratamientos 3, 4 y 6 de los cuales los dos primeros estuvieron formados por una relación quinua:manzana de 6.76:13.26, estabilizante 0.034%, 0.086% respectivamente y el último por una relación de 7.49:13.26, estabilizante 0.027% con respecto al total de la bebida. Por otro lado, el tratamiento con una menor separación de fases es el 5 teniendo una relación de 2.51:13.26 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados de análisis de separación de fases en los tratamientos de la bebida elaborada a partir de manzana y quinua Real.

Tratamientos	Quinua	Estabilizante	Separación de fases
	(%)	(%)	(%)
1	3.24	0.034	23.36
2	3.24	0.086	31.78
3	6.76	0.034	74.77
4	6.76	0.086	57.94
5	2.51	0.050	20.56
6	7.49	0.027	51.40
7	5.00	0.101	37.38
8	5.00	0.050	41.12
9 (C)	5.00	0.050	31.78
10 (C)	5.00	0.050	30.84
11 (C)	5.00	0.050	32.71
12 (C)	5.00	0.050	28.04

(C) Punto central del experimento

El valor R^2 de la variable de separación de fases demuestran que un 87% de los datos fueron predichos por el modelo y un 13% no pudieron ser explicados mediante el análisis realizado (Cuadro 6). Las respuestas dentro del rango del estudio son predecibles de acuerdo al resultado obtenido. Se realizó una prueba F con 10% de significancia obteniendo un valor F calculado mayor al F tabular, dando validez para graficar.

Cuadro 6. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R^2 para separación de fases (%) en función de quinua (%) (X_1) y estabilizante (%) (X_2) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real.

Factor	Coefficiente de regresión	P
Intercepto	3.08E+01	7.72E-05 §
X_1	1.52E+01	2.28E-04 §
X_1^2	4.94E+00	8.59E-03 §
X_2	-3.93E-01	6.20E-01
X_2^2	6.58E+00	3.77E-03 §
X_1X_2	-6.31E+00	8.24E-03 §
Falta de ajuste		1.09E-02 §
R^2		0.87072
F. Calculado		2,054.9740
F. Tabular		3.29

X_1 Quinua (%)

X_2 Estabilizante (%)

§ Significativo

La falta de ajuste fue significativa por lo que se presenta un modelo tendencioso sobre la separación de fases de la bebida (Thompson 1982; Oliveira Rocha 2009). La ecuación matemática expresada que representa la separación de fases incluye todas las variables significativas (Cuadro 6). La ecuación 7 se construyó en base a las variables significativas sobre la separación de fases de la bebida.

$$Y = 30.81 + 15.18X_1 + 4.94X_1^2 + 6.58X_2^2 - 6.31X_1 \times X_2 \quad [7]$$

En base al modelo matemático (ecuación 7) se elaboró un gráfico de superficie de respuesta (Figura 10), donde se muestra un aumento en la separación de fases a mayor porcentaje de quinua y estabilizante.

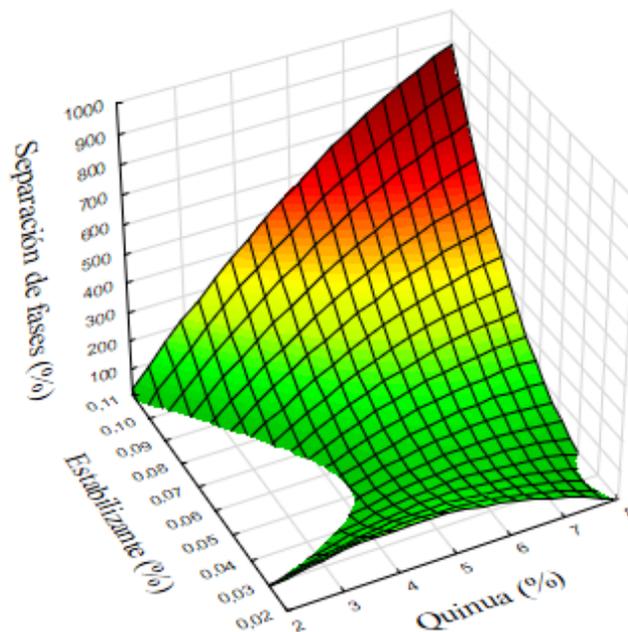


Figura 10. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre la separación de fases en una bebida de manzana y quinua Real.

Se pudo observar una interacción significativa entre el porcentaje de quinua y estabilizante que indica que a menor cantidad de quinua estabilizante habrá una menor separación de fases. La goma Xantán tiene un efecto significativo sobre la separación de fases en los distintos tratamientos evaluados. Maldonado y Carrillo (2014) reportan que a mayores porcentajes de goma Xantán (0.3, 0.4 y 0.5%) se tiene una relación inversamente proporcional en la separación de fases en una bebida. En el estudio se pudo observar que a menor cantidad de quinua existía una menor separación de fase. El almidón es un polisacárido, encontrado generalmente en cereales y tubérculos, utilizado en la industria alimentaria por la función que cumplen en los distintos alimentos a los cuales es aplicado. El contenido de almidón de la quinua varía entre un 58 a 68% dependiendo de la variedad utilizada, el cual actúa como espesante y estabilizante natural en la bebida (Maldonado & Carrillo 2014; Soraide Lozano 2014; Arzapalo Quinto *et al.* 2015), lo cual no coincide con

los resultados obtenidos debido a que la quinua posee una densidad de 1.0273 g/mL (Arapa Carcasi & Padrón Pereira 2014) siendo la misma mayor a la del agua la cual fue utilizada para el producto, que podría justificar la separación de fases.

Análisis de turbidez (A). Se reportan los resultados a partir de los cuales se obtuvo la regresión matemática para la variable de turbidez de la fase líquida de la bebida (Cuadro 7).

Los valores más altos de turbidez de la fase líquida fueron reportados por el tratamiento 8, con una relación 5:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.027%. Y los valores más bajos de turbidez de la fase líquida fueron reportados por el tratamiento 10, con una relación 5:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.050% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Resultados de análisis físicos y químicos de la bebida elaborada a partir de manzana y quinua Real.

Tratamientos	Niveles codificados (Niveles decodificados) de las variables		Turbidez (625 nm)	Color de la bebida	Color de la fase líquida	Sólidos Totales	Acidez	Viscosidad
	Quinua (%)	Estabilizante (%)	(A) ± DEΩ	(ΔE) ± DEΩ	(ΔE) ± DEΩ	°Brix ± DEΩ	(pH) ± DEΩ	(Pa×s) ± DEΩ
1	-1.000 (3.240)	-1.000 (0.034)	0.9693 ± 0.001	0.21 ± 0.168	0.32 ± 0.169	4.13 ± 0.231	4.35 ± 0.052	0.038 ± 0.007
2	-1.000 (3.240)	1.000 (0.086)	1.1543 ± 0.038	0.06 ± 0.036	0.35 ± 0.190	4.07 ± 0.153	4.27 ± 0.006	0.119 ± 0.005
3	1.000 (6.760)	-1.000 (0.034)	1.1117 ± 0.002	0.18 ± 0.122	0.14 ± 0.062	3.93 ± 0.058	4.56 ± 0.006	0.109 ± 0.001
4	1.000 (6.760)	1.000 (0.086)	1.3823 ± 0.002	0.08 ± 0.036	0.31 ± 0.149	3.97 ± 0.058	4.58 ± 0.006	0.161 ± 0.001
5	-1.414 (2.510)	0.000 (0.050)	0.8307 ± 0.002	0.19 ± 0.131	0.12 ± 0.052	3.67 ± 0.058	4.09 ± 0.006	0.048 ± 0.003
6	1.414 (7.490)	0.000 (0.050)	0.1943 ± 0.001	0.29 ± 0.138	0.23 ± 0.116	3.50 ± 0.000	4.61 ± 0.006	0.109 ± 0.001
7	0.000 (5.000)	-1.414 (0.027)	1.2733 ± 0.002	0.22 ± 0.105	0.14 ± 0.060	3.20 ± 0.100	4.2 ± 0.006	0.052 ± 0.002
8	0.000 (5.000)	1.414 (0.101)	1.2793 ± 0.001	0.28 ± 0.207	0.32 ± 0.149	3.33 ± 0.208	4.34 ± 0.006	0.162 ± 0.001
9 (C)	0.000 (5.000)	0.000 (0.050)	0.9963 ± 0.001	0.12 ± 0.068	0.17 ± 0.076	3.07 ± 0.058	4.38 ± 0.000	0.103 ± 0.012
10 (C)	0.000 (5.000)	0.000 (0.050)	1.0020 ± 0.002	0.15 ± 0.071	0.26 ± 0.108	2.77 ± 0.252	4.3 ± 0.006	0.098 ± 0.002
11 (C)	0.000 (5.000)	0.000 (0.050)	1.0747 ± 0.001	0.14 ± 0.068	0.07 ± 0.035	3.53 ± 0.115	4.22 ± 0.006	0.106 ± 0.012
12 (C)	0.000 (5.000)	0.000 (0.050)	0.9627 ± 0.002	0.13 ± 0.075	0.20 ± 0.116	2.90 ± 0.100	4.22 ± 0.006	0.091 ± 0.002

