

**Elaboración de una bebida fortificada sabor a
mango a base de suero de leche como
propuesta para niños en edad escolar**

Pedro Alejandro Morales Escoto

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Elaboración de una bebida fortificada sabor a mango a base de suero de leche como propuesta para niños en edad escolar

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

Presentado por

Pedro Alejandro Morales Escoto

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2016

Elaboración de una bebida fortificada sabor a mango a base de suero de leche como propuesta para niños en edad escolar

Pedro Alejandro Morales Escoto

Resumen: La inseguridad alimentaria y desnutrición en el sector rural de Honduras afecta 72% de los hondureños. El aprovechamiento del suero, un subproducto lácteo, crean un valor agregado además de beneficios funcionales. El objetivo principal del estudio fue desarrollar una bebida fortificada con el uso del suero como propuesta en niños en edad escolar. Se estableció un experimento estadístico basado en la metodología de superficie de respuesta de tipo central compuesto rotacional de segundo orden. Se evaluó el efecto de las variables independientes: pH, porcentaje de mango y de goma xantana sobre las variables viscosidad, el color y aceptación general de los tratamientos mediante un análisis sensorial, obteniendo 8 puntos factoriales, 6 axiales y 6 centrales para un total de 20 tratamientos. Los resultados físicos demostraron que, a medida disminuye el pH e incrementa los porcentajes de fruta y goma, a un pH de 4.6 la bebida obtiene una mayor aceptación al igual que un aumento significativo sobre la viscosidad. El uso de goma xantana mejoró la palatabilidad, y a medida que aumentó su contenido reflejó incremento significativo en la variable luminosidad, croma (a^*) y (b^*). El análisis sensorial no mostró diferencia estadística significativa a excepción de tratamiento 8, 12 y 15. La bebida óptima basada en criterios tecnológicos de color y viscosidad contiene 0.3% de goma xantana, 8.5% de fruta con un suero a pH de 4.4 y además es buena fuente de vitaminas y minerales. Se recomienda el uso de otras gomas al igual que frutas para medir su aceptación al igual que características físico químicas.

Palabras clave: Análisis sensorial, color, fortificante, superficie de respuesta, viscosidad.

Abstract: Food insecurity and malnutrition in the rural sector in Honduras affects 72% of Hondurans. The use of whey, a dairy byproduct, adds value in addition to its functional benefits. The main objective of the study was to develop a fortified beverage with the use of whey as a proposal for school children. A statistical experiment based on second order response surface methodology central rotational rate composite was established. The effect independent variables pH, percentage of mango and xanthan gum was evaluated on the variable viscosity, color and general acceptance of treatment by sensory analysis, obtaining 8 factorial points, 6 axial and 6 central points for a total of 20 treatments. The physical results showed that, as pH decreases and the percentages of fruit increased, at pH of 4.6 the beverage gets wider acceptance as a significant increase on viscosity. The use of xanthan gum improved palatability, and increased its content as reflected significant increase in this variable brightness, chrome (a^*) and (b^*). Sensory analysis showed no statistically significant difference except for treatment 8, 12 and 15. The optimum technological criteria based on beverage color and viscosity contains 0.3% of xanthan gum, 8.5% of fruit with a pH of 4.4 whey and it is also good source of vitamins and minerals. The use of other gums like fruit is recommended to measure its acceptance as physicochemical characteristics.

Keywords: Color, fortifying, response surface, sensory analysis, viscosity.

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	30
5. RECOMENDACIONES	31
6. LITERATURA CITADA.....	32
7. ANEXOS	37

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

		Página
Cuadros		
1.	Formulación de bebida a base de lacto suero fortificada con Premix KEL-032	4
2.	Descripción del diseño factorial.....	5
3.	Niveles codificados de las variables del experimento.....	6
4.	Descripción de los tratamientos con los valores codificados y reales.	7
5.	Conteo de Coliformes totales en bebida fortificada sabor a mango.....	10
6.	Coefficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial valores F y R ² para la variable Luminosidad (L*) en función del porcentaje de pH, goma xantana y fruta natural en las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	11
7.	Coefficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial valores F y R ² para la variable Cromaticidad (a*) en función del porcentaje de pH, goma xantana y fruta natural en las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	14
8.	Coefficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial valores F y R ² para la variable Cromaticidad (b*) en función del porcentaje de pH, goma xantana y fruta natural en las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	17
9.	Coefficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial valores F y R ² para la variable viscosidad (N s/m ²) en función del porcentaje de pH, goma xantana y fruta natural en las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	19
10.	Efecto de la combinación de pH, goma xantana y fruta natural en la aceptación general de la bebida.....	23
11.	Costos variables para bebidas de suero sabor a mango en presentaciones de un yogo (50 L) y 1 L.	28
Figuras		
1.	Flujo de proceso de bebida fortificada sabor a mango a base de suero de leche.	9
2.	Efecto del pH y goma xantana en los valores de luminosidad (L*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.	12

3.	Efecto del porcentaje de fruta y goma xantana en los valores de luminosidad (L*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	13
4.	Efecto del porcentaje de fruta y pH en los valores de luminosidad (L*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	13
5.	Efecto del pH y goma xantana en los valores de cromaticidad (a*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.	15
6.	Efecto del porcentaje de fruta y goma xantana en los valores de cromaticidad (a*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.	15
7.	Efecto del porcentaje de fruta y pH en los valores de cromaticidad (a*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	16
8.	Efecto del porcentaje de fruta y pH en los valores de cromaticidad (b*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	18
9.	Comportamiento reológico de emulsiones crudo-agua.	20
10.	Efecto del pH y goma xantana en los valores de viscosidad (N·s/m ²) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.	20
11.	Efecto del porcentaje de fruta y goma xantana en los valores de viscosidad (N·s/m ²) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	21
12.	Efecto del porcentaje de fruta y pH en los valores de viscosidad (N·s/m ²) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.....	21
13.	Función de utilidad para la optimización de bebida fortificada, a base de suero con sabor a mango.	22
14.	Tabla nutricional de tratamiento 16 para bebida fortificada sabor a mango. .	26
15.	Etiqueta nutricional de leche fluida entera con un 3% de grasa marca LACTHOSA.....	27

Anexos

Página

1.	Separación de medias del efecto en la combinación de pH, goma xantana y de fruta natural en la viscosidad de la bebida.	37
2.	Conteo en placa con ABRV para bebida.....	38
3.	Tabla Distribucion F significativo para una P<0.05.	38
4.	Toma de pH en suero.	39
5.	Ejemplo de prueba sensorial con escala hedónica de 5 puntos.	40
6.	Distribución aleatoria para análisis sensorial.	41
7.	Siembra en ABRV de trt para prueba de coliformes totales.	41
8.	Certificado de Premix KEL – 032.....	42

1. INTRODUCCIÓN

El lactosuero es definido como “la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso” (Foegeding y Luck 2002). Es un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína (Jelen 2003). La proteína en el suero de la leche incluye la fracción denominada glicomacropéptidos que constituyen aproximadamente el 4% de la caseína total y que pasa al lactosuero debido a la acción enzimática del cuajo o renina sobre la k-caseína, y a lo que se le atribuyen algunos efectos tales como, estimulador del sistema inmunológico y un sistema de defensa a recién nacidos, posee actividad antibacteriana e inhibe la producción de toxinas por parte de microorganismos, estimula al organismo a producir coleocistoquinina (responsable de la sensación de saciedad), estimulador de bifidobacterias, protector contra el cólera, actividad antitrombótica, control del apetito y contra la fenilcetonuria (Vela *et al.* 2012). Su composición varía dependiendo de las características de la leche y de las condiciones de elaboración del queso que se procesa, pero en términos generales, podemos decir que el suero contiene: 4.9% de lactosa, 0.9% de proteína cruda, 0.6% de cenizas, 0.3% de grasa, 0.2% de ácido láctico y 93.1% de agua (García *et al.* 1993).

La inseguridad alimentaria y nutricional aqueja a 72 de cada 100 hondureños, siendo mayor la proporción en las zonas rurales (Argueta 2015). Según el Programa Mundial de Alimentos (PMA) en 2011, el 24.7% de los niños hondureños, además de no tener una nutrición adecuada ven perjudicada su salud. En promedio y referente a lactancia materna, el 67% de los niños(as) tuvo apego precoz, con una mayor práctica en los niños y niñas de los municipios de Francisco Morazán y en menor grado en los niños y niñas de La Paz. En cuanto a diarrea, en promedio el 24.1% de los niños/as entre 6 a 59 meses la padecieron de estas, principalmente en los municipios de Intibucá. Finalmente, el 67% en promedio de los niños y niñas en edad escolar reciben hierro y el 87% vitamina A; sin embargo, en los municipios del corredor seco de Francisco Morazán, solo el 37.5% de los niños/as recibe hierro y el 80.5% vitamina A (OPS 2010). Los registros muestran que los meses con más casos de niños que no crecen bien en 2009 fueron abril, junio, julio y agosto, lo que coincide con la época anual de escasez de alimentos. Esto se denomina el “hambre estacional”, pues se manifiesta con regularidad cíclica en los meses anteriores a la cosecha de primera, cuando las reservas del año anterior se han agotado y los mecanismos de supervivencia se han estirado al límite (Aguilar *et al.* 2010).

La goma xantana es un polisacárido de alto peso molecular que se obtiene por la fermentación de carbohidratos por la bacteria *Xanthomonas campestris*. La goma xantana es completamente soluble en agua caliente o fría, se hidrata rápidamente una vez dispersa y facilita la retención de agua produciendo soluciones altamente viscosas a baja concentración. Esta pseudoplasticidad mejora las características sensoriales (sensación

bucal, liberación de sabor, etc.) del producto final y garantiza un alto grado de mezclado, bombeado y vertido. Las soluciones de goma xantana son muy poco sensibles a las variaciones de pH. Entre un pH de 1 a 13, la viscosidad de una solución de xantana es prácticamente constante (Angioloni sf).

Basándose en el modelo superficie-respuesta, este estudio desea obtener el mejor tratamiento con la mezcla de diferentes ingredientes y proporciones de goma xantana y fruta natural variando la acidez del suero de leche. Con la finalidad de brindar a los consumidores una bebida fortificada sabor a mango a base de suero de leche que brinde nutrientes en sus alimentos y mejorar el crecimiento de los niños en edad escolar siendo los objetivos del estudio:

- Desarrollar una bebida fortificada con el uso de lacto suero de queso Zamorella, como propuesta de alimento nutritivo y funcional para niños en edad escolar en las zonas rurales aledañas a Zamorano.
- Determinar el tratamiento óptimo de acuerdo al pH en suero, porcentaje de fruta y porcentaje de goma xantana para la elaboración de una bebida basada en criterios tecnológicos de viscosidad y color.
- Evaluar las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de una bebida elaborada a base de lacto suero con mango.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El siguiente proyecto se llevó a cabo en la Planta de Lácteos del Zamorano donde se obtuvo el suero, y se elaboró la bebida y en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ), donde se llevaron a cabo los análisis físicos de las muestras. Todo localizado dentro de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en el Departamento de Francisco Morazán, 32 km al este de Tegucigalpa, Honduras, C.A.

Materiales. Se obtuvo lacto suero de queso Zamorella a un pH de 6.00 y se midió el pH con el uso de un potenciómetro Oyster™ Series pH/mV/Temperature Meter a una temperatura de 40 °C. Se recolectó en yogos de acero inoxidable y almacenó en un cuarto frío a 4 °C hasta alcanzar acidez con niveles de 4.2, 4.4 y 4.7 de pH. Una vez alcanzada la acidez deseada se agregó colorante, fruta mínimamente procesada, aroma, fortificante Premix KEL-032 y azúcar y se mezcló constantemente con un agitador.

Pruebas preliminares. Se elaboró la primera bebida a base de lacto suero con el uso de un suero a un pH de 4.7. Se comenzó filtrando el suero con el uso de una manta para remover precipitados y sólidos grandes. Luego se agregó 6% azúcar y 10% de fruta con sabor a mango con 48° Brix. Ésta tomó una coloración verdosa amarilla y contenía un fuerte aroma a queso. Apreciaciones sensoriales mostraron aceptación por parte de los panelistas, pero dejaba un regusto amargo debido a la elaboración del queso. Además, los panelistas sugirieron disminuir el nivel de azúcar. Esto se debió a que no se consideró el contenido de azúcar en el puré de fruta. Su vida anaquel fue de 4 días en un almacenamiento a 4 °C.

