

Desarrollo de una bebida nutritiva a partir de lactosuero, zumo de naranja (*Citrus sinensis*) y zanahoria (*Daucus carota*) edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana* b.)

Development of a nutritional drink from whey, orange juice (*Citrus sinensis*) and carrot (*Daucus carota*) sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana* b.)

Olivia Magaly Luque Vilca ⁽¹⁾
oluque@unaj.edu.pe – Universidad Nacional de Juliaca
<https://orcid.org/0000-0002-9000-4624>
Lenin Quille Quille ⁽¹⁾
l.quille@unaj.edu.pe – Universidad Nacional de Juliaca
<https://orcid.org/0000-0003-3824-5268>
Senobia Rocío Portada Mamani
sr.portadam@unaj.edu.pe – Universidad Nacional de Juliaca
<https://orcid.org/0000-0003-4412-7946>
Fiorella Pilar Aruahuanca Ordoñez ⁽¹⁾
fiorella246@gmail.com – Universidad Nacional de Juliaca
<https://orcid.org/0000-0002-5612-5801>
Edson Enrique Luque Vilca
cpcedson23@gmail.com – Universidad Nacional de Juliaca
<https://orcid.org/0009-0001-8943-9364>

(1) Grupo de investigación e innovación tecnológica de ingeniería en industrias alimentarias. Universidad Nacional de Juliaca.

Recibido el 02/04/23 | Aceptado el 24/04/23

DOI: <https://doi.org/10.47190/nric.v4i2.237>

Resumen

La presente investigación describe el proceso de desarrollo de una bebida nutritiva a partir de lactosuero, zumos de naranja y zanahoria edulcorada con stevia. Aplicando para el proceso de formulación el Diseño de Box-Behnken. Para el análisis sensorial se realizó a los 03 tratamientos que tuvieron mejores características fisicoquímicas, empleando escala hedónica de 1 a 5 puntos. A la bebida con mayor aceptabilidad se evaluó la vida útil en función al pH, utilizando el método de pruebas acelerada a temperaturas de 4°C, 20°C, 30°C. Se encontró que la adición del porcentaje de lactosuero y zumo de zanahoria no influye significativamente en el pH y °Brix, mientras que el zumo de naranja influye sobre el porcentaje de acidez. El tiempo de vida útil en función al pH fue a 4 °C (95.58 días), 20 °C (5.36 días) y 30°C (52.60 días). La bebida con mayor aceptabilidad sensorial contiene 50% de zumo de naranja, 20% de lactosuero y 7.5% de zumo de zanahoria siendo su composición 0.53% de proteína, 0.02% de grasa, 0.17% de carbohidratos, 0.54% de ceniza y presentó ausencia de *Escherichia coli*.

Palabras claves: *Análisis fisicoquímico, evaluación sensorial y vida útil.*

Abstract

This research describes the development process of a nutritional beverage made from whey, orange and carrot juices sweetened with stevia. The Box-Behnken Design was applied for the formulation process. Sensory analysis was performed on the 03 treatments with the best physicochemical characteristics, using a hedonic scale of 1 to 5 points. The beverage with the best acceptability was evaluated for shelf life as a function of pH, using the accelerated testing method at 71 °C, 20 °C, 30 °C. It was found that the addition of the percentage of whey and carrot juice did not significantly influence pH and °Brix, while orange juice influenced the percentage of acidity. The shelf life as a function of pH was at 4 °C (95.58 days), 20 °C (5.36 days) and 30°C (52.60 days). The beverage with the highest sensory acceptability contained 50% orange juice, 20% whey and 7.5% carrot juice, with a composition of 0.53% protein, 0.02% fat, 0.17% carbohydrates, 0.54% ash and the absence of *Escherichia coli*.

Keywords: *physicochemical analysis, sensory evaluation and shelf life.*

Como citar: Luque-Vilca, O. M., Quille-Quille, L., Portada-Mamani, S. R., Aruahuanca-Ordoñez, F. P. & Luque-Vilca, E. E. (2023). Desarrollo de com bebida nutritiva a partir de lactosuero, zumo de naranja (*Citrus sinensis*) y zanahoria (*Daucus carota*) edulcorada com stevia (*Stevia rebaudiana* b.). ÑAWPARISUN – Revista de Investigación Científica de Ingenierías, 4(2), 71-80.