(C) Punto central del experimento

DEΩ El valor representa la desviación estándar del triplicado del ensayo

El valor R^2 de la variable de turbidez de la fase líquida demuestran que un 63% de los datos fueron predichos por el modelo y un 37% no pudieron ser explicados mediante el análisis realizado (Cuadro 8). Las respuestas dentro del rango del estudio son predecibles de acuerdo al resultado obtenido. Se realizó una prueba F con 10% de significancia obteniendo un valor F calculado mayor al F tabular, dando validez para graficar.

Cuadro 8. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R^2 para turbidez (A) en función de quinua (%) (X_1) y estabilizante (%) (X_2) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real.

Factor	Coefficiente de regresión	P
Intercepto	1.01E+00	2.82E-05 §
X_1	-6.61E-02	2.88E-02 §
X_1^2	-1.84E-01	2.25E-03 §
X_2	5.82E-02	3.99E-02 §
X_2^2	2.00E-01	1.74E-03 §
X_1X_2	2.14E-02	4.31E-01 §
Falta de ajuste		4.11E-03 §
R^2	0.63729	
F. Calculado	60.0236	
F. Tabular	3.98	

X_1 Quinua (%)

X_2 Estabilizante (%)

§ Significativo

La falta de ajuste fue significativa por lo que se presenta un modelo tendencioso sobre la turbidez de la fase líquida de la bebida (Thompson 1982; Oliveira Rocha 2009). La ecuación matemática expresada que representa la turbidez de la fase líquida incluye todas las variables significativas (Cuadro 8). La ecuación 8 ayuda a predecir el comportamiento de las variables significativas sobre la turbidez de la fase líquida de la bebida.

$$Y = 1.01 - 0.07X_1 - 0.18X_1^2 + 0.06X_2^2 + 0.20X_1 \times X_2 \quad [8]$$

En base al modelo matemático (ecuación 8) se elaboró un gráfico de superficie de respuesta (Figura 11), donde se muestra un aumento en la turbidez de la fase líquida a mayor porcentaje de quinua y estabilizante.

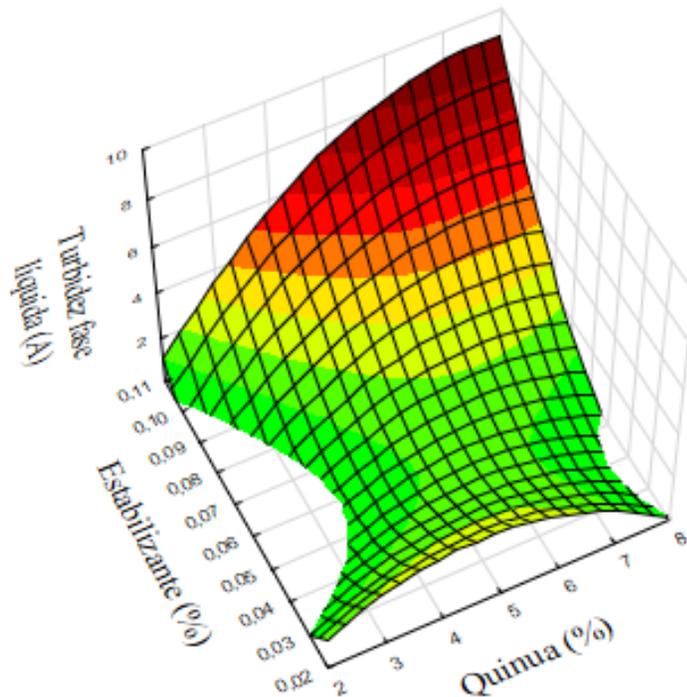


Figura 11. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre la turbidez en una bebida de manzana y quinua Real.

En el estudio se observó un incremento en la turbidez de la fase líquida de la bebida a medida que se incrementaba la cantidad de quinua y estabilizante. Resultados similares fueron reportados por Figueroa Flórez (2016) al aumentar goma Xantán en una bebida de tomate de árbol se incrementaba la turbidez de la misma. Al incrementar la cantidad de goma Xanthan (0.01 – 0.05%) en un jugo de manzana, aumenta la turbidez de la misma (97.8 a 99.2% de turbidez) (Ibrahim *et al.* 2011). Si bien no todas las partículas de quinua están suspendidas en la fase líquida, la manzana, el estabilizante y algunas partículas de quinua contribuyen en el aumento en la turbidez de la bebida del estudio y también la presencia de polifenoles influyen en la turbidez de los alimentos; la quinua posee 1.11 mg de ácido gálico/g equivalente (expresión de total de polifenoles en ácido gálico) valor superior a los cereales tradicionales (cebada 0.16 mg de equivalente de ácido gálico/g, trigo 0.36 mg de equivalente de ácido gálico/g) (Bazile *et al.* 2014).

Análisis de color. Se reportan los resultados a partir de los cuales se obtuvo la regresión matemática para la variable de color de la bebida. Los valores más altos de cambio de color (ΔE) fueron reportados por el tratamiento 6, con una relación 7.49:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.050%. Y los valores más bajos de cambio de color fueron reportados por el tratamiento 2, con una relación 3.24:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.086%.

El valor R^2 de la variable de color de la bebida demuestran que un 21% de los datos fueron predichos por el modelo y un 79% no pudieron ser explicados mediante el análisis realizado (Cuadro 9). Las respuestas dentro del rango del estudio son predecibles de acuerdo al

resultado obtenido. Se realizó una prueba F con 10% de significancia obteniendo un valor F calculado mayor al F tabular, dando validez para graficar.

Cuadro 9. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R² para color en función de quinua (%) (X₁) y estabilizante (%) (X₂) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real.

Factor	Coeficiente de regresión	P
Intercepto	1.38E-01	3.35E-04 §
X ₁	1.53E-02	6.13E-02 §
X ₁ ²	2.27E-02	3.08E-02 §
X ₂	-1.89E-02	3.66E-02 §
X ₂ ²	2.63E-02	2.08E-02 §
X ₁ X ₂	1.25E-02	1.90E-01
Falta de ajuste		3.32E-03 §
R ²	0.2192	
F. Calculado	23.9189	
F. Tabular	3.98	

X₁ Quinua (%)

X₂ Estabilizante (%)

§ Significativo

La falta de ajuste fue significativa por lo que se presenta un modelo tendencioso sobre el cambio de color de la bebida (Thompson 1982; Oliveira Rocha 2009). La ecuación matemática expresada que representa al cambio de color incluye todas las variables significativas (Cuadro 9). La ecuación 9 ayuda a predecir el comportamiento de las variables significativas sobre el color de la bebida.

$$Y = 0.14 + 0.02X_1 + 0.02X_1^2 - 0.02X_2 + 0.03X_2^2 \quad [9]$$

En base al modelo matemático (ecuación 9) se elaboró un gráfico de superficie de respuesta (Figura 12), donde se muestra un cambio de color a mayor porcentaje de quinua y estabilizante.