La segunda prueba se realizó con el uso de fruta sabor a fresa, colorante rojo, 6% del contenido total en azúcar y 0.0625% aroma a fresa. Se llevó a cabo el mismo proceso partiendo de suero ya acidificado a un pH de 4.7. Tanto el sabor como la apariencia y el aroma mejoraron notablemente según los comentarios de los degustadores. Igualmente era palatable el alto contenido de azúcar. Esto permitió establecer una formulación final (Cuadro 1) que considera un contenido menor de azúcar en comparación a la formulación inicial, la cual es saludable para niños menores de 12 años y una cantidad óptima de fortificante establecida por el proveedor (2 kg) con el uso del balance de pre mezcla para 10,000 L de suero o leche. Creando una relación, se calculó usar 0.020% del contenido final de la bebida.

Análisis microbiológico. Se realizó un conteo de coliformes totales con la técnica de vaciado en placa. Se colocó 1 mL de la bebida al día cero en un plato Petri previamente

esterilizado, se añadió aproximadamente 30 mL de medio de cultivo selectivo Violeta Rojo y Bilis Agar (VRBA) y se incubó a 35 ± 2 °C durante 24 horas. Cada tratamiento se evaluó por duplicado y los resultados se expresaron en UFC/mL.

Cuadro 1. Formulación de bebida a base de lacto suero fortificada con Premix KEL-032

Ingrediente	Cantidad (%)
Suero	84.55-88.60
Azúcar	3.00
Aroma (Fresa)	0.01
Colorante (Rojo)	0.06
Fortificante Premix KEL-032	0.02
Goma Xantana	0.1-0.5
Fruta	8.0-12.0
Total	100.00

Diseño experimental. Se estableció un experimento factorial completo 2^3 , estadísticamente delineado en la metodología de superficie respuesta con un Diseño Central Compuesto Rotacional de 2^{do} orden (DCCR). Los parámetros del proceso fueron codificados (-1, 0, +1), esto 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 = Valor real de la variable

Z = Valor real de la variable en el punto central

Δx_i = Valor de intervalo de variación de x_i

Para obtener un entorno experimental más acotado se delinearón las variables axiales $+\alpha$ y $-\alpha$, este valor depende del número factorial ($F=2^k$), donde K es el número de variables independientes ($K=3$), los valores son definidos por la ecuación 2:

$$\pm \alpha = (f)^{1/4} = (2^k)^{1/4} = (2^3)^{1/4} = 1.682 \quad [2]$$

El número de unidades experimentales para esta metodología es un diseño factorial completo definido por la ecuación 3.

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

Dónde:

2^k = Número de puntos factoriales

$2k$ = Número de puntos axiales

m = Número de réplicas del punto central.

Se utilizaron tres variables independientes y tres niveles codificados usando un total de 20 unidades experimentales, siendo ocho factoriales, combinación de los niveles de -1 y +1, seis axiales - α y $+\alpha$ y seis puntos centrales sirviendo como estimado del error experimental y determinando la precisión del modelo matemático (Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción del diseño factorial.

Expresión	Cantidad puntos
$2^k = 2^3$	8 Factoriales
$2k = 2 * 3$	6 Puntos axiales
m	6 Puntos centrales
	20 Unidades experimentales

Fuente: Box y Draper 1959.

El análisis de los resultados experimentales se describe como el comportamiento de un sistema en el que se combinan dos variables independientes y una variable dependiente donde la respuesta es una función de los niveles en los que se combinan (Box y Draper, 1967), como se determina en la ecuación 4.

$$Y = (X_{1,2,\dots\dots\dots}) \quad [4]$$

Se realizó también un análisis de regresión para ajustar un polinomio de segundo orden con las variables independientes para cada variable respuesta utilizando los valores codificados de los coeficientes de regresión. La expresión general utilizada para predecir el comportamiento de una respuesta es descrita en la ecuación 5.

$$Y_i = (\beta_0 + \beta_1 X^1 + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \beta_1^1 X_1^2 + \beta_2^2 X_2^2 + \beta_3^3 X_3^2 + \beta_1^2 X_1 X^2 + \epsilon) \quad [5]$$

Dónde:

- Y_i = Función respuesta
- X_1, X_2 y X_3 = Valores de las variables independientes
- β_0 = Coeficiente relativo con la interpretación del eje
- β_1, β_2 y β_3 = Coeficientes lineales estimados por el método de mínimos cuadrados
- β_1^1, β_2^2 y β_3^3 = Coeficientes de variables cuadráticas
- β_1^2 = Coeficiente de interacción entre variables independientes
- ϵ = Error experimental

El arreglo del modelo propuesto fue evaluado por el método de regresión por pasos y el análisis de residuos fue clasificado como Falta de Ajuste, la comparación de la proporción de la varianza explicada por el modelo, es decir por el R^2 . Así los coeficientes de la ecuación 5, del mejor modelo polinomio, fueron ajustados a las respuestas del diseño experimental.

Los niveles de las variables independientes son descritas como la combinación de todos los niveles, axiales ($\alpha = 1.682$) y puntos centrales (Cuadro 3), estos son referentes a las proporciones utilizadas en la formulación.

El delineamiento del experimento comprende la expresión completa de todas las variables independientes codificadas y decodificadas, las cuales serán usadas para la obtención de los análisis de varianza y coeficientes de regresión, así como para la diagramación de las superficies de respuesta respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 3. Niveles codificados de las variables del experimento.

Niveles	Variables		
	pH	Goma Xantana (%)	Fruta (%)
$-\alpha$	4.4	0.1	8.0
-1	4.5	0.2	8.8
0	4.6	0.3	10.0
1	4.7	0.4	11.2
$+\alpha$	4.8	0.5	12.0

Análisis estadístico. El análisis de las variables independientes sobre el proceso se hizo en el software STATISTICA 7.0[®] y la validación del modelo se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) con el uso de la prueba de distribución F a una $P < 0.05$. Para las regresiones se utilizaron los valores codificados. El modelo es clasificado como significativo y predictivo cuando el F calculado es mayor al F tabular (Teba 2014). Para evaluar la adecuación del modelo se usó el coeficiente de determinación (R^2). Si el coeficiente de determinación está por encima de 0.60 el modelo es clasificado como predictivo, y si está por debajo es clasificado como tendencioso (Rocha 2009). Otro parámetro para ser considerado predictivo es la falta de ajuste, ésta debe ser no significativa (Thompson 1982). Se utilizó SAS[®] 9.4 para comparación de medias DUNCAN de los datos de análisis físicos y sensoriales con una $P < 0.05$.

Elaboración de la bebida. Para elaborar la bebida se comenzó por la recolección del suero de queso Zamorella en yogos de acero inoxidable previamente lavados y luego desinfectados con agua clorada a 200 ppm. Luego se almacenó a 4 °C hasta alcanzar el pH deseado 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8.

Teniendo todos los ingredientes previamente pesados. Se comenzó con la adición de sólidos primero el azúcar luego el fortificante lácteo Premix KEL – 032 y la goma xantana. Se filtró el suero con el uso de una manta de tela previamente desinfectada con agua clorada a 200 ppm y se agregó al contenedor y haciendo uso del mezclador manual se agitó constantemente. Luego se agregaron todos los líquidos, y el colorante junto con la fruta manteniendo la agitación. Una vez terminado se agregó el aroma deseado para minimizar la volatilización de este y se almacenó en yogos de 50 L a 4 °C (Figura 1).

Análisis de pH. El pH de cada muestra fue medido a partir de la recolección del suero para evaluar pH inicial y llevar control del mismo hasta alcanzar los pH de 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8 usando el método estándar AOAC 981.12, con un potenciómetro Oyster™ Series pH/mV/Temperature Meter calibrado con soluciones buffer de cuatro y siete.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos con los valores codificados y reales.

Tratamiento	Variables Codificadas			Variables Reales		
	X ₁	X ₂	X ₃	pH	Goma Xantana (%)	Fruta (%)
1	-1	-1	-1	4.5	0.2	8.8
2	1	-1	-1	4.7	0.2	8.8
3	-1	1	-1	4.5	0.4	8.8
4	1	1	-1	4.7	0.4	8.8
5	-1	-1	1	4.5	0.2	11.2
6	1	-1	1	4.7	0.2	11.2
7	-1	1	1	4.5	0.4	11.2
8	1	1	1	4.7	0.4	11.2
9	-1.682	0	0	4.4	0.3	10.0
10	1.682	0	0	4.8	0.3	10.0
11	0	-1.682	0	4.6	0.1	10.0
12	0	1.682	0	4.6	0.5	10.0
13	0	0	-1.682	4.6	0.3	8.0
14	0	0	1.682	4.6	0.3	12.0
15	0	0	0	4.6	0.3	10.0
16	0	0	0	4.6	0.3	10.0
17	0	0	0	4.6	0.3	10.0
18	0	0	0	4.6	0.3	10.0
19	0	0	0	4.6	0.3	10.0
20	0	0	0	4.6	0.3	10.0

X₁: pH, X₂: Goma Xantana (%), X₃: Fruta (%).

Análisis de color. El color de la bebida fue determinado por Colorflex Hunterlab donde se utilizaron los valores L*, a* y b*. Cada tratamiento fue evaluado por triplicado, homogenizando la muestra previo a su evaluación y colocando el producto en el lector (Thongsobat *et al.* 2007).Dónde:

- L= luminosidad (cero = negro, 100 = blanco)
- a= (- 80 a cero= verde, rojo= cero a 100).
- b= (-100 a cero= azul, amarillo= cero a 100).
- ΔE (diferencia total del color).

La escala L a b fue transformada a valores ΔE (diferencial total de color) mediante la ecuación 6:

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

Análisis de viscosidad. Se determinó la viscosidad de la bebida al día cero con el Reómetro Brookfield DV-III Ultra V6.1 LV spindle LV62 según el método descrito en ISO 1652:2004. Este método fue modificado por el autor basado en la hoja de aplicación para viscosidad en néctares de melocotón según establece Brookfield con el uso de un spindle YULA – 15E modificado a un spindle LV62.

En un vaso se colocaron 500 mL de la bebida, se evaluó por duplicado a 25 rpm durante dos minutos tabulando los valores establecidos por el refractómetro cada 30 s. Los análisis fueron realizados en una habitación a 23 ± 1 °C con la bebida a 4 ± 1 °C y sus resultados fueron reportados en cP. Luego fueron convertidos a unidades internacionales expresadas en $N s/m^2$.

Análisis sensorial. Se tomaron cinco panelistas con cuatro bebidas cada uno formando una repetición de los 20 tratamientos. Este análisis fue llevado a cabo en una escuela ubicada en un área rural a un grupo de cincuenta niños en edades escolares entre 6 a 12 años. Esto para obtener una visión en referencia al consumidor final.

Declaración nutricional. Una vez obtenido el tratamiento que presento un mayor valor en la escala de aceptación general basado en la preferencia de los panelistas se elaboró una tabla nutricional por medio del software Génesis® sql. Para su posterior análisis acorde a los requerimientos nutricionales establecidos por el FDA.

Análisis de costos. Se realizó mediante un análisis marginal de las bebidas, incluyendo los costos variables de producción y precio unitario de venta.