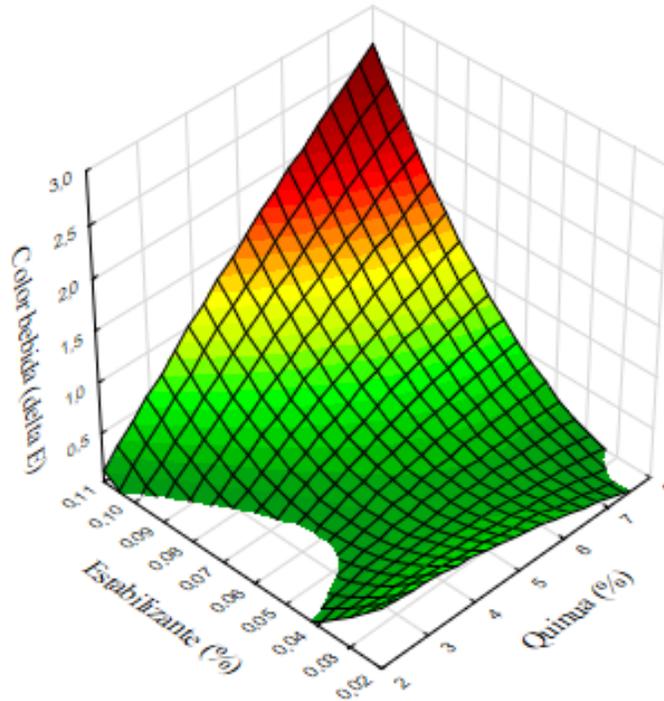


Figura 12. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre el color en una bebida de manzana y quinua Real.

Existe una relación entre el cambio en el color de la bebida y la cantidad de estabilizante y de la misma forma ocurre con la cantidad de quinua. A mayor estabilizante o quinua existe un mayor cambio de color de la bebida. Artero (2015) reporta que no presenta un cambio de color relacionado con los distintos porcentajes de goma Xantán (0.029 al 0.1%) utilizados en su estudio. Acofarama distribución S.A. y Badui Dergal (2006) indican que al utilizar goma Xantán producen soluciones blanquecinas, lo cual sugiere una variación en el croma L que por consiguiente provoca una variación de color. Casas Forero *et al.* (2016) reportan que se obtienen productos menos luminosos, oscuros y más rojizos si el grano de quinua ha sido remojado y molido previo a su proceso. Lo cual puede ser atribuido a los cambios de color en la bebida.

Análisis de color. Se reportan los resultados a partir de los cuales se obtuvo la regresión matemática para la variable de color de la fase líquida de la bebida. Los valores más altos de color en la fase líquida (ΔE) fueron reportados el tratamiento 2, con una relación 3.24:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.086%. Y los valores más bajos de cambio de color en la fase líquida fueron reportados por el tratamiento 11, con una relación 5:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.050%.

El valor R^2 de la variable de color de la fase líquida de la bebida demuestran que un 48% de los datos fueron predichos por el modelo y un 52% no pudieron ser explicados mediante el análisis realizado (Cuadro 10). Los resultados no permiten la predicción de las respuestas dentro de la región experimental delimitada en el estudio debido al porcentaje de predicción obtenido.

Cuadro 10. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R² para color de la fase líquida en función de quinua (%) (X₁) y estabilizante (%) (X₂) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real.

Factor	Coeficiente de regresión	P
Intercepto	1.72E-01	2.14E-02 φ
X ₁	-8.40E-03	7.80E-01 φ
X ₁ ²	2.10E-02	5.45E-01 φ
X ₂	5.72E-02	1.29E-01 φ
X ₂ ²	4.81E-02	2.17E-01 φ
X ₁ X ₂	3.41E-02	4.45E-01 φ
Falta de ajuste		3.37E-01
R ²	0.48939	

X₁ Quinua (%)

X₂ Estabilizante (%)

φ No significativo

Las variables estudiadas no presentaron significancia por lo que no se pudo originar una ecuación que pudiera formar parte de la solución óptima en la función de utilidad del estudio (Thompson 1982; Oliveira Rocha 2009)

En el estudio no se encontró relación entre la cantidad de quinua, goma Xantán y el color de la fase líquida de la bebida. La fase líquida de la bebida es independiente de la cantidad de quinua y goma Xantán que pueda ser adicionada o reducida en la bebida ya sea de manera conjunta o independientemente, dentro de los rangos del estudio. Los resultados coinciden con Artero (2015) quien no reporta cambios con los distintos porcentajes de goma Xantán. Por otro lado, se dice que la goma Xantán produce soluciones blanquecinas, traslúcidas sin embargo, no coincide con la ausencia de cambios de color en la fase líquida de la bebida (Acofarma Distribución S.A. 2006; Badui Dergal 2006). La quinua no forma parte de la fase líquida por lo cual se justifica su efecto no significativo en la bebida.

Análisis de sólidos solubles totales (°Brix). Se reportan los resultados a partir de los cuales se obtuvo la regresión matemática para la variable de sólidos solubles totales (°Brix) de la bebida. Los valores más altos de sólidos solubles totales (°Brix) fueron reportados por el tratamiento 1, con una relación 3.24:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.034%. Y los valores más bajos de sólidos solubles totales fueron reportados por el tratamiento 12, con una relación 5:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.050%.

El valor R² de la variable de sólidos solubles totales de la bebida demuestran que un 55% de los datos fueron predichos por el modelo y un 45% no pudieron ser explicados mediante el análisis realizado (Cuadro 11). Las respuestas dentro del rango del estudio son predecibles de acuerdo al resultado obtenido. Se realizó una prueba F con 10% de

significancia obteniendo un valor F calculado mayor al F tabular, dando validez para graficar.

Cuadro 11. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R² para sólidos solubles totales (°Brix) en función de quinua (%) (X₁) y estabilizante (%) (X₂) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real.

Factor	Coefficiente de regresión	P
Intercepto	3.07E+00	3.46E-04 §
X ₁	-6.77E-02	6.05E-01
X ₁ ²	4.12E-01	5.23E-02 §
X ₂	2.05E-02	8.73E-01
X ₂ ²	2.51E-01	1.53E-01
X ₁ X ₂	2.50E-02	8.90E-01
Falta de ajuste		2.71E-01
R ²	0.55529	
F. Calculado	7.2261	
F. Tabular	3.29	

X₁ Quinua (%)

X₂ Estabilizante (%)

§ Significativo

La falta de ajuste no fue significativa por lo que se presenta un modelo tendencioso sobre los sólidos solubles totales de la bebida al no cumplir con el R² >0.6 (Thompson 1982; Oliveira Rocha 2009). La ecuación matemática expresada que representa a los sólidos solubles totales incluye todas las variables significativas (Cuadro 11). La ecuación 10 ayuda a predecir el comportamiento de las variables significativas sobre los sólidos solubles totales de la bebida.

$$Y = 3.07 + 0.41X_1^2 \quad [10]$$

En base al modelo matemático (ecuación 10) se elaboró un gráfico de superficie de respuesta (Figura 13), donde se muestra un aumento en los sólidos solubles totales a mayor porcentaje de quinua.

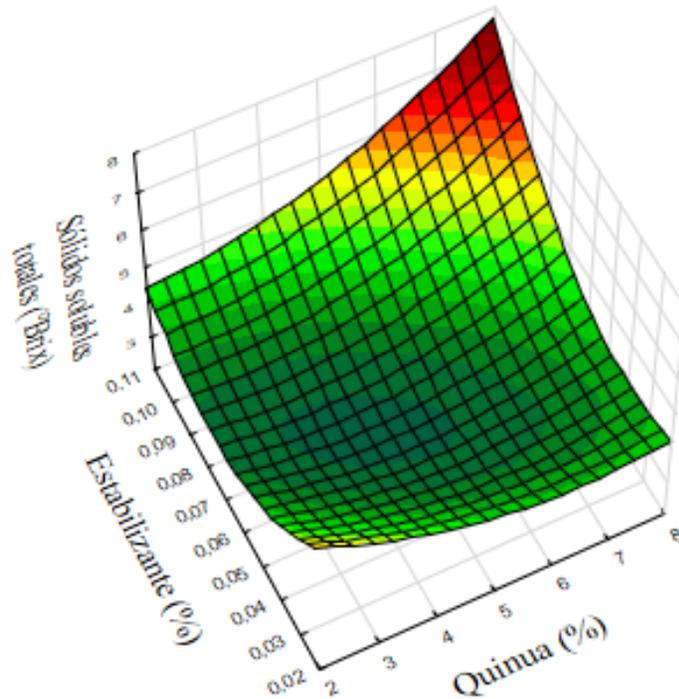


Figura 13. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre los sólidos solubles totales (°Brix) de la bebida en una bebida de manzana y quinua Real.

No se reportan cambios en los °Brix en relación a los distintos niveles de goma Xantán. Mafla Herrera y Pérez Narváez (2016) afirman que el estabilizante hace variar los °Brix cuando hay diferencia en la capacidad de absorción de agua del estabilizante. Por otro lado, al incrementar la cantidad de quinua incrementa los sólidos solubles totales (°Brix) en la bebida. Casas Forero *et al.* (2016) muestra un incremento en 2.08% de los valores de sólidos solubles totales, al haber pasado la quinua por un proceso de remojo y molienda; en el presente estudio se remojó antes de la cocción. Colcha (2013) reporta que la quinua en grano tiene 1°Brix y después del remojo incrementa a 4.2°Brix.

Análisis de acidez (pH). Se reportan los resultados a partir de los cuales se obtuvo la regresión matemática para la variable de acidez (pH) de la bebida. Los valores más bajos de acidez (pH) fueron reportados por el tratamiento 6, con una relación 7.49:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.050%. Y los valores más altos de acidez fueron reportados por el tratamiento 5, con una relación 2.51:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.050%.

El valor R^2 de la variable de acidez de la bebida demuestran que un 78% de los datos fueron predichos por el modelo y un 22% no pudieron ser explicados mediante el análisis realizado (Cuadro 13). Las respuestas dentro del rango del estudio son predecibles de acuerdo al resultado obtenido. Se realizó una prueba F con 10% de significancia obteniendo un valor F calculado mayor al F tabular, dando validez para graficar.

Cuadro 12. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores R² para acidez (pH) en función de quinua (%) (X₁) y estabilizante (%) (X₂) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real.

Factor	Coefficiente de regresión	P
Intercepto	4.28E+00	1.58E-06 §
X ₁	1.57E-01	1.02E-02 §
X ₁ ²	6.81E-02	1.11E-01
X ₂	1.72E-02	5.70E-01
X ₂ ²	2.78E-02	4.28E-01
X ₁ X ₂	2.50E-02	5.60E-01
Falta de ajuste		2.17E-01
R ²	0.78065	
F. Calculado	18.8407	
F. Tabular	3.29	

X₁=Quinua (%); X₂=Estabilizante (%)

§=Significativo

La falta de ajuste no fue significativa por lo que se presenta un modelo predictivo sobre la acidez de la bebida (Thompson 1982; Oliveira Rocha 2009) La ecuación matemática expresada que representa a la acidez incluye todas las variables significativas (Cuadro 12). La ecuación 11 ayuda a predecir el comportamiento de las variables significativas sobre la acidez de la bebida.

$$Y = 4.28 + 0.16X_1 \quad [11]$$

En base al modelo matemático (ecuación 11) se elaboró un gráfico de superficie de respuesta (Figura 14), donde se muestra un decremento en la acidez a mayor porcentaje de quinua.

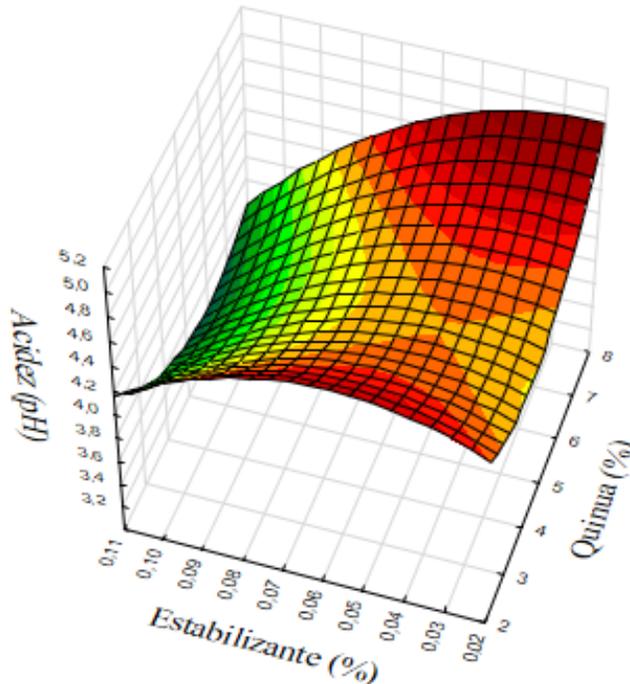


Figura 14. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre la acidez (pH) en una bebida de manzana y quinua Real.

Se observó una alta acidez en la bebida a medida que se incrementa la cantidad de quinua. Existe un efecto mínimo, pero no significativo, en los diferentes porcentajes de estabilizante y una disminución en la acidez de la bebida. En un estudio realizado por Gaviria (2010) se encontró que a medida que se incrementa el porcentaje de estabilizante (combinación de goma Xantán y goma guar) en una bebida láctea se disminuye la acidez, y también ocurre lo mismo al incrementar el porcentaje de goma Xantán en néctares de mango y cereza de 0.03 al 0.06% (Lozano *et al.* 2016) lo que concuerda con los resultados encontrados durante el presente estudio. La quinua tiene un pH de 6.41 (Colcha 2013), lo cual indica que es ligeramente ácida, factor que afecta en el pH de la bebida, sin embargo, también afecta la manzana que se le agregó para elaborar la bebida que tiene un pH de 3.2 (Pacheco Estay 2009); la combinación de ambos (quinua y manzana) dan como resultado un pH más ácido.

Análisis de viscosidad. Se reportan los resultados a partir de los cuales se obtuvo la regresión matemática para la variable de viscosidad ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) de la bebida. Los valores más altos de viscosidad ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) fueron reportados por el tratamiento 5, con una relación 5:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.101%. Y los valores más bajos de cambio de color fueron reportados por el tratamiento 1, con una relación 3.24:13.26 quinua:manzana y estabilizante 0.034%.

El valor R^2 de la variable de viscosidad de la bebida demuestra que un 96% de los datos fueron predichos por el modelo y solo un 4% no pudieron ser explicados mediante el análisis realizado (Cuadro 13). Las respuestas dentro del rango del estudio son predecibles.

Se realizó una prueba F con 10% de significancia obteniendo un valor F calculado mayor al F tabular, dando validez para graficar.

Cuadro 13. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial, valores F y R² para viscosidad (Pa×s) en función de quinua (%) (X₁) y estabilizante (%) (X₂) en las formulaciones de la bebida de manzana y quinua Real.

Factor	Coefficiente de regresión	P
Intercepto	9.95E-02	7.87E-05 §
X ₁	2.50E-02	1.72E-03 §
X ₁ ²	-7.01E-03	7.42E-02 §
X ₂	3.61E-02	5.77E-04 §
X ₂ ²	7.32E-03	6.71E-02 §
X ₁ X ₂	-7.25E-03	1.14E-01
Falta de ajuste		1.34E-01
R ²	0.96049	
F. Calculado	31.7002	
F. Tabular	2.96	

X₁ Quinua (%)

X₂ Estabilizante (%)

§ Significativo

La falta de ajuste no fue significativa por lo que se presenta un modelo predictivo sobre la viscosidad de la bebida (Thompson 1982; Oliveira Rocha 2009). La ecuación matemática expresada que representa a la viscosidad incluye todas las variables significativas (Cuadro 13). La ecuación 12 ayuda a predecir el comportamiento de las variables significativas sobre la viscosidad de la bebida.

$$Y = 0.10 + 0.02X_1 - 0.01X_1^2 + 0.04X_2 + 0.01X_2^2 \quad [12]$$

En base al modelo matemático (ecuación 12) se elaboró un gráfico de superficie de respuesta (Figura 15), donde se muestra un aumento en la viscosidad a mayor porcentaje de quinua y estabilizante.