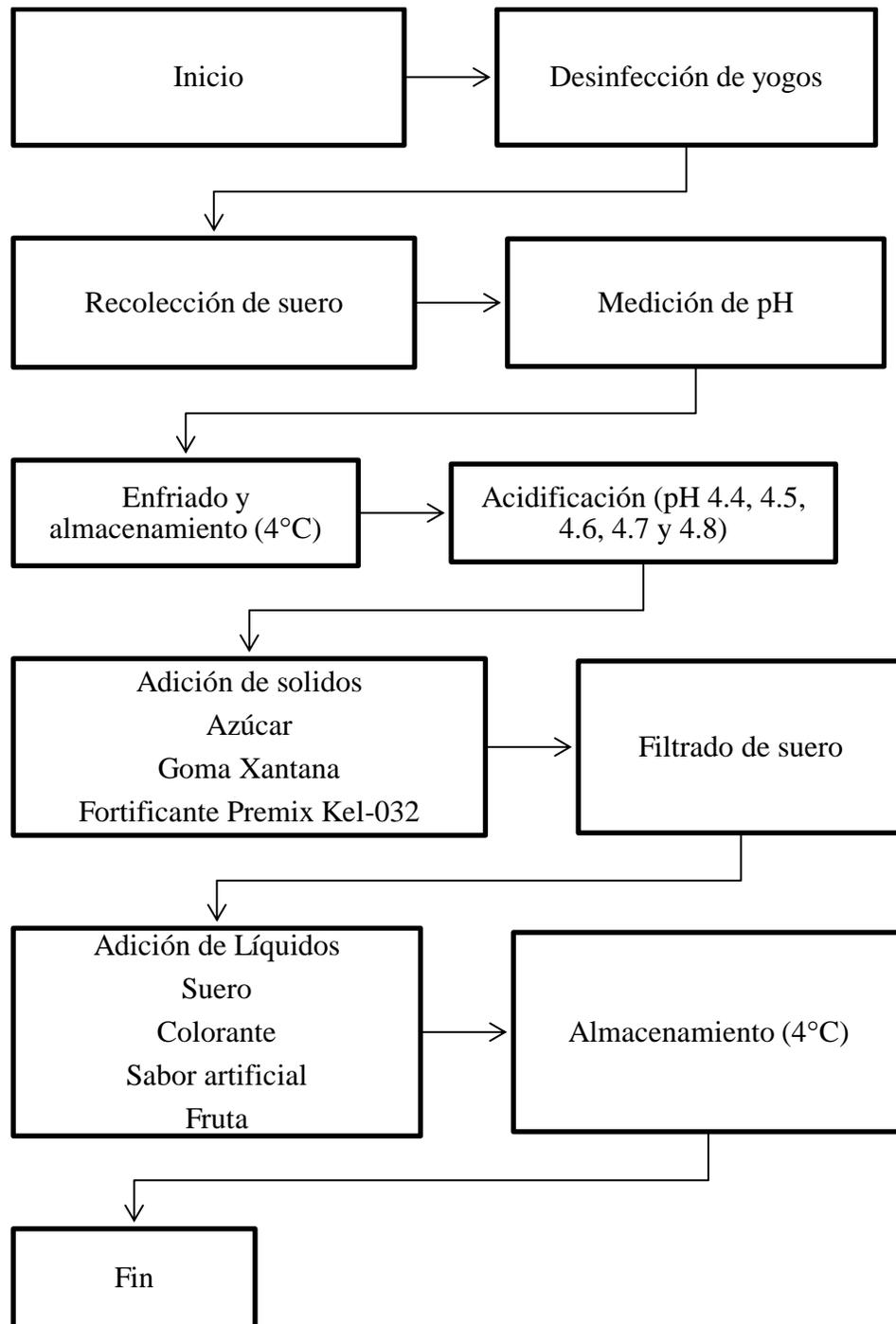


Figura 1. Flujo de proceso de bebida fortificada sabor a mango a base de suero de leche.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis microbiológico. Por medio de la normativa establecida por el RTCA se analizaron los resultados para coliformes totales. Éste se utiliza para normalizar y reglamentar diferentes parámetros para la elaboración de alimentos a nivel centroamericano. El cuadro 5 muestra el conteo microbiológico de los tratamientos.

Cuadro 5. Conteo de Coliformes totales en bebida fortificada sabor a mango.

Tratamiento	pH	Goma Xantana (%)	Fruta (%)	Coliformes Totales (UFC/mL)
1	4.5	0.2	8.8	<100
2	4.7	0.2	8.8	<100
3	4.5	0.4	8.8	<100
4	4.7	0.4	8.8	<100
5	4.5	0.2	11.2	<100
6	4.7	0.2	11.2	<100
7	4.5	0.4	11.2	<100
8	4.7	0.4	11.2	<100
9	4.4	0.3	10.0	<100
10	4.8	0.3	10.0	<100
11	4.6	0.1	10.0	<100
12	4.6	0.5	10.0	<100
13	4.6	0.3	8.0	<100
14	4.6	0.3	12.0	MNPC
15	4.6	0.3	10.0	<100
16	4.6	0.3	10.0	<100
17	4.6	0.3	10.0	<100
18	4.6	0.3	10.0	<100
19	4.6	0.3	10.0	<100
20	4.6	0.3	10.0	<100

MNPC: Muy numeroso para contar.

Todos los tratamientos cumplieron con el parámetro de calidad microbiológica establecido por el RTCA para bebidas no pasteurizadas, ya que los conteos finales fueron menores a 100 UFC de coliformes totales por mililitro de muestra a excepción del 14. Esto se logró evitando contaminación posterior a la pasteurización de la leche y elaboración de queso con el uso de utensilios limpios y manteniendo temperaturas de almacenamiento a 4 °C antes y

después del envasado. El tratamiento 14 presentó como resultado MNPC esto puede ser atribuido a los altos contenidos de puré de frutas en su formulación los cuales contribuyen a una contaminación de la bebida. De igual manera esto se puede causar debido a una contaminación por el manipulador debido a que el ambiente en el cual se elaboran no es estéril. Problemas de contaminación pueden ser causados ya sea por preparación, conservación, deterioros físicos como humedad y temperaturas, y la composición química que contenga la fruta según establece Ávila *et al.* 2008.

Luminosidad (L*). Las variables independientes pH, porcentaje goma xantana y fruta natural no fueron significativas a una $P < 0.05$ (Cuadro 6), demostrando que no hubo efecto en el aumento de los valores de Luminosidad (L*) sin embargo, se encontró efecto de la interacción entre las variables pH y porcentaje de goma xantana lo que significa que el nivel de una variable fue afectado dependiendo del nivel de la otra. El F calculado fue mayor al F tabular pero el coeficiente de determinación (R^2) estableció que un 40% de los datos fueron explicados mediante el modelo y el 60% no se ajustó al modelo y la falta de ajuste fue significativa, por lo tanto, el modelo presentó un comportamiento tendencioso.

Cuadro 6. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial valores F y R^2 para la variable Luminosidad (L*) en función del porcentaje de pH, goma xantana y fruta natural en las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

Factor	Coefficiente de regresión	P
Intercepto	6.31E+01	7.58E-12*
X ₁	1.26E-01	4.04E-01
X ₁ ²	2.00E-02	8.88E-01
X ₂	3.11E-01	7.51E-02
X ₂ ²	1.37E-01	3.56E-01
X ₃	-1.63E-01	2.93E-01
X ₃ ²	1.86E-01	2.28E-01
X ₁ *X ₂	-2.63E-01	2.07E-01
X ₁ *X ₃	6.26E-01	1.82E-02*
X ₂ *X ₃	2.00E-01	3.21E-01
Falta de ajuste		3.11E-02
R ²		0.40371
F. Calculado	5.239200085	
F. Tabular	2.9153	

X₁: pH, X₂: Goma Xantana (%), X₃: Fruta (%) *: Significativo para una $P < 0.05$.

La siguiente ecuación matemática representa la luminosidad (L*) basado en los resultados significativos del cuadro 6:

$$\text{Luminosidad} = 63.14 + 0.62 X_1 X_3 \quad [7]$$

La figura 2 muestra el gráfico de superficie de respuesta para los valores de Luminosidad (L^*) se realizó basado en la ecuación 7. Éste muestra un leve aumento en Luminosidad (L^*) a medida que disminuyo el pH. García (2009) encontró una tendencia a alta luminosidad con tendencia al blanco basado en un estudio de análisis físicos y químicos para caracterizar un suero de leche a pH de 5.0, contrario a Alvarado (2015) donde establece que a medida incrementa el pH la degradación de proteínas y efectos térmicos crean una luminosidad baja. En la figura 3 se puede observar que a medida disminuye el porcentaje de fruta se presenta un aumento en Luminosidad (L^*), similar a lo reportado por Gómez (2004) en un estudio conteniendo proporciones de dos a uno agua pulpa respectivamente donde presenta que el alto contenido de puré disminuye la luminosidad de la bebida reportando valores promedio de 34.05. Finalmente, en la figura 4 se muestra la interacción entre porcentaje de fruta y pH el cual resulta en un aumento de luminosidad a medida que ambas variables disminuyen. Los valores de luminosidad alcanzados fueron de 60.30 a 64.30. Se determinó que las veinte bebidas presentaron colores claros.

El color es un atributo fundamental e importante para el producto, principalmente en la aceptación del consumidor. El marketing sensorial a diferencia del tradicional llena las expectativas de los consumidores basándose en la atracción hacia el producto por medio de experiencias vividas y como estas se relacionan a los atributos de los alimentos. El color naranja es amigable y estimula el apetito además de llamar la atención, especialmente entre niños y adolescentes (Barrios 2012). A continuación se muestran los coeficientes de regresión, las probabilidades, valores f y R^2 para las variables de luminosidad y cromaticidad a^* y b^* .

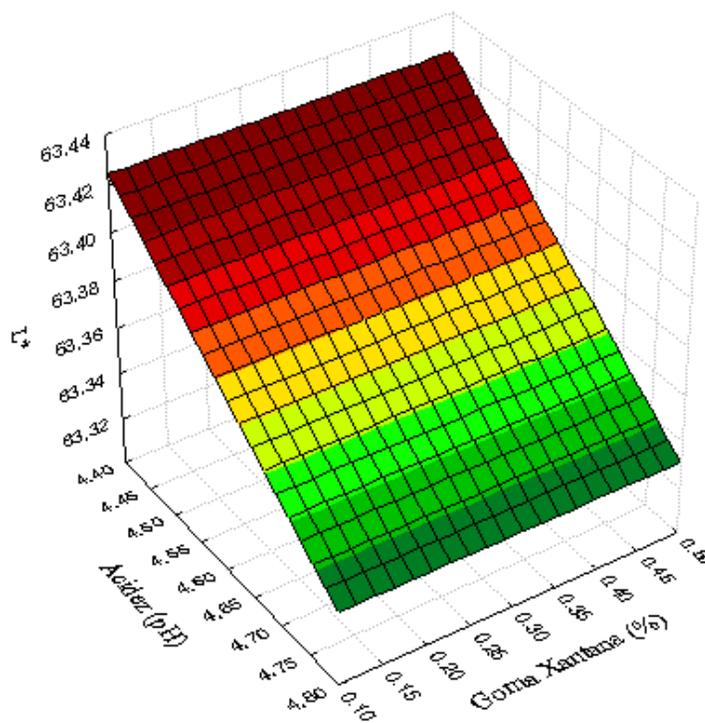


Figura 2. Efecto del pH y goma xantana en los valores de luminosidad (L^*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

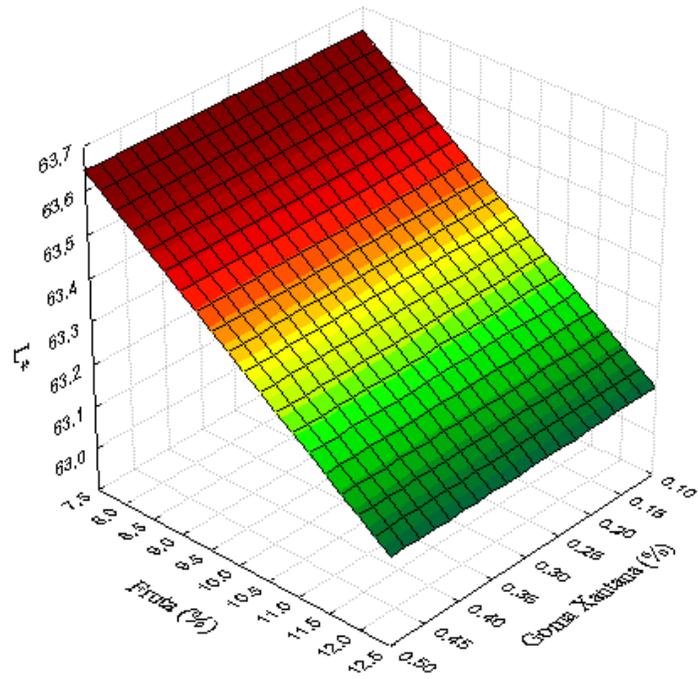


Figura 3. Efecto del porcentaje de fruta y goma xantana en los valores de luminosidad (L^*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