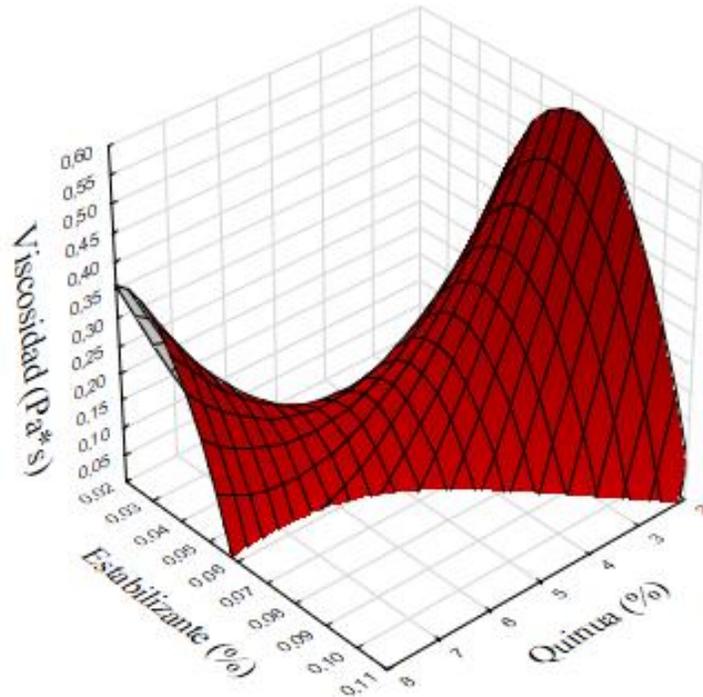


Figura 15. Efecto del porcentaje de quinua y porcentaje de estabilizante sobre la viscosidad ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) en una bebida de manzana y quinua Real.

Ordorica Vargas *et al.* (1842) argumentan el incremento en los valores de viscosidad a medida que aumenten los sólidos, sin embargo, disminuye al aumentar la temperatura a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, siendo estos resultados similares a los resultados obtenidos pues al aumentar la cantidad de quinua o estabilizante, incrementa la viscosidad de la bebida (Figura 15). Al incrementar el tiempo de cocción, se presenta mayor expansión de la quinua y por tanto aumenta la viscosidad en la bebida; resultado similar obtenido en el estudio de desarrollo de una bebida de a partir de algarrobo, lupino y quinua, donde se utilizaron diferentes tiempos de cocción (9, 12 y 15 minutos) los cuales se relacionan a la viscosidad de la bebida obtenida, puesto que a mayor tiempo de cocción utilizado (15 minutos) se observó una mayor expansión de la quinua incrementando la viscosidad de la misma (Cerezal *et al.* 2012). Los porcentajes de goma Xantán participan en el aumento o reducción de la viscosidad de los tratamientos. Lozano (2016) reporta una mayor viscosidad a medida que se incrementa el contenido de estabilizante en un néctar de mango y cereza. La goma Xantán le brinda alta viscosidad a la solución a la que es aplicada, además de proveerle un comportamiento pseudoplástico si está presente a bajas concentraciones (Cargill 2017).

Función de utilidad. En la figura 16 se muestran los valores óptimos de las variables independientes sobre las diferentes variables respuesta (separación de fases, sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Brix}$) y viscosidad). Todo esto estaba bajo las restricciones de una minimización en la separación de fases (%); por otro lado, una maximización de las variables de sólidos solubles totales ($^{\circ}\text{Brix}$) y viscosidad ($\text{Pa}\cdot\text{s}$) de la bebida.

Basado en las restricciones mencionadas anteriormente se determinaron como valores optimizados un 7.49% de quinua y un 0.101% de estabilizante (Figura 16).

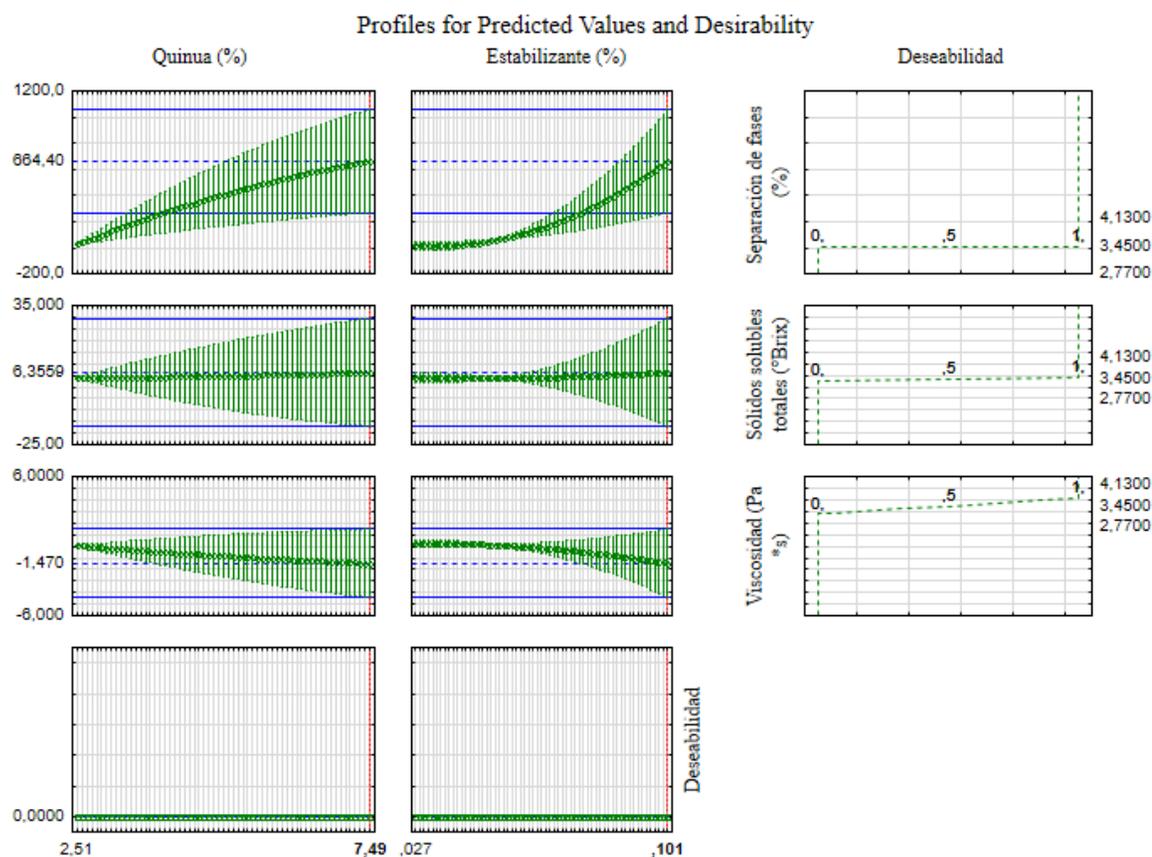


Figura 16. Valores óptimos de las variables independientes sobre las propiedades físicas de una bebida elaborada de manzana y quinua Real.

La bebida optimizada presentó una separación de fases del 50%, 3.5 de sólidos solubles totales (°Brix) y 0.157 Pa·s en viscosidad; además de otras propiedades físicas y químicas mostradas en el cuadro 14.

Cuadro 14. Resultados de análisis físicos y químicos de la bebida optimizada de quinua Real y manzana.

Bebida optimizada		
Parámetro	Unidades	Promedio ± DEΩ
Turbidez (625 nm)	A	0.194 ± 0.001
Color de la bebida	ΔE	0.22 ± 0.096
Color de la fase líquida	ΔE	0.24 ± 0.021
Sólidos totales	°Brix	3.5 ± 0.0
Acidez	pH	4.590 ± 0.011
Viscosidad	Pa×s	0.157 ± 0.001

DEΩ El valor representa la desviación estándar del triplicado del ensayo

A Absorbancia

ΔE diferencia de color

Análisis proximal. Se pudo observar en los resultados obtenidos que la cantidad de ceniza, humedad y energía que la bebida de manzana - quinua y solo manzana son diferentes estadísticamente de la bebida con proteína concentrada de soya; que presenta mayor porcentaje de ceniza (0.01%), menor porcentaje de humedad (91.31%) y mayor porcentaje de energía (25.88%). Se reportó que los valores de grasa, fibra y proteína en la bebida de manzana y quinua fueron diferentes estadísticamente a la bebida de manzana y proteína concentrada de soya y solo manzana; mostrando mayores porcentajes de grasa (0.2%), de fibra (0.61%) y proteína (1.88%). En carbohidratos las tres bebidas fueron diferentes estadísticamente y en la bebida con proteína concentrada de soya se obtuvo el valor más alto de 8.22% y la bebida de manzana y quinua el valor más bajo (4.14%) (Cuadro 15).

La proteína concentrada de soya, proporcionada por ADM, tiene en su composición 6% de ceniza y debido a su cantidad mínima de carbohidratos no se declara en su información nutricional por lo cual al ser agregado en la bebida de manzana incrementó la ceniza y los carbohidratos de la misma. Por otro lado, la proteína concentrada de soya no declara un aporte de fibra cruda en su composición lo que justifica el análisis proximal. La quinua posee en su composición un 6.25% de grasa en la cual más del 50% son ácidos grasos poliinsaturados (omega-3 y omega-6) (Archer Daniels Midland (ADM) 2013), por lo cual, al agregar el grano a la bebida, este le incrementó la cantidad de grasa en la misma. También posee fibra que en su mayoría es insoluble favoreciendo a una mejor digestión y proteína, que es calificada como una de alta calidad lo cual le da mayores beneficios a la bebida elaborada (PROINPA 2011; Soraide Lozano 2014).

Cuadro 15. Resultados de análisis proximal y valor energético (kcal).

	Bebida de manzana y quinua	Bebida de manzana	Bebida de manzana y proteína concentrada de soya
Parámetro	Promedio ± DEΩ	Promedio ± DEΩ	Promedio ± DEΩ
Ceniza (%)	0.00 ± 0.00 B	0.00 ± 0.00 B	0.01 ± 0.02 A
Humedad (%)	93.17 ± 0.12 A	93.13 ± 0.13 A	91.31 ± 0.10 B
Grasa (%)	0.20 ± 0.02 A	0.00 ± 0.00 B	0.00 ± 0.00 B
Fibra cruda (%)	0.61 ± 0.08 A	0.00 ± 0.00 B	0.00 ± 0.00 B
Proteína (%)	1.88 ± 0.22 A	0.17 ± 0.00 B	0.47 ± 0.04 B
Carbohidratos (%)	4.14 ± 0.02 C	6.70 ± 0.10 B	8.22 ± 0.09 A
Energía (kcal)	25.88 ± 0.64 B	27.50 ± 0.40 B	34.67 ± 0.49 A

Valores con diferente letra en la misma fila son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$) según una prueba Duncan.

DEΩ El valor representa la desviación estándar del triplicado del

Los resultados expresados en porcentaje (%) al introducirse proteína concentrada de soya o quinua en la bebida de manzana realizada en comparación a una bebida de manzana sin otro ingrediente adicional fueron utilizados para observar el incremento de cada componente del análisis proximal. Se obtuvo que al introducir proteína concentrada de soya se incrementó la ceniza, humedad, carbohidratos y energía de la bebida de manzana. La proteína concentrada de soya no le incrementa la cantidad de grasa a la bebida de manzana, pero la quinua si lo hace en un 0.2%. En el caso de la fibra cruda se aporta un 0.61% de fibra cruda por parte de la quinua y no así por parte de la proteína concentrada de soya. Se observó que al introducir quinua a la bebida de manzana se tiene un incremento en la proteína de un 552.94% y al introducir proteína concentrada de soya solo un 176.47%, fue importante resaltar que la quinua fue introducida a la bebida en grano entero y la proteína concentrada de soya pasa por un proceso previo para obtenerla lo que significa pasar por otro proceso adicional. En el caso de la proteína concentrada de soya se observó un aporte de 26.3% de energía a la bebida que no contenía nada (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto del aporte de quinua y proteína concentrada de soya, a una bebida de manzana, en sus propiedades químicas.

Parámetro	Bebida de manzana y quinua (%)*	Bebida de manzana y proteína concentrada de soya (%)*
Ceniza	0.00	0.01
Humedad	0.04	1.95
Grasa	0.20	0.00
Fibra cruda	0.61	0.00
Proteína	552.94	176.47
Carbohidratos	0.00	22.71
Energía	0.00	26.30

* Los valores representan el porcentaje (%) de aumento con respecto a la bebida de manzana

Al ser la proteína el dato más relevante del cuadro 16 y en comparación a la compañía del Valle, que tiene entre sus presentaciones jugos y néctares de manzana que declaran 0% de proteína y contribuyen únicamente en carbohidratos y calorías (The Coca-Cola Company 2017); la bebida del estudio se presenta como una opción atractiva frente al consumidor interesado en adquirir alimentos sanos y naturales.

Etiqueta nutricional.

La etiqueta nutricional de la bebida optimizada basada en el Reglamento Técnico Centroamericano al ser elaborada mediante el software es una referencia de los resultados que se obtendrían al realizar un análisis proximal, sin embargo, el software toma datos generales al momento de introducir todos los ingredientes utilizados por lo que podría existir variabilidad al momento de originar la etiqueta (Figura 17).

Nutrition Facts		Datos de Nutrición	
Serving Size (230 ml)/Tamaño Por Ración (230 ml)			
Serving Per Container / Raciones Por Envase			
Amount Per Serving/Cantidad Por Ración			
Total Energy/Energía Total 210kJ (50kcal)			
Energy from Fat/Energía de la Grasa 0kJ (0kcal)			
		%Daily Value*/ % Valor Diario*	
Total Fat/Grasa Total 0g			0% **
*** Saturated Fat/Grasa Saturada 0g			0%
Trans Fat / Grasa Trans 0g			
Cholesterol/Colesterol 0mg			0%
*** Sodium/Sodio 0mg			0% **
Total Carbohydrate/Carbohidratos Totales 14g			5% **
Dietary Fiber/Fibra Dietética 0g			0%
Sugars/Azúcares 12g			
Protein/Proteínas 1g			
Vitamin A/Vitamina A			0%
Vitamin C/Vitamina C			0%
Calcium/Calcio			2%
Iron/Hierro			2%
*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs.			
*Los Porcentajes del Valores Diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores, dependiendo de las calorías que usted necesita.			
**Reference from FDA / Referencia a la FDA			
***Not a significant source of saturated fat/No es fuente significativa de grasa saturada			
****Not a significant source of sodium/No es fuente significativa de sodio			
	Calories/Calorías	2,000	2,500
Total Fat/Grasa Total	Less than/Menos de	65g	80g
Sat Fat/Grasa Saturada	Less than/Menos de	20g	25g
Cholesterol/Colesterol	Less than/Menos de	300mg	300mg
Sodium/Sodio	Less than/Menos de	2400mg	2400mg
Total Carbohydrate/Carbohidratos Totales		300g	375g
Dietary Fiber/Fibra Dietética		25g	30g

Figura 17. Etiqueta nutricional de bebida optimizada basado en Reglamento Técnico Centroamericano.

En los últimos años ha incrementado la demanda de productos saludables para el ser humano para lo cual las diferentes empresas decidieron satisfacer los requerimientos de mayor información de los clientes mediante el etiquetado nutricional, el cual es definido por González Santana *et al.* (2012) como una declaración de la diferentes propiedades nutricionales o saludables que tiene el alimento, como una facilidad de información para el cliente (Zacarías y Vera 2005).

Análisis de costos.

Los costos de formulación para producir 230 mL del producto optimizado con 7.49% de quinua Real, 0.101% de estabilizante y 13.26% de manzana, fueron de 0.348 \$ (Cuadro 18).

En el supermercado Del Monte vende su néctar de manzana (200 mL) a HNL 7.66 y Kerns vende su néctar (200 mL) a un precio de HNL 8.71, lo que al compararlo con la bebida optimizada (USD 0.348, HNL 8.11) se presentaron precios parecidos, sin embargo, es importante resaltar que no se tomó en cuenta el costo del envase y ni distribución a los puntos de venta; además, la quinua no se produce en Centroamérica tanto como en Sudamérica por lo que esto podría incrementar los costos y posteriormente el precio de la misma.

Cuadro 17. Costos para producción de 230 mL de producto optimizado.