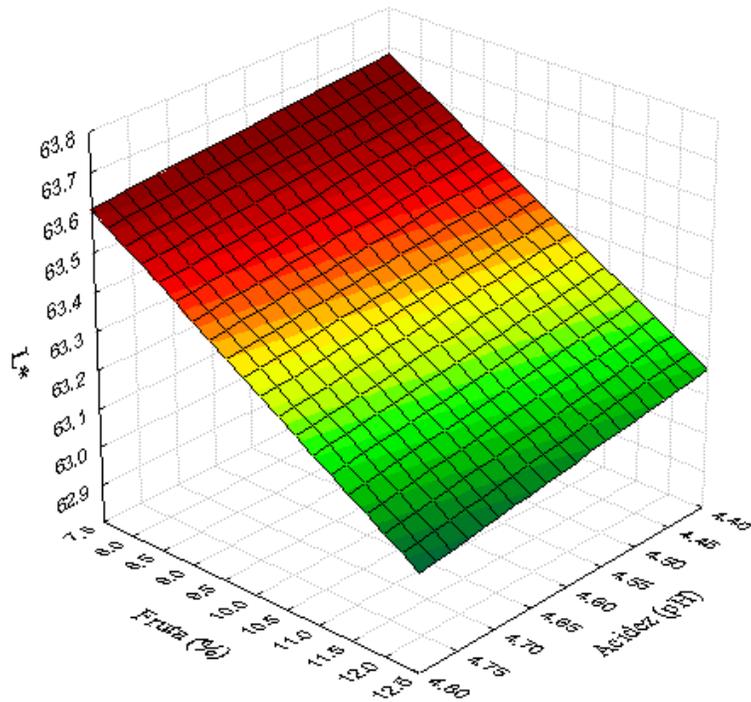


Figura 4. Efecto del porcentaje de fruta y pH en los valores de luminosidad (L^*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

Cromaticidad (a*). La variable independiente porcentaje de fruta fue significativa a una $P < 0.05$ en el cuadro 7. Demostrando que hubo efecto en el aumento de los valores de Cromaticidad (a*) de igual manera se encontró interacción entre las variables pH y porcentaje de goma xantana lo que significa que el nivel de una variable fue afectado dependiendo del nivel de la otra. El coeficiente de determinación (R^2) estableció que un 54% de los datos fueron explicados mediante el modelo y el 56% no se ajustó al modelo además el F calculado fue mayor al F tabular pero la falta de ajuste fue significativa, por lo tanto el modelo presentó un comportamiento tendencioso.

Cuadro 7. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial valores F y R^2 para la variable Cromaticidad (a*) en función del porcentaje de pH, goma xantana y fruta natural en las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

Factor	Coeficiente de regresión	P
Intercepto	-3.28E+00	1.50E-03*
X ₁	5.80E-01	1.55E-01
X ₁ ²	3.40E-01	3.60E-01
X ₂	1.06E+00	2.83E-02*
X ₂ ²	4.74E-01	2.19E-01
X ₃	-1.54E-01	6.75E-01
X ₃ ²	3.20E-01	3.85E-01
X ₁ *X ₂	-2.55E-01	5.97E-01
X ₁ *X ₃	2.01E+00	6.70E-03*
X ₂ *X ₃	7.70E-01	1.49E-01
Falta de ajuste		4.19E-02*
R^2		0.54
F. Calculado	6.70	
F. Tabular	2.91	

X₁: pH, X₂: Goma Xantana (%), X₃: Fruta (%) *: Significativo para una $P < 0.05$.

La siguiente ecuación matemática representa la Cromaticidad (a*) basado en los resultados significativos del cuadro 7:

$$\text{Cromaticidad (a*)} = -3.28 + 1.05 X_2 + 2.01 X_1 X_3 \quad [8]$$

La figura 5 muestra el gráfico de superficie de respuesta para los valores de cromaticidad (a*) se realizó basado en la ecuación 8. Este muestra como a medida se incrementa el porcentaje de goma, aumenta en cromaticidad (a*) sin embargo, a medida cambia el pH no existe un cambio significativo en el cromaticidad (a*), similar a lo establecido por Olivares el 2014 la cual encontró que adición de frutas crea un cambio significativo debido a su coloración sin embargo, cambios en pH no crean un cambio significativo en el croma (a*). En la figura 6 se puede observar que a medida aumenta el porcentaje de goma xantana se presenta un leve aumento en cromaticidad (a*) cabe mencionar que no es significativo.

Finalmente, en la figura 7 se muestra la interacción entre porcentaje de fruta y pH el cual resulta en un aumento de croma (a^*) a medida que el porcentaje de fruta disminuyen y la acidez aumenta. Similar a lo encontrado por Torres y colaboradores en 2013 donde el pH de la fruta mostraba diferencias significativas en la cromaticidad (a^*) de mango y maracuyá. Los valores de croma (a^*) alcanzados fueron de -10.33 a -0.24. Se determinó que las veinte bebidas presentaron colores claros con tendencia a naranja.

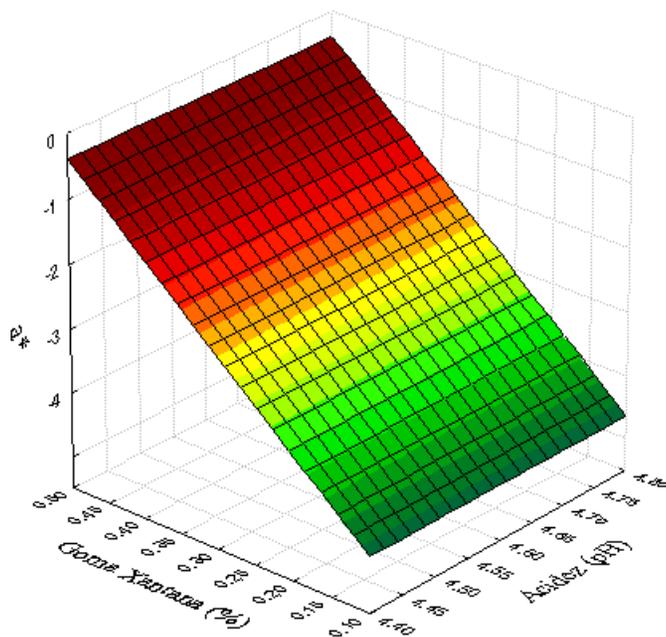


Figura 5. Efecto del pH y goma xantana en los valores de cromaticidad (a^*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

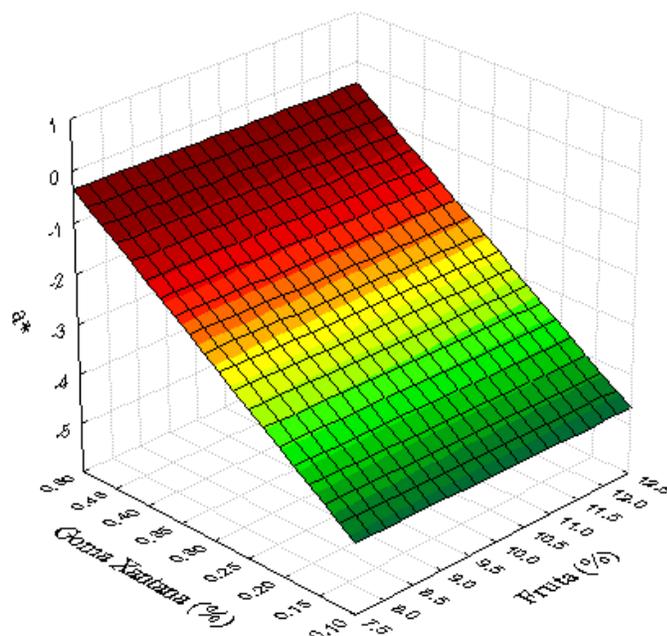


Figura 6. Efecto del porcentaje de fruta y goma xantana en los valores de cromaticidad (a^*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

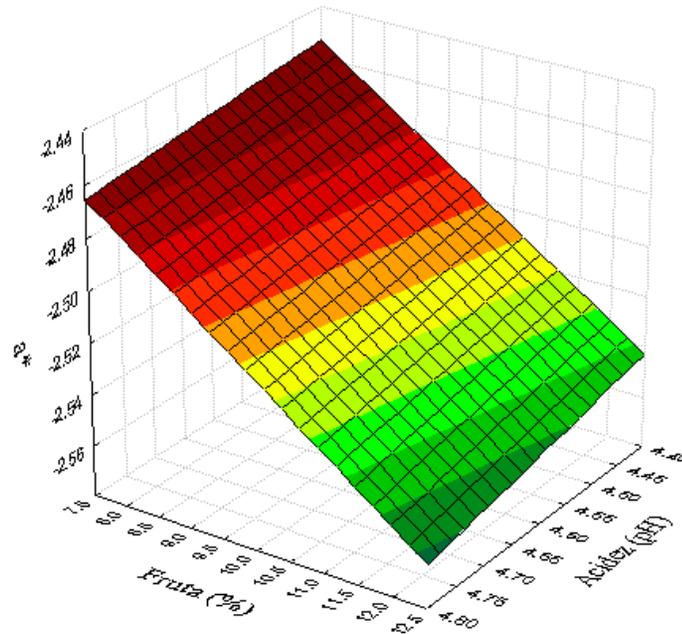


Figura 7. Efecto del porcentaje de fruta y pH en los valores de cromaticidad (a*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

Cromaticidad (b*). La variables independiente porcentaje de fruta natural fue significativa a una $P > 0.05$ (Cuadro 8). Se puede observar que creó un aumento significativo en los valores de Cromaticidad (b*) de igual manera se encontró interacción entre las variables pH y porcentaje de fruta natural lo que significa que el nivel de una variable fue afectado dependiendo del nivel de la otra. El coeficiente de determinación (R^2) estableció que un 47% de los datos fueron explicados mediante el modelo y el 53% no se ajustó al modelo además, el F calculado fue mayor al F tabular pero la falta de ajuste fue significativa, por lo tanto, se puede establecer que el modelo presentó un comportamiento tendencioso.

Cuadro 8. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial valores F y R² para la variable Cromaticidad (b*) en función del porcentaje de pH, goma xantana y fruta natural en las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

Factor	Coeficiente de regresión	P
Intercepto	2.29E+01	1.79E-09*
X ₁	2.02E-01	2.37E-01
X ₁ ²	9.43E-02	5.48E-01
X ₂	4.25E-01	3.68E-02*
X ₂ ²	1.30E-01	4.16E-01
X ₃	-8.34E-02	6.03E-01
X ₃ ²	1.16E-01	4.64E-01
X ₁ *X ₂	-1.73E-01	4.18E-01
X ₁ *X ₃	8.02E-01	9.49E-03*
X ₂ *X ₃	3.12E-01	1.73E-01
Falta de ajuste		3.52E-02*
R ²		0.47
F. Calculado	7.87	
F. Tabular	2.91	

X₁: pH, X₂: Goma Xantana (%), X₃: Fruta (%) *: Significativo para una P<0.05.

La siguiente ecuación matemática representa la Cromaticidad (b*) basado en los resultados significativos del cuadro 8:

$$\text{Cromaticidad (b*)} = 22.91 + 0.42 X_2 + 0.80 X_1 X_3 \quad [9]$$

La figura 8 muestra el gráfico de superficie de respuesta para los valores de cromaticidad (b*) (se realizó basado en la ecuación 9). La figura 8 muestra como a medida que incrementa el porcentaje de fruta, aumenta en cromaticidad (b*) cabe recalcar que un cambio en el pH no genera un cambio significativo en el cromaticidad (b*), similar a los resultados de Aurica el 2015 que presento valores bajo en la escala de croma (b*) a medida aumentaba el uso de goma xantana en comparación a la goma guar. En la figura 9 se observa el mismo efecto sin ninguna influencia por parte de la fruta en conjunto con la goma.