Productos	Cantidad (g)	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Quinua Real	17.227	0.002	0.034
Agua	0.0004	0.26	0.00010
Manzana	0.00015	1.13	0.00017
Azúcar	12.5	0.021	0.263
Canela	0.5	0.06	0.030
Goma Xantán	0.23	0.09	0.021
Benzoato de Sodio	0.05	0.003	0.0002
TOTAL			USD 0.348

4. CONCLUSIONES

- La adición de quinua Real en la bebida afecta significativamente las variables respuesta de separación de fases, turbidez de la fase líquida, color de la bebida, sólidos totales, acidez y viscosidad.
- La combinación 13.26% de manzana, 7.49% de quinua Real y 0.101% goma Xantán optimizan las variables de separación de fases, sólidos solubles totales y viscosidad, donde se minimiza la separación de fases y se maximizan los sólidos solubles totales y la viscosidad.
- La quinua presentó un aporte estadísticamente significativo de grasa (0.2%), fibra (0.61%) y proteína (552.94%) y al agregar proteína concentrada de soya se incrementó significativamente la proteína (176.47%), carbohidratos (22.71%) y energía (26.3%) en una bebida de manzana.
- Es más conveniente utilizar quinua al no haber pasado por procesos previos como es el caso de la proteína concentrada de soya, lo cual incurre en costos adicionales.

5. RECOMENDACIONES

- Dislocar el punto central de los valores de quinua y estabilizante para determinar los valores óptimos en el desarrollo de una bebida elaborada a partir de manzana y Quinoa Real (*Chenopodium quinoa Willd*).
- Realizar análisis sensorial de aceptación general al producto optimizado.
- Evaluar el efecto de la adición de harina de quinua Real en la bebida de manzana.
- Evaluar la adición de quinua Real en otro tipo de productos alimenticios para que el pseudocereal exprese su máximo potencial.
- Evaluar el efecto de diferentes estabilizantes en una bebida de quinua y manzana.

6. LITERATURA CITADA

Acofarma Distribución SA. 2006. Ficha de Datos de Seguridad: Goma Xantán. España; [consultado 2017 jun 16]. <http://www.acofarma.com/admin/uploads/descarga/2094-708325e747d289eaf74ff60a5b0582fa203d228/main/files/Goma%20Xantan.pdf>.

Acosta Díaz F, Cortés Cáceres F, Freyermuyh Enciso MG, Escobar Latapí A, Rivera Dommarco JA, Teruel Belismelis GM, Cárdenas Elizalde MR, Cortés Cáceres FA, Escobar Latapí A, Nahmad Sittón S, Scott Andretta J. 2010. Dimensiones de la seguridad alimentaria: Evaluación Estratégica de Nutrición y Abasto. México DF. 114 p. ISBN: 978 - 607 - 95482 - 0 - 9.

Alcócer Vargas E. 2009. Procesos agroindustriales para 10 productos de quinua. Oruro (Bolivia). p. 44. ISBN: 978 - 99954 - 46 - 12 - 3.

AOAC (Association of Analytical Communities) International. 2005. Quantitative Chemistry. Official Method 923.03. Ash of Fluor.

AOAC (Association of Analytical Communities) International. 2005. Quantitative Chemistry. Official Method 991.36. Fat (Crude) in Meat and Meat Products.

AOAC (Association of Analytical Communities) International. 2005. Quantitative Chemistry. Official Method 945.15. Moisture in Cereal Adjuncts.

AOAC (Association of Analytical Communities) International. 2005. Quantitative Chemistry. Official Method 981.12. pH of Acidified Foods.

AOAC (Association of Analytical Communities) International. 2005. Quantitative Chemistry. Official Method 2001.11. Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds).

AOAC (Association of Analytical Communities) International. 2005f. Quantitative Chemistry. Official Method 987.13. Solids (Soluble) in Citrus Fruit Juices.

AOAC (Association of Analytical Communities) International. 2005g. Quantitative Chemistry. Official Method 985.29. Total Dietary Fiber in Foods.

Arapa Carcasi P, Padrón Pereira CA. 2014. Determinacion de características físicas en semillas de quinua mediante procesamiento digital de imágenes. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 5(2): 148 – 165.

Archer Daniels Midland (ADM) Food & Wellnenss. 2013. Soy Portein Concentrate. [internet].Colombia; [actualizado 2013 abr 12; consultados 2017 jul 24] <http://www.caliercolombia.com/assets/arcon-st.pdf>.

Artero Carranza JG. 2015. Elaboración de jugo funcional de guayaba (*Psidium guajava L.*) a partir de mermas y coproductos de la producción de guayaba en El Salvador [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano - Honduras. 42 p.

Arzapalo Quinto D, Huamán Córdor K, Quispe Solano M, Espinoza Silva C. 2015. Extracción y caracterización del almidón de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) negra collana, pasankalla roja y blanca junín. Sociedad Quinuera Perú. 81 (1):44–54.

Badui Dergal S. 2006. Química de los alimentos. 4a ed. México: Pearson Educación. 734p.

Bazile D, Bertero D, Nieto C. 2014. Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013. Santiago (Chile): FAO. 733p.

Box GEP, Draper NR. 1987. Empirical model-building and response surfaces. Minnesota (Estados Unidos): Wiley; [consultado 2016 nov 8]. <https://books.google.hn/books?id=QO2dDRufJEAC>.

Brookfield Ametek. s.f. Food application. [internet]. [consultado 2017 jun 15]. <http://www.brookfieldengineering.com/applications/viscosity/applications/beverages/apple-juice>.

Calí MJ. s.f. Análisis sensorial de los alimentos. Villa Regina: INTA.

Cargill. 2017. Ingredientes alimenticios. América Latina; [consultado 2017 jun 26]. <http://www.cargillfoods.com/lat/es/productos/los-hidrocoloides/goma-de-xantano/funcionalidad/index.jsp>.

Casas Forero N, Salgado YN, Moncayo DC, Cote SP. 2016. Efecto del proceso de malteado en la calidad y estabilidad de un a bebida de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y mango (*Mangifera indica*) [Tesis]. Universidad de Trujillo - Colombia. 7 p.

Cerezal Mezquita P, Acosta Barrientos E, Rojas Valdivia G, Romero Palacio N, Arcos Zavala R. 2012. Desarrollo de una bebida de alto contenido proteico a partir de algarrobo, lupino y quinoa para la dieta de preescolares. Nutr Hosp. 27 (1): 232 – 243. ISSN: 0212 - 1611.

Colcha Saltos MA. 2013. Elaboración y control de calidad de una bebida nutritiva a base de malteado de quinua, leche y zanahoria deshidratada [Tesis]. Escuela superior politécnica de Chimborazo - Riobamba (Ecuador). 218 p.

Dahl W. 2016. Los alimentos hechos en puré, las bebidas espesadas y las necesidades de agua. University of Florida - Florida. 6 p.

Esperanza Bolivia. 2013. Recetario de Quinoa: Seguridad alimentaria nutricional en municipio de Tarija y Chuquisaca. Tarija (Bolivia). 30 p.

Figuroa Flórez JA. 2016. Desarrollo de una bebida obtenida de tomate de árbol (*Clyphomandra betacea*) enriquecida con aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) [Tesis]. Universidad Nacional de Colombia - Medellín (Colombia). 106 p.

Flores Vera NA. 2015. Entrenamiento de un panel de evaluación sensorial para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile [Tesis]. Universidad de Chile - Santiago (Chile). 107 p.

FUNIBER. 2005. Composición nutricional. [internet]. Brasil, Italia, USA; [consultado 2017 jul 28]. <http://www.composicionnutricional.com/alimentos/MANZANA-TIPO-GRANNY-SMITH-1>.

Gaviria T PM, Restrepo M DA, Suarez M H. 2010. Utilización de hidrocoloides en una bebida láctea tipo Kumis. Revista de la facultad de química farmacéutica. 17(1): 29 – 36.

González Santana SR, Romero González J, Tamer Salcido MH, Guerra Jaime A. 2012. Un estudio del etiquetado nutricional. Culcyt. 9(47): 39 – 52.

Guevara Reque B, Sandoval Bances R. 2010. Análisis sensorial de los alimentos. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" - Lambayeque. 13p.

Hunterlab. 2014. Using Hitch Standardization on a Series of Color Measuring Instruments. [internet]. USA; [consultado 2017 jun 08]. https://www.hunterlab.de/fileadmin/redaktion/Application_Notes/AN_1018_Hitch_Stdz_EU.pdf.

Ibrahim GE, Hassan IM, Abd-Elrashid AM, El-Massry KF, Eh-Ghorab AH, Manal Ramadan M, Osman F. 2011. Effect of clouding agents on the quality of apple juice during storage. Food Hydrocolloids. 25(1): 91 – 97. doi:10.1016/j.foodhyd.2010.05.009.