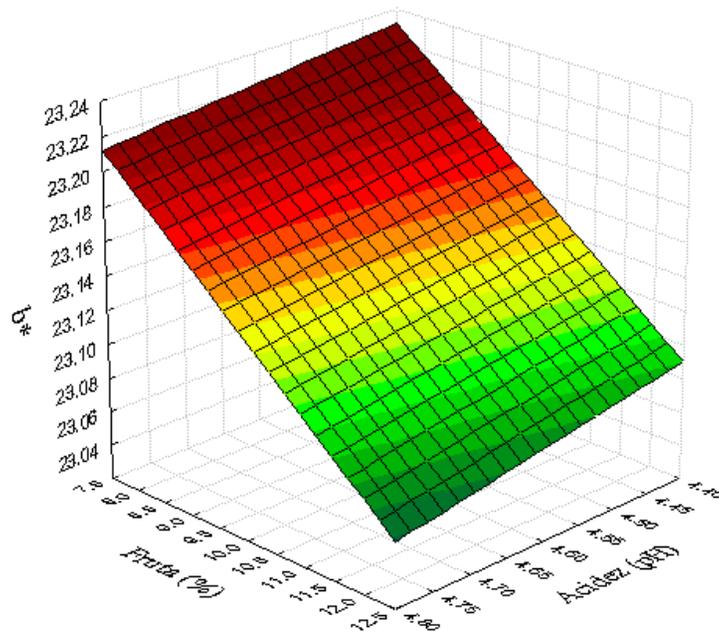


Figura 8. Efecto del porcentaje de fruta y pH en los valores de cromaticidad (b^*) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

Análisis de viscosidad. Las variables independientes pH, porcentaje de goma xantana y porcentaje de fruta natural fueron significativas a una $P < 0.05$ (cuadro 9). Esto debido a que el aumento o disminución en su proporción utilizada creó un aumento significativo en los valores de viscosidad ($N \cdot s/m^2$) de igual manera se encontró interacción entre las variables pH y porcentaje de fruta natural, pH y porcentaje de goma xantana y porcentaje de goma xantana con porcentaje de fruta lo que significa que el nivel de una variable fue afectado dependiendo del nivel de la otra. El coeficiente de determinación (R^2) estableció que un 75% de los datos fueron explicados mediante el modelo y el 25% no se ajustó al modelo además el F calculado fue mayor al F tabular pero la falta de ajuste fue significativa, por lo tanto, el modelo presentó un comportamiento tendencioso.

Las figuras 10, 11, 12 muestran el gráfico de superficie de respuesta para los valores de viscosidad ($N \cdot s/m^2$) basado en la ecuación 10. La figura 10 muestra la viscosidad en relación a las variables independientes pH y porcentaje de goma como a medida se incrementa el porcentaje de goma xantana y disminuye el pH aumenta en viscosidad ($N \cdot s/m^2$). Similar a los estudios realizados por Londoño y colaboradores (2008) establecen que a pH bajos entre 3.8 y 4 la bebida aumenta su viscosidad de manera significativa. La figura 11 muestra la relación entre goma y fruta en la bebida. Se puede observar como a medida se aumenta el pH e incrementa la cantidad de gomas, la viscosidad aumenta de manera significativa. Esto concuerda con estudios realizados por Quicazán y colaboradores (sf.) en la cual establece que a medida aumenta la cantidad de sólidos en la bebida estos se estabilizan y de igual manera aumentan la viscosidad de la misma. Estos valores son similares a los obtenidos por Ramírez en 2006 para aceite de oliva donde estableció que la viscosidad dinámica de este era de $0.01 N \cdot s/m^2$.

Cuadro 9. Coeficientes de regresión, probabilidades (P) de un modelo de regresión polinomial valores F y R² para la variable viscosidad (N s/m²) en función del porcentaje de pH, goma xantana y fruta natural en las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

Factor	Coefficiente de regresión	P
Intercepto	8.59E-02	4.46E-05*
X ₁	-1.60E-02	1.41E-02*
X ₁ ²	2.06E-02	4.48E-03*
X ₂	2.47E-02	2.31E-03*
X ₂ ²	3.17E-02	6.48E-04*
X ₃	-1.26E-02	3.35E-02*
X ₃ ²	2.16E-02	3.63E-03*
X ₁ *X ₂	-6.76E-02	7.14E-05*
X ₁ *X ₃	-1.92E-02	1.94E-02*
X ₂ *X ₃	2.14E-02	1.27E-02*
Falta de ajuste		2.64E-03*
R ²		0.75
F. Calculado	13.22	
F. Tabular	2.95	

X₁: pH, X₂: Goma Xantana (%), X₃: Fruta (%) *: Significativo para una P<0.05.

La siguiente ecuación matemática representa la viscosidad (N·s/m²) basado en los resultados significativos del cuadro 9:

$$\text{Viscosidad (N·s/m}^2\text{)} = 0.085 - 0.015 X_1 + 0.020 X_2^2 + 0.024 X_2 + 0.031 X_2^2 - 0.012 X_3 + 0.021 X_3^2 - 0.067 X_1 X_2 - 0.019 X_1 X_3 + 0.021 X_2 X_3 \quad [10]$$

En la figura 12 se observa la interacción entre las variables independientes pH y porcentaje de fruta en la bebida. Se observa que a niveles bajos de fruta con pH altos similares a 4.8 se aumenta la viscosidad, pero de igual manera al alcanzar un pH de 4.40 con niveles más altos de fruta la viscosidad aumenta. Esto difiere de los estudios elaborados por Mielles en 2015 en la cual concluyo que los niveles de pH no tienen ninguna influencia significativa en la variable viscosidad de la bebida aun con el uso de fruta sabor a naranja. Sin embargo, téngase en cuenta que sus niveles de pH fueron significativamente diferentes de los utilizados en este estudio alcanzando niveles de 3.5, en cambio, en este estudio solamente se utilizó suero entre un 4.4 a 4.8 de pH.

Es importante mencionar que el comportamiento que mostró la bebida puede ser definido como un pseudoplástico debido a que en su mayoría las emulsiones o suspensiones presentan dicho comportamiento. De punto de vista físico la resistencia a fluir disminuye cuando la velocidad de derrame aumenta. Esto fluidos oscilan desde rangos de 100 cP (0.001 N·s/m²) sin alcanzar lo que son valores para fluidos no newtonianos como lo muestra la figura 9.

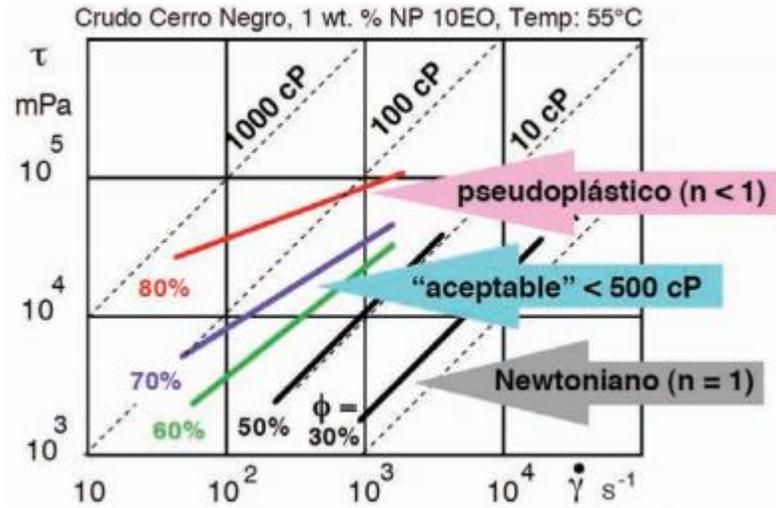


Figura 9. Comportamiento reológico de emulsiones crudo-agua. (Brancho 1982)
Fuente: Universidad de los Andes.

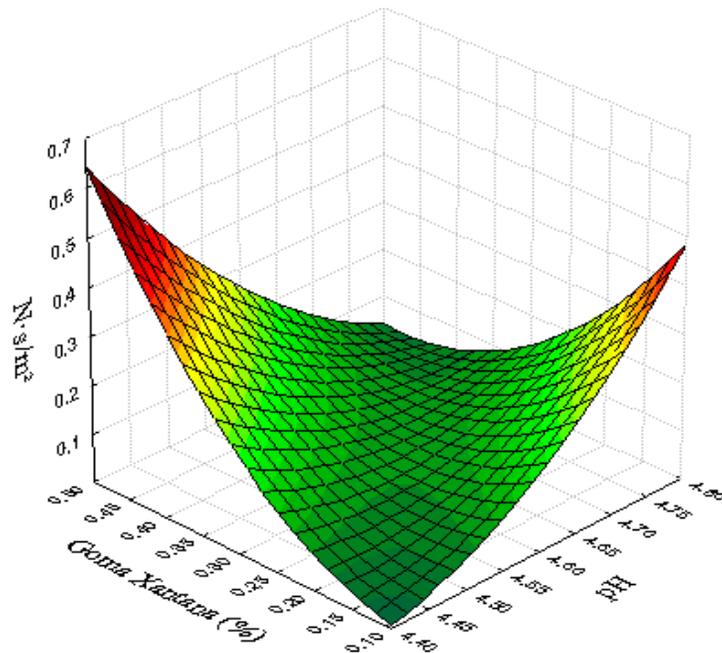


Figura 10. Efecto del pH y goma xantana en los valores de viscosidad (N·s/m²) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

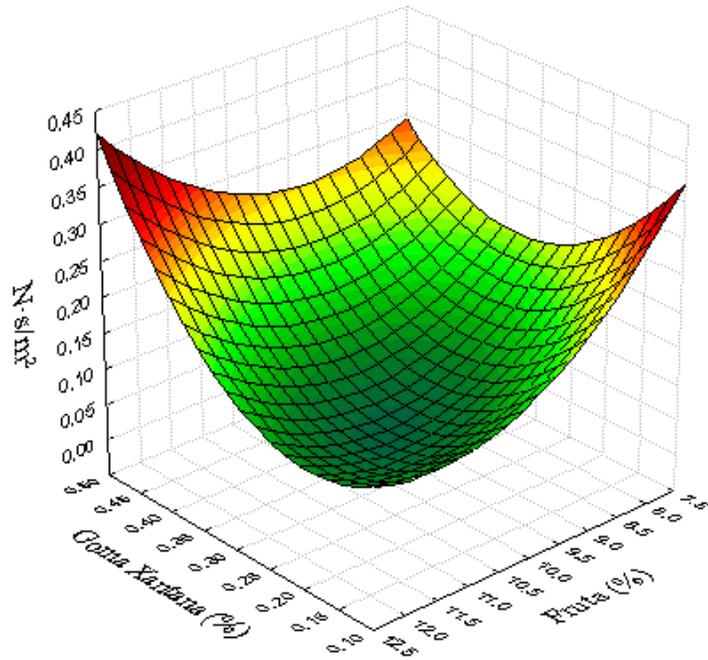


Figura 11. Efecto del porcentaje de fruta y goma xantana en los valores de viscosidad ($N \cdot s/m^2$) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

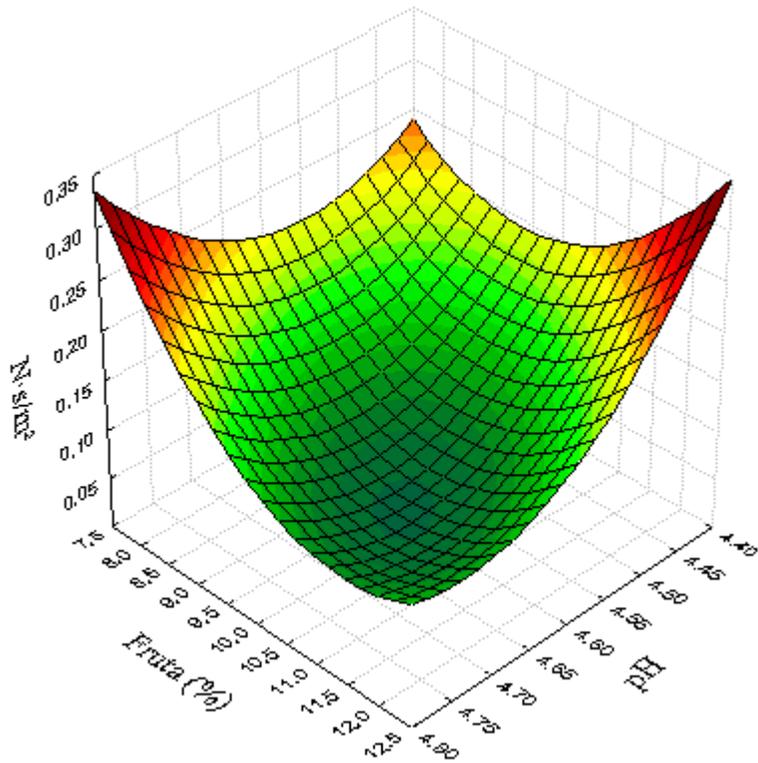


Figura 12. Efecto del porcentaje de fruta y pH en los valores de viscosidad ($N \cdot s/m^2$) de las formulaciones de la bebida a base de suero de leche.

Función de utilidad. Cuando se tiene más de una variable dependiente, generalmente el interés es encontrar los valores operacionales óptimos de las variables independientes que cumplan simultáneamente todos los requisitos necesarios de las variables dependientes. Se debe encontrar una serie de condiciones operacionales que optimice todas las respuestas, o que las mantenga en rangos deseables (Calado y Montgomery 2003).

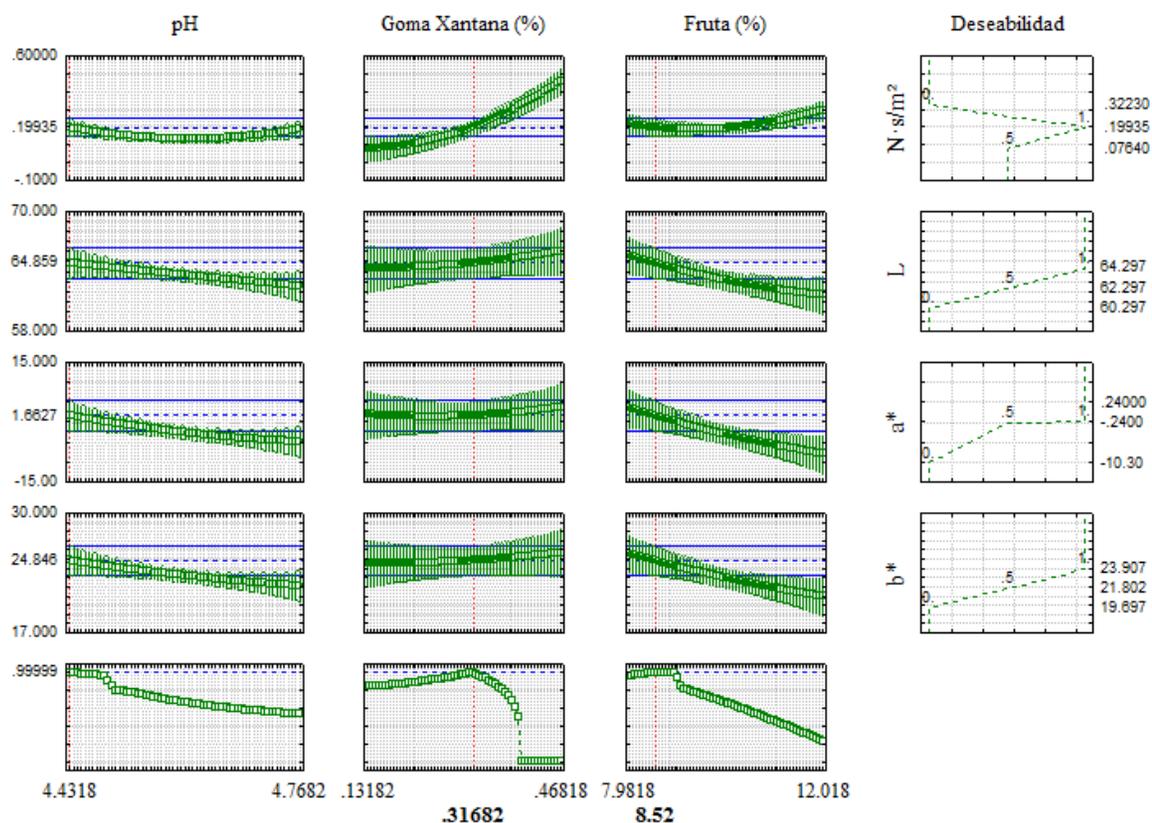


Figura 13. Función de utilidad para la optimización de bebida fortificada, a base de suero con sabor a mango.

Se utilizó un procedimiento de optimización con restricción. Como criterio para la respuesta deseada, se le asignaba un valor de 1, y si la respuesta no era óptima se asignaba un valor de 0. De este modo la función de utilidad seleccionó las variables independientes para maximizar la deseabilidad global.

Para la función de utilidad fueron consideradas las variables dependientes: viscosidad ($N \cdot s/m^2$) y color en las escalas de L, a^* , y b^* debido a que estas son las variables de mayor importancia en las características deseadas basadas en criterios tecnológicos para la elaboración de una bebida fortificada sabor a mango a base de suero de leche. Para viscosidad ($N \cdot s/m^2$) se buscaron los valores intermedios, para L, a^* y b^* los valores mayores. Basado en la escala de color HunterLab establecida en ColorHexa® para el color deseado. Tomando como criterio el color #ffbff00 con tonalidades similares al tono naranja deseado que aporta el mango.

Análisis sensorial. El uso de análisis sensoriales para evaluar múltiples factores en los productos desarrollados por la industria es uno de los mejores respaldos para corroborar como éste podría llegar a impactar en su destino final. Existen una variedad de análisis y evaluaciones que determinan qué tan aceptable es un producto hasta su descripción específica y cada uno de sus atributos en comparación a otros o un control. En el cuadro 10 se muestran los diferentes tratamientos y su nivel de aceptación basado en una escala hedónica de 5 puntos con el uso de caritas siendo 1 me disgusta y 5 me gusta mucho.

Cuadro 10. Efecto de la combinación de pH, goma xantana y fruta natural en la aceptación general de la bebida.

Tratamiento	pH	Goma Xantana (%)	Fruta (%)	Aceptación
1	4.5	0.2	8.8	4.60 ± 0.84 a
2	4.7	0.2	8.8	3.80 ± 1.39 abcd
3	4.5	0.4	8.8	4.90 ± 0.31 a
4	4.7	0.4	8.8	4.40 ± 0.69 a
5	4.5	0.2	11.2	4.50 ± 1.26 a
6	4.7	0.2	11.2	4.20 ± 1.31 abc
7	4.5	0.4	11.2	3.80 ± 1.22 abcd
8	4.7	0.4	11.2	3.10 ± 1.79 cd
9	4.4	0.3	10.0	4.30 ± 0.08 ab
10	4.8	0.3	10.0	4.30 ± 1.25 ab
11	4.6	0.1	10.0	4.20 ± 0.42 abc
12	4.6	0.5	10.0	2.80 ± 1.75 d
13	4.6	0.3	8.0	3.90 ± 0.99 abcd
14	4.6	0.3	12.0	-
15	4.6	0.3	10.0	3.20 ± 1.75 bcd
16	4.6	0.3	10.0	5.00 ± 0.00 a
17	4.6	0.3	10.0	4.60 ± 1.26 a
18	4.6	0.3	10.0	3.90 ± 1.10 abcd
19	4.6	0.3	10.0	4.30 ± 1.05 ab
20	4.6	0.3	10.0	4.40 ± 0.84 a

CV = 28.15, R² = 0.21, Valor F = 2.50, Pr > F 0.0002

Los tratamientos fueron estadísticamente diferentes (P < 0.0002) pero no estadísticamente significativos. Siendo el tratamiento 16 el que obtuvo la mejor puntuación de los panelistas, y el menos aceptado el tratamiento 12. Igualmente se puede observar cómo los tratamientos 1 a 20, a excepción del 8, 12, y 15 no tuvieron diferencia estadística significativa respecto al tratamiento 16 que tuvo la mayor aceptación. Está claro que los tratamientos con un menor valor de pH (los más ácidos) tienden a ser más aceptables debido a que entre más cerca del punto isoeléctrico tienen mayor precipitación de las proteínas y menor sabor y olor (Moncada 2005). De igual manera, los tratamientos con alto contenido de fruta enmascaran el sabor y olor del suero dándole una mayor aceptación a los panelistas. Además, los sabores como maracuyá y mango son de alta aceptación por los consumidores

en especial en países latinoamericanos debido a su similitud al sabor de la fruta misma como en las bebidas con estos sabores, el mayor contenido de frutas genera una alta aceptación por su contenido de azúcares que es de 38° Brix, lo que concuerda con el estudio de Grández en 2008. Sus resultados describen cómo la relación acidez Brix es inversamente proporcional y como éste genera una mayor aceptación por el consumidor.

Todos los tratamientos a excepción del 8, 12 y 15 muestran diferencia estadística significativa del resto de los tratamientos en aceptación general, se puede observar como estos tienen valores levemente similares respecto a pH y porcentaje de fruta. Además, el uso de gomas sí generó una mayor aceptación de la bebida sin embargo, éstos al alcanzar un mayor contenido de gomas crean una respuesta negativa por parte de los panelistas. Esto es similar a lo expresado por Migdalia *et al.* en 2010 donde probó tres niveles de goma guar en una bebida fermentada a base de suero lácteo y concluyó que la dosis de mayor aceptación era de 0.25% y no la más alta utilizada con valores de 0.3%.

Finalmente es importante mencionar que el tratamiento número 14 no obtuvo una evaluación sensorial debido a su conteo de coliformes por el método de vertido en placa. El cual no alcanzó los niveles aceptados por el RTCA como se mostró en el cuadro 5.

El tratamiento 16 presentó un valor de 5 en la escala de prueba hedónica de aceptación conteniendo una formulación con 10% de fruta y 0.3% de goma xantana adicionando a un suero con pH de 4.6. Sin embargo, esta no tiene diferencia estadística significativa entre ninguno de los tratamientos a excepción del 8, 12, y 15. Los panelistas mostraron tendencia de aceptación a sueros más ácidos con niveles medios de fruta, sin embargo, un suero muy ácido crea menor aceptación.

Datos nutricionales. El tamaño de porción y los VRN se determinaron en relación a una bebida de frutas según el FDA en 2016 como se puede observar en la figura 14. Este debe contener entre 240 a 250 mL, sin embargo, fue descrito en la etiqueta como 250 g por su relación 1:1 peso: volumen. El contenido calórico aportado por una porción de 100 g de la bebida es menor a 40 g razón por la cual puede ser declarado como lite o ligero. El contenido de grasa para una porción de 250 g es de 1 g. Éste se declara como libre o exento de grasa debido a que contiene menos de 0.5 g de grasa en una porción de 100g. De igual manera su contenido de colesterol es de 2 g por porción y no contiene más de 2 g de grasas saturadas éste igualmente se declara como bajo o libre en colesterol. Su contenido de azúcar es bajo debido a que no contiene más del 25% por porción. Sin embargo, contiene 140 mg de sodio por porción de 250 g lo cual se declara como contenido bajo en sodio debido a que una porción de 100 g contiene solamente 0.056 g de sodio valor que no sobrepasa los 0.12 g de sodio por porción de 100 g pero es mayor a 0.04 g de sodio por cada 100 g de porción según declara FAO para declaración de contenido muy bajo. Respecto a proteína este no genera ningún aporte significativo debido a que solamente contiene 2 g por porción. Cabe recalcar que se puede declarar como alto en vitamina A, y la riboflavina por su aporte de 20% del VRN para ambos al igual que la vitamina B12 y calcio con un 10% del VRN. Se declaró como excelente fuente de vitamina C y hierro debido a que éstos aportan un 80 y 90% de su VRD respectivamente. Finalmente el contenido de tiamina, vitamina B6 y Zinc no son

significativos pero si generan un aporte de 6, 4 y 2% respectivamente. El folato no es un aporte a la dieta del consumidor.

Además de su aporte nutricional esta bebida puede ser catalogada como una bebida funcional debido a su contenido de proteínas de leche la cual contribuyen al sistema inmunológico y previenen enfermedades cardiovasculares al igual que la formación de tejidos, y el desarrollo del sistema nervioso. Por su contenido de amino ácidos esenciales, su valor biológico es alto en comparación a otras proteínas. Su calidad proporciona nitrógeno en un patrón equilibrado de aminoácidos esenciales y no esenciales establece Jovanovic *et al.* en 2005. Todas las proteínas del suero tienen diferentes funciones biológicas, entre sus principales beneficios destaca: la prevención de cáncer de mama, incremento de niveles de glutatión, antimicrobianas, mejor respuesta de saciedad, prebiótico y defensa contra enfermedades cardiovasculares como menciona Marshal en 2004.