ISO (International Organization for Standardization). 2011. Rubber latex-Determination of apparent viscosity by the Brookfield test method. 4a ed. Suiza; [consultado 2017 jun 08] http://www.tla-latex.org/activity_pic/20160727121655.pdf.

Llorente JR. 2008. Quinoa: Un auténtico superalimento. Discovery DSalud. (108).

Lozano R E, Figuroa F J, Salcedo M J, Torres G R, Andrade P R. 2016. Efecto de la adición de hidrocoloides en el comportamiento reológico de néctar mixto: Efficiency and mechanism. Agronomía Colombiana. 34(1): 464 – 466.

Mafla Herrera LF, Pérez Narváez MG. 2016. Utilización de Jalapeño (*Capsicum annuum*), Pimiento verde (*Capsicum annuum* L.) y Espinaca (*Spinacia oleracea* L.) como fuentes de antioxidantes en la elaboración de una salsa picante [Tesis]. Universidad San Francisco de Quito - Quito (Ecuador).

Maldonado Jibaja RA, Carrillo Herrera PS. 2014. Desarrollo de una bebida fermentada a base de quinua (*Chenopodium quinoa*) [Tesis]. Universidad San Francisco de Quito - Quito (Ecuador). 130 p.

Mataix Verdú J, Sánchez de Medina F. Proteínas. Nutrientes. 96 – 111.

Molina E. 2011. Curso de análisis sensorial de alimentos. Madrid: CIAL. 79 p.

Núñez Espinoza JF, Tace Nelson E. 2014. Políticas de nutrición y desarrollo rural en latinoamérica. La red de iniciativa de nutrición humana. Agricultura, sociedad y desarrollo. 11(2): 125 – 151.

Oliveira Rocha G. 2009. Obtenção e Caracterização de Filmes Biodegradáveis a partir de Misturas de Amido de Mandioca e Extrato Protéico de Soja [Tesis]. Universidade federal rural do rio de janeiro - Rio de Janeiro (Brasil). 92 p.

Olvera Novoa MA, Martínez Palacios CA, Real de León E. 1993. Manual de técnicas para laboratorios de nutrición de peces y crustaceos: Análisis proximales. México DF; [consultado 2017 ago 22]. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S00.htm>.

Ordorica Vargas C, Benedito Fort JJ. 1842. Desarrollo de herramientas de cálculo para la ingeniería de alimentos: Propiedades termofísicas de jugos clarificados de fruta: Aplicación a jugo de manzana. Argentina. 15 p.

Pacheco Estay LA. 2009. Determinación de nutrientes en manzanas de las variedades Fuji Royal, Granny Smith y Fuji en frutos libres y afectados por Bitter Pit [Tesis]. Universidad de Chile - Santiago (Chile). 53 p.

Palomo G I, Yuri S JA, Moore - Carrasco R, Quilodrán P A, Neira E A. 2010. El consumo de manzanas contribuye a prevenir el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. Rev. chil. Nutr. ISSN: 37(3): 377 – 385. 0717 - 7518.

PROINPA. 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Bolivia. 66 p.

Ramírez Navas JS. 2012. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. Reciteia. 12(1): 84 – 102.

Sancho Valls J, Bota Prieto E, De Castro JJ. 2002. Introducción al Análisis Sensorial. 1a ed. Madrid - España: Alfaomega. ISBN: 8483380528.

Sandoval Carvajal I, Solano Acuña AS, Aguilar Carvajal LE, Gómez Ordoñez L, Fernández LF, Granados Carvajal LE. 2010. Seguridad alimentaria y nutricional. Aportes a la discusión. (7). 1659 - 1674.

Silva Manzo JA. 2006. Obtención, caracterización y relación estructura - funcionalidad de un aislado proteico de quinua (*Chenopodium quinua*) orgánica proveniente de la VI región de Chile [Tesis]. Universidad de Chile - Santiago (Chile). 69 p.

Soraide Lozano D. 2014. La Quinu Real del altiplano sur de Bolivia. 3a ed. Bolivia. ISBN: 978 - 99954 - 46 - 48 - 2.

The Coca-Cola Company. 2017. Del valle manzana [internet]. México; [consultado 2017 ago 26]. <http://www.delvalle.com.mx/es/productos/del-valle/>.

Thompson D. 1982. Response surface experimentation. J Food Processing Preservation. 6(3): 155 – 188. doi:10.1111/j.1745-4549.1982.tb00650.x.

Valero Muñoz A. 2013. Principios de color y holopintura. San Vicente: Editorial Club Universitario. ISBN: 978 - 84 - 15787 - 08 - 2.

Waterlow JC. 1996. Waterlow. Londres, Inglaterra: Edward Arnold (Publishers) Limited. 512 p. (vol. 555). ISBN: 92 - 75 - 315558.

Zacarías H I, Vera A G. 2005. Etiquetado Nutricional de los alimentos en la selección de una alimentación saludable. Santiago, Chile. 60 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial de aceptación.

Nombre: _____ Fecha: _____

Edad: _____

INSTRUCCIONES

Por favor toma un poco de agua antes de evaluar la muestra. Indique su nivel de agrado marcando con una X en la escala que mejor describa su respuesta a cada atributo a ser evaluado.

		Apariencia	Color	Olor	Sabor	Acidez	Consistencia	Aceptación general
1	Me disgusta extremadamente							
2	Me disgusta							
3	Me disgusta moderadamente							
4	Me disgusta poco							
5	Ni me gusta/ni me disgusta							
6	Me gusta poco							
7	Me gusta moderadamente							
8	Me gusta mucho							
9	Me gusta extremadamente							

¡¡Muchas gracias!!

Anexo 2. Etiqueta nutricional de bebida optimizada basado en Food and Drug Administration (FDA).

Nutrition Facts	
Datos de Nutrición	
servings per container / Raciones por Envase	
Serving size / Tamaño por Ración (230ml)/ (230ml)	
Amount per serving / Cantidad por ración	
Calories / Calorías	50
% Daily Value* / % Valor Diario*	
Total Fat / Grasa Total 0g	0%
Saturated Fat / Grasa Saturada 0g	0%
Trans Fat / Grasa Trans 0g	
Cholesterol / Colesterol 0mg	0%
Sodium / Sodio 0mg	0%
Total Carbohydrate / Carbohidratos Total 14g	5%
Dietary Fiber / Fibra Dietética 0g	0%
Total Sugars / Total Azúcares 12g	
Includes 6g Added Sugars / Incluye 6g Azúcares Añadidos	12%
Protein / Proteínas 1g	
Vitamin D / Vitamina D 0mcg	0%
Calcium / Calcio 14mg	2%
Iron / Hierro 0mg	0%
Potassium / Potasio 77mg	2%
<small>*The % Daily Value tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice. *El porcentaje de Valor Diario indica la cantidad de un nutriente en una porción de alimento contribuye a una dieta diaria. 2,000 calorías al día se utiliza para el consejo general de la nutrición.</small>	

Anexo 3. Etiqueta nutricional de bebida optimizada basado en la Unión Europea.

Nutritional Information		Información Nutricional		
	Per 100ml	Por 100 %	Per 230ml	Por 230 %
	Reference Intake RI		Reference Intake RI	
Energy / Energía	105 / 25 Kcal	1% RI	210 kJ / 50 Kcal	3% RI
Total Fat / Grasa Total	0 g	0% RI	0 g	0% RI
Saturated / Saturada	0 g	0% RI	0 g	0% RI
Carbohydrate / Hidratos de carbono	6 g	2% RI	14 g	5% RI
Sugars / Azúcares	5 g	1% RI	12 g	4% RI
Protein / Proteínas	0 g	0% RI	1 g	3% RI
Salt / Sal	0 g	0% RI	0.0 g	0% RI
Calcium / Calcio	6 mg	0% RI	14 mg	2% RI
Iron / Hierro	0 mg	0% RI	0 mg	0% RI

Salt Content is exclusively due to the presence of naturally occurring sodium
 Contenido de sal se debe exclusivamente a la presencia de sodio natural

Reference intake of an average adult (8400 kJ/2000kcal)
 Ingesta de referencia para un adulto promedio (8400 kJ/2000 kcal)

*Reference by Regulation (EU) N° 1169/2001
 *Referencia de la Regulación (EU) N° 1169/2001

Anexo 4. Dislocación del punto central en la metodología de superficie de respuesta.