Nutrition Facts	
Datos de Nutrición	
Serving Size (250g) / Tamaño por Ración (250g)	
Servings Per Container / Raciones por Envase	
Amount Per Serving / Cantidad por Ración	
Calories / Calorías 100	Calories from Fat / Calorías de Grasa 10
% Daily Value / % Valor Diario*	
Total Fat / Grasa Total 1g	2%
Saturated Fat / Grasa Saturada 0.5g	3%
Trans Fat / Grasa Trans 0g	
Cholesterol / Colesterol 5mg	2%
Sodium / Sodio 140mg	6%
Total Carbohydrate / Carbohidrato Total 24g	8%
Dietary Fiber / Fibra Dietética 1g	4%
Sugars / Azúcares 22g	
Protein / Proteínas 2g	
Vitamin A / Vitamina A	20%
Vitamin C / Vitamina C	80%
Calcium / Calcio	10%
Iron / Hierro	90%
Thiamin / Tiamina	6%
Riboflavin / Riboflavina	20%
Vitamin B6 / Vitamina B6	4%
Folate / Folate	0%
Vitamin B12 / Vitamina B12	10%
Zinc / Zinc	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 de 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 necesite.	
	Calories: / Calorías: 2,000 2,500
Total Fat / Grasa Total	Less than / Menos de 65g 80g
Saturated Fat / Grasa Saturada	Less than / Menos de 20g 25g
Cholesterol / Colesterol	Less than / Menos de 300mg 300mg
Sodium / Sodio	Less than / Menos de 2,400mg 2,400mg
Total Carbohydrate / Carbohidrato Total	300g 375g
Dietary Fiber / Fibra Dietética	25g 30g
Calories per gram: / Calorías por gramo:	
Fat/Grasa 9 • Carbohydrate/Carbohidrato 4 • Protein/Protéina 4	

Figura 14. Tabla nutricional de tratamiento 16 para bebida fortificada sabor a mango.

El Decreto No. 54 – 2010 Ley del Vaso de Leche para el fortalecimiento a la merienda escolar en Honduras establece en el 2010 que a todos los niños en edad escolar que asistan a un centro estudiantil se les debe proporcionar con un vaso de 200 mL de leche pura de vaca no reconstituida esto por un periodo de 200 días siendo esto un año lectivo. Este criterio fue tomado basado en el aporte nutricional y los suplementos vitamínicos y energéticos que la leche como tal debe aportar. Razón por la cual se elaboró una comparación entre datos nutricionales de la bebida de suero sabor a mango y los de la leche

elaborado por la empresa LACTHOSA como ilustrado en la figura 15. Se puede observar como el aporte proteico de la bebida de suero con frutas es mucho menor al de la leche sienta esta de 2 g para una porción de 250 mL y 6.2 g para una porción de 200 mL respectivamente. Basado en una regla de tres el aporte proteico para las bebida fortificada sabor a mango y de un vaso de leche entera con 3% de grasa es de 0.8 g y de 3.1 g para una porción de 100 g respectivamente. Esto debido a la elaboración del queso en la cual se retiene la mayoría de las proteínas de la leche. Además se puede observar como el aporte de Vitamina A, C y Hierro es mucho mayor en la bebida de suero en comparación con un vaso de leche causado por la adición del fortificante Premix KEL – 32. Sin embargo la leche es una mejor fuente de ácido fólico y minerales como el calcio en comparación a la bebida con fruta de mango.

Datos nutricionales

Información Nutricional

Tamaño de la porción/ serving size:	200 ml.
Porción por envase/ serving per Container:	5
Calorías (Kcal.) Calories	116
Grasa Total / Total fat 7.5 g	12%
Proteína / protein 6.2 g	12%
Carbohidratos / Carbohydrates 9g	2.8%
Vitamina /Vitamin A 520UI	_____
Vitamina / Vitamin D 100 UI	_____
Vitamina/ Vitamin C 12mg	20%
Ácido Fólico /folic acid 32ug	16%
Calcio/ Calcium 228 mg	28%
Hierro 1.12 mg	8%

*El porcentaje del valor diario está basado para una dieta de 2,000 calorías/
percent daily values are base don a 2000 calorie diet.

Figura 15. Etiqueta nutricional de leche fluida entera con un 3% de grasa marca LACTHOSA.

(Fuente: Lacthosa)

Determinación de costos variables. Con la finalidad de comparar los costos de la bebida fortificada a base de suero sabor a mango se evaluaron los costos variables para las diferentes combinaciones establecidas. Se calcularon los costos para una presentación de 1 L y su elaboración en la Planta de Lácteos de Zamorano como lo muestra el Cuadro 11.

En este análisis se pueden observar los costos variables para los tratamientos. Se utilizaron las presentaciones de 1 L y 50 L debido a que éste puede ser vendido en grandes cantidades o producido y luego envasado de forma individual en presentaciones personales respectivamente. Cabe mencionar que no incluye el precio de un yogo el cual es reutilizable razón por la cual no eleva de forma significativa los costos, sin embargo, el uso de botellas desechables de 1 L a un precio unitario de L .0.6 éste si crea un leve aumento en los costos del producto final.

Cuadro 11. Costos variables para bebidas de suero sabor a mango en presentaciones de un yogo (50 L) y 1 L.

Tratamiento	pH	Goma Xantana (%)	Fruta (%)	Presentación 1 L	Presentación 50 L
1	4.5	0.2	8.8	3.25	162.50
2	4.7	0.2	8.8	3.25	162.50
3	4.5	0.4	8.8	3.26	162.76
4	4.7	0.4	8.8	3.26	162.76
5	4.5	0.2	11.2	3.67	183.28
6	4.7	0.2	11.2	3.67	183.28
7	4.5	0.4	11.2	3.67	183.54
8	4.7	0.4	11.2	3.67	183.54
9	4.4	0.3	10.0	3.46	173.02
10	4.8	0.3	10.0	3.46	173.02
11	4.6	0.1	10.0	3.46	172.80
12	4.6	0.5	10.0	3.46	173.24
13	4.6	0.3	8.0	3.11	155.55
14	4.6	0.3	12.0	3.81	190.49
15	4.6	0.3	10.0	3.46	173.02
16	4.6	0.3	10.0	3.46	173.02
17	4.6	0.3	10.0	3.46	173.02
18	4.6	0.3	10.0	3.46	173.02
19	4.6	0.3	10.0	3.46	173.02
20	4.6	0.3	10.0	3.46	173.02

Basado en criterios de costos variables para la elaboración de los diferentes tratamientos se puede determinar que la bebida con mayor factibilidad para producción es el tratamiento 13 con un costo de L. 155.55 para una presentación de 50 L esto debido a que su bajo contenido

de frutas y gomas disminuyen los costos de la misma. De igual manera no presenta diferencia estadística significativa entre ninguno de los tratamientos a excepción del 8, 12, y 15 razón por la cual el consumidor final no crea preferencia hacia ninguno de los otros tratamientos evaluados. Tanto los aspectos tecnológicos de viscosidad y color, como las pruebas sensoriales reflejan similitud en las formulaciones de los tratamientos razón por la cual el criterio basado en costos no presenta ninguna diferencia significativa en la aceptación del consumidor final.

4. CONCLUSIONES

- Basado en criterios tecnológicos como viscosidad y color el tratamiento óptimo predicho por el modelo contiene 0.3% de goma xantana, 8.5% de fruta con un suero a pH de 4.4.
- El uso de goma xantana como espesante incrementa la palatabilidad de la fruta creando una bebida que presenta resultados positivos para el aprovechamiento de un subproducto lácteo.
- La bebida que obtuvo un mayor valor de aceptación contenía un 10% de fruta, 0.3 % de goma xantana en un suero a pH de 4.6, ésta no presenta diferencia estadística significativa entre ningún tratamiento a excepción del 8, 12 y 15 además es excelente fuente de vitamina C y hierro, alto en vitamina A, B12, riboflavina, y calcio aportando beneficios nutricionales para la alimentación de niños en edad escolar.
- Tanto el tratamiento óptimo como los análisis sensoriales demuestran niveles similares en la formulación de la bebida fortificada a base de suero razón por la cual el uso del tratamiento con menor costo no presenta ninguna diferencia significativa en la aceptación del consumidor final.
- El incremento en porcentaje de fruta y goma utilizados en conjunto con suero lácteo a pH de 4.8 a 4.4 presentan un incremento en la viscosidad de la bebida.

5. RECOMENDACIONES

- Evaluar el uso de otras gomas, frutas y químicos como sorbatos en la elaboración de la bebida y comparar su aceptación sensorial en relación a los análisis fisicoquímicos y cómo estos pueden alargar la vida anaquel.
- Comparar el uso de suero como sustituto parcial en bebidas a base de agua con sabores de fruta para disminuir la contaminación y el desecho del mismo.
- Evaluar los tratamientos de mayor aceptación en un grupo más amplio con el uso de ambos géneros en edades escolares (6 – 12 años) y de mayor conocimiento por medio de entrenamientos previos a la evaluación final.
- Impulsar el consumo de la bebida en sectores rurales con altos índices de desnutrición o malnutrición informando y educando a los consumidores o proveedores sobre su contenido de vitaminas y minerales además de su valor funcional.
- Estandarizar el pH del suero por medio de un recibo adecuado de la leche cruda a una acidez adecuada y controlar el flujo de proceso para elaboración de queso Zamorella.

6. LITERATURA CITADA

Aguilar, Iván, Jose Luis Vivero, Patricia Domínguez, Roberto Cabrera, Ramón Guevara. AECID. Situación alimentaria y nutricional en el corredor seco de centro américa. 2010. 12 p. (En línea) Disponible en: <http://bvssan.incap.int/local/cambio-climatico/Corredor-Seco.pdf>

Alvarado Gilces, Johanna Elizabeth. 2015. Desarrollo de una bebida de naranja (*Citrus sinensis*) con apio (*Apium graveolens*) y chía (*Salvia hispánica*). 54 p. Consultado el: 17 de octubre de 2016. (En Línea) Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4532/1/AGI-2015-004.pdf>

Angioloni, Alessandro. La goma xantana en la industria alimentaria. Aditivos Alimentarios Emilio Peña S.A. 3 p. Consultado 2 de octubre de 2016. (En línea) Disponible en: http://www.aditivosalimentarios.es/php_back/portada/archivos/Xantana.pdf

Argueta, Roger. FAO. "Sacamos Producción Debajo de las Piedras": Realidades en el Corredor Seco Hondureño. 2015. Comunicaciones FAO. (En línea) Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/pesa-centroamerica/noticias/detail-events/es/c/346142/>

Arazo, Migdalia; Casales, Yaumara; duarte, Cira; Hernandez, Aldo. 2010. Evaluación de estabilizadores para la elaboración de una bebida fermentada de suero. Consultado 19 de octubre de 2016. (En línea) Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/307512735_EVALUACION_DE_ESTABILIZADORES_PARA_LA_ELABORACION_DE_UNA_BEBIDA_FERMENTADA_DE_SUERO

Aurica But, Camelia. 2015. Obtención de panes libres de gluten: efecto estructural de distintos hidrocoloides sobre masas panarias de maíz. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. Consultado el 17 de octubre de 2016. (En Línea) Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56732/BUT%20-%20OBTENCI%20C3%29N%20DE%20PANES%20LIBRES%20DE%20GLUTEN%20A%20EFECTO%20ESTRUCTURAL%20DE%20DISTINTOS%20HIDROCOLOIDES%20SOBRE%20MA...pdf?sequence=1>

Ávila Pineda, Giovanna Teresa, Fonseca Moreno, Maria Mercedes. 2008. Calidad microbiológica d jugos preparados en hogares de bienestar familiar en la zona norte de Cundinamarca. Facultad de ciencias. Pontificio Universidad Javeriana. 57p. Consultado el 19 de octubre de 2016. (En Línea) Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis105.pdf>

Barrios, Marcelo. 2012. Marketing de la Experiencia: principal conceptos y características. Palermo Business Review No.7. 24 p. Consultado el 15 de octubre de 2016. (En Línea) Disponible en: http://www.palermo.edu/economicas/PDF_2012/PBR7/PBR_04MarceloBarrios.pdf

Box G. y N. Draper 1959. A Basis for the Selection of a Response Surface Design. Journal of the American Statistical Association. 54 (287): 622-654.

Brookfield Ameter. 2016. Laboratory Viscometer Application Data Sheet. Néctar (Apricot, Various Flavors). Consultado el 16 de octubre de 2016. (En Línea) Disponible en: <http://www.brookfieldengineering.com/education/applications/laboratory-nectar-apricot-various-flavors.asp>

Calado V, Montgomery D. 2003. Planejamento de Experimentos usando o Statistica. Lívia Krykhtine. Rio de Janeiro-Brasil. E-papers Serviços Editoriais Ltda. 260 p.

ColorHexa. 2016. #ffbff00 color information. Consultado el: 31 de octubre de 2016. (En Línea) Disponible en: <http://www.colorhexa.com/ffbf00>

Foegeding, E. and P. Luck. 2002. Whey protein products. 1957-1960. In: Caballero, B., L. Trugo, P. Finglas. Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition. Academic Press, New York.

García M. Auris, Pacheco-Delahaye, Emperatriz. 2009. Evaluación de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico. Universidad central de Venezuela. 13 p Consultado el: 17 de octubre de 2016. (En Línea) Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v37n4/art09.pdf>

García Garibay, Mariano, Rodolfo Quintero Ramírez, Agustín López-Munguía Canales. Biotecnología alimentaria. 1993. Editorial Limusas. 636 p. (En línea) Disponible en: https://books.google.hn/books?id=2ctdvBnTa18C&pg=PA197&dq=suero+de+queso&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwizicTyl_nLAhXH7hoKHTNGB34Q6AEIITAB#v=onepage&q=suero%20de%20queso&f=false

Gómez Palomares, Omar. 2004. Dependencia en la temperatura de los cambios en atributos sensoriales, degradación de ácido ascórbico e inactivación enzimática durante el tratamiento de pasteurización en puré y néctar de tamarindo. Universidad de las Américas Puebla. 85 p. Consultado el: 17 de octubre de 2016. (En Línea) Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mca/gomez_p_o/referencias.html

Grández Gil, Gerardo. 2008. Evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones. Facultad de ingeniería de la Universidad de Piura. 92 p. Consultado el: 17 de octubre de 2016. (En Línea) Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1553/ING_464.pdf?sequence=1

Hernandez Alvarado, Hilda Rosario. 2010 Secretario de Estado en el Desarrollo Social. Decreto No. 54 – 2010 Ley del Vaso de Leche para el fortalecimiento a la merienda escolar. Diario La Gaceta. Consultado el 29 de Octubre de 2016. (En línea) Disponible en: [http://www.poderjudicial.gob.hn/CEDIJ/Leyes/Documents/Ley%20del%20vaso%20de%20leche%20para%20el%20fortalecimiento%20a%20la%20merienda%20escolar%20\(0,5mb\).pdf](http://www.poderjudicial.gob.hn/CEDIJ/Leyes/Documents/Ley%20del%20vaso%20de%20leche%20para%20el%20fortalecimiento%20a%20la%20merienda%20escolar%20(0,5mb).pdf)

Jelen, P. 2003. Whey processing. Utilization and Products. 2739-2745. In: H. Roginski, J.W. Fuquay and P.F. Fox. Encyclopedia of Dairy Sciences. Academic Press, London, UK.

Jovanovic, S. Barac, M. y Macej, O. 2005. Whey proteins Properties and Possibility of application. Mlikrestavo 233p.

LACTHOSA. 2016. Leche Entera en UHT. Datos nutricionales. Consultado el 29 de Octubre de 2016. (En línea) Disponible en: http://lacthosa.com/marcas_in_productos.php?cat=1&marca=16&prod=36

Londoño Uribe, Margarita Maria; Sepulveda Valencia, Jose Uriel; Hernandez Monzón, Aldo; Parra Suescún, Jaime Eduardo. 2008. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. Consultado el 15 de octubre de 2016. (En línea) Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a17v61n1.pdf>

Marshall, K. 2004. Therapeutic application of whey protein alternative Medicine Review. 233p.

Mieles Cedeño, Mary Cruz; Yépez Tamayo, Lucía Daniela. 2015. Utilización de suero ácido y goma xanthan en la elaboración de un néctar de naranja. Universidad san francisco de quito usfq colegio ciencias e ingenierías. Consultado el 15 de octubre de 2016. (En línea) Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5643/1/122806.pdf>

Moncada Reyes, Marvin Leonel. 2005. Efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del queso Zamorano. Escuela Agrícola Panamericana. 41 p. Consultado el 15 de octubre de 2016. (En línea) Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1078/1/AGI-2005-T021.pdf>

Olivares García, Maria Dolores. 2014. Efecto de la adición de ingredientes funcionales en el comportamiento reológico y la textura de puré de patada (*cv. Kennebec*) fresco y congelado. Universidad Politécnica de Madrid. 352 p. Consultado el 15 de octubre de 2016. (En línea) Disponible en: [http://oa.upm.es/29109/1/MARIA DOLORES OLIVARES GARCIA.pdf](http://oa.upm.es/29109/1/MARIA_DOLORES_OLIVARES_GARCIA.pdf)

OPS, INCAP. Perfil nutricional de los hogares en los municipios del corredor seco de Honduras. 2010. 33 p (En línea) Disponible en: [http://www.paho.org/hon/index.php?option=com docman&task=doc view&gid=349&Itemid=211](http://www.paho.org/hon/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=349&Itemid=211)

PMA Programa Mundial de Alimentos. 2011. 300 mil niños sufren desnutrición en Honduras. Consultado el 4 de noviembre de 2016. (En línea) Disponible en: <http://es.wfp.org/content/300-mil-ni%C3%B1os-sufren-desnutrici%C3%B3n-en-honduras>

Quicazán, Martha Cecilia; Sandoval, Angelica; Padilla, German. sf.. Evaluación de la fermentación de bebida de soya con un cultivo láctico. Revista colombiana de biotecnología. Consultado el 15 de octubre de 2016. (En línea) Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4808872.pdf>

Ramírez Navas, Juan Sebastián. 2006. Introducción a la reología de los alimentos. Universidad del Valle, Colombia. 47p. Consultado el 4 de noviembre de 2016. (En línea) Disponible en: https://books.google.hn/books?id=IVCAQal_ePkC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false

Rocha G. 2009. Obtenção e Caracterização de Filmes Biodegradáveis a partir de Misturas de Amido de Mandioca e Extrato Protéico de Soja [Disertación]. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-Rio de Janeiro. 75 p.

Rojas G, Orlanfo. 1999. Introducción a la reología. Cuaderno FIRP SS20-B. Universidad de los Andes. Facultad de Ingenieria. 24p. Consultado el 2 de noviembre de 2016. (En línea) Disponible en: <http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S520B.pdf>

RTCA Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.50:80. 2009 Alimentos. Criterios Microbiológicos para la inocuidad de alimentos. Anexo de resolución No. 243-2009. 39 p. Consultado el 15 de octubre de 2016. (En línea) Disponible en: file:///C:/Users/pedro.morales/Downloads/RTCA%20Criterios_microbiologicos.pd.pdf

Teba C. 2014. Desenvolvimento e caracterização de farinhas mistas extrudadas de arroz e concentrado proteico de soro de leite bovino para a elaboração de biscoitos e mingaus [Tesis]. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-Rio de Janeiro. 192 p.

Thompson DR. 1982. Response surface experimentation. *Journal of Food Process and Preservation* 6: 155 p.

Thongsobat W., A. Sirichote y S. Chanthachum. 2007. The production of guava juice fortified with dietary fiber. Tesis, Songklanakarin J. Sci. Technol., p 187-196.

Torres, Ramiro; Monetes, Everaldo J; Perez, Omar A.; Andrade, Ricardo D. 2013. Relación del Color y del Estado de Madurez con las Propiedades Fisicoquímicas de Frutas Tropicales. Universidad de Córdoba, Departamento de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingenierías, Colombia. Consultado el: 23 de octubre de 2016. (En línea) Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v24n3/art07.pdf>

Vela-Gutierrez, Gilber; Maricruz Castro Mundo, Adriana Caballero Roque, Julio Balinas Díaz. Bebida prebiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras. 2012. Ediciones ReCiTelA. Cali, Colombia. 20 p. Consultado el: 12 de abril de 2016. (En línea) Disponible en: https://books.google.hn/books?id=ST0WZQD-yoMC&pg=PA15&dq=lactosuero&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj8ob_c0cHLAhVE9h4KHVHQC6IQ6AEIJDAB#v=onepage&q=lactosuero&f=false

7. ANEXOS

Anexo 1. Separación de medias del efecto en la combinación de pH, goma xantana y de fruta natural en la viscosidad de la bebida.

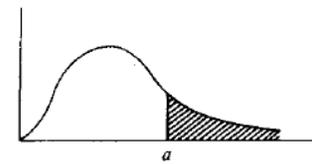
Tratamiento	pH	Goma Xantana (%)	Fruta (%)	Viscosidad (cP)
1	4.5	0.2	8.8	120.67 ± 3.80 E
2	4.7	0.2	8.8	113.52 ± 2.09 FG
3	4.5	0.4	8.8	322.37 ± 2.61 A
4	4.7	0.4	8.8	288.80 ± 3.30 B
5	4.5	0.2	11.2	291.80 ± 5.57 B
6	4.7	0.2	11.2	95.98 ± 9.61 I
7	4.5	0.4	11.2	111.00 ± 5.67 HG
8	4.7	0.4	11.2	112.85 ± 3.73 G
9	4.4	0.3	10.0	108.00 ± 4.03 H
10	4.8	0.3	10.0	117.37 ± 2.01 FE
11	4.6	0.1	10.0	107.40 ± 0.69 H
12	4.6	0.5	10.0	180.90 ± 11.73 C
13	4.6	0.3	8.0	96.84 ± 2.88 I
14	4.6	0.3	12.0	134.40 ± 2.59 D
15	4.6	0.3	10.0	80.58 ± 1.55 J
16	4.6	0.3	10.0	82.20 ± 3.67 J
17	4.6	0.3	10.0	82.20 ± 3.67 J
18	4.6	0.3	10.0	84.57 ± 1.54 J
19	4.6	0.3	10.0	83.08 ± 2.83 J
20	4.6	0.3	10.0	83.37 ± 3.72 J

CV = 2.24, R² = 0.99, Valor F = 2172.80, Pr > F < .0001

Anexo 2. Conteo en placa con ABRV para bebida.



Anexo 3. Tabla Distribucion F significativo para una $P < 0.05$.



Grados de libertad del denominador	Grados de libertad del numerador																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	161,40	199,50	215,70	224,60	230,20	234,00	236,80	238,90	240,50	241,90	243,90	245,90	248,00	249,10	250,10	251,10	252,20	253,30	254,30
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,25	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13

* Multiplicar por 100.

Anexo 4. Toma de pH en suero.



Anexo 5. Ejemplo de prueba sensorial con escala hedónica de 5 puntos.

Prueba con escala hedónica
Bebida de suero Fortificada

Nombre:

Instrucciones: Por favor pruebe la siguiente muestra y elija la puntuación según la tabla:

				
<input type="radio"/>				

Comentarios:

Instrucciones: Por favor pruebe la siguiente muestra y elija la puntuación según la tabla:

				
<input type="radio"/>				

Comentarios:

Instrucciones: Por favor pruebe la siguiente muestra y elija la puntuación según la tabla:

				
<input type="radio"/>				

Comentarios:

Gracias por su colaboración.

Anexo 6. Distribución aleatoria para análisis sensorial.

# TRT	Codigo	# REP	SUJETO #1	SUJETO #2	SUJETO #3	SUJETO #4	SUJETO #5
1	A	1	A H O B	I P C J	Q D K R	E L S F	M T G N
2	B	2	A E I M	P S B F	J N Q T	C G K O	R D H L
3	C	3	S H Q A	T I G P	J B F N	K C R L	O D M E
4	D	4	A H O B	I P C J	Q D K R	E L S F	M T G N
5	E	5	A E I M	P S B F	J N Q T	C G K O	R D H L
6	F	6	S H Q A	T I G P	J B F N	K C R L	O D M E
7	G	7	A H O B	I P C J	Q D K R	E L S F	M T G N
8	H	8	A E I M	P S B F	J N Q T	C G K O	R D H L
9	I	9	S H Q A	T I G P	J B F N	K C R L	O D M E
10	J	10	A H O B	I P C J	Q D K R	E L S F	M T G N
11	K	11	A E I M	P S B F	J N Q T	C G K O	R D H L
12	L						
13	M						
14	N						
15	O						
16	P						
17	Q						
18	R						
19	S						
20	T						

Anexo 7. Siembra en ABRV de trt para prueba de coliformes totales.



Anexo 8. Certificado de Premix KEL – 032.

USOS
NOTA: La premezcla PREMIX KEL-032 fue desarrollada para la Fortificación de Leche Fluida siguiendo el Etiquetado Nutricional indicado en el empaque del producto
DOSIFICACION: Esta premezcla está diseñada para agregar 2.0Kg de PREMIX KEL-032/ 10,000 litros de leche.
ALMACENAMIENTO: El producto debe ser almacenado en contenedores herméticamente cerrados y protegidos de la luz y de la humedad ambiental. Debe almacenarse a una temperatura menor de 25°C.



Ing. Heidi Gómez
Jefe de Aseguramiento de Calidad
PRODIPA, S. A.
TEL (502) 2471-4049
calidad@prodipasa.com