Introducción

La industria alimentaria busca constantemente desarrollar productos saludables y nutritivos que se adapten a las necesidades del consumidor actual. En este contexto, se ha desarrollado bebidas nutritivas a partir de lactosuero, zumo de naranja, zumo de zanahoria, entre otros insumos edulcorada con stevia, panela, que son alternativas interesantes que combina ingredientes nutritivos y beneficiosos para la salud. El lactosuero, uno de los insumos de esta bebida, que es un subproducto de la elaboración del queso (Gantumur et al., 2023) y a nivel mundial se genera de 180 a 190 millones de toneladas por año que contiene una gran cantidad de proteínas de alta calidad como la lactoalbúmina y lactoglobulina, además contiene vitaminas y minerales esenciales para el organismo; también es rico en aminoácidos esenciales y no esenciales, necesarios para la síntesis de proteínas y el mantenimiento de la masa muscular (Adolfo & Huertas, 2008). Varios estudios han demostrado que el consumo de proteínas de suero de leche puede mejorar la composición corporal, reducir la inflamación y mejorar la función inmunológica, debido a su fácil digestión, porque el organismo la absorbe mucho más rápido que cualquier otra proteína, además reduce la presión arterial, disminuye los niveles de colesterol, contribuye a la pérdida de peso y cuida la flora intestinal.

El zumo de naranja, otro de los ingredientes principales de esta bebida, que es una fuente rica en vitamina C (40.6 mg/100 ml), antioxidantes (Lee & Coates, 1999) y fibra dietética. La vitamina C es un antioxidante importante que ayuda a combatir los radicales libres y proteger el cuerpo de los daños oxidativos, por lo que refuerza el sistema inmunológico (Gordon et al., 2020). Además, la fibra dietética presente en el zumo de naranja puede mejorar la salud intestinal y reducir el riesgo de enfermedades crónicas como la enfermedad cardiovascular y la diabetes tipo 2, además es rico en sales minerales, como el potasio y calcio. La zanahoria, el tercer insumo de esta bebida, es una fuente rica en minerales, fibra, proteínas y antioxidantes (Purewal et al., 2023) como los carotenoides (β -caroteno) y otros compuestos bioactivos como el ácido fenólico, flavonoides, poliacetileno y ácido ascórbico (Anjani et al., 2022), que tienen efectos beneficiosos para la salud ocular (Kamel et al., 2023), el sistema inmunológico y la salud cardiovascular, además, la vitamina A es esencial para la salud de la piel, debido que los compuestos bioactivos como las 72 itosinas proinflamatorias y antiinflamatorias, reducen el estrés oxidativo, y los componentes inmunitarios regulan los niveles de leucocitos, antígenos, inmunoglobulinas e histamina que convierte a las zanahorias en una fuente de alimento funcional con potencial para prevenir y tratar diversas enfermedades (Anjani et al., 2022).

Finalmente, la Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es un edulcorante natural y saludable que se ha utilizado como alternativa al azúcar debido a sus propiedades edulcorantes sin calorías y bajo índice glucémico (Khakpai et al., 2023), siendo su nivel de dulzor de 300 veces más dulce que la sacarosa. Además, la stevia es considerado un bioedulcorante con importantes propiedades funcionales y bajo en calorías, con efectos beneficiosos para la salud, incluyendo la regulación de los niveles de glucosa en sangre y la reducción de la presión arterial, por lo que se puede evitar enfermedades con la diabetes, la obesidad y el sobrepeso (Putnik et al., 2020). Por lo expuesto el objetivo de la presente investigación es desarrollar una bebida a partir del lactosuero, zumo de naranja y zanahoria edulcorada con stevia con características fisicoquímicas y sensoriales aceptables.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Juliaca y laboratorios de análisis químicos & servicios (LAQ&S) – Arequipa.

Se trabajó con muestras de lactosuero dulce obtenidas de la elaboración de queso fresco, zumo de naranja de la variedad valenciana (proveniente de la provincia de Sandia, Puno) y zumo de zanahoria de variedad chantenay.

Obtención del Lactosuero dulce

Al recepcionar la leche bajo una inspección rigurosa, se filtró a través de una tela fina para separar las impurezas, se pasteurizó a 65°C por 30 minutos, enfriando a 40°C para la adición del cuajo y se dejó reposar por 30 minutos para su coagulación, posteriormente se realizó los cortes respectivos y se dejó en reposo por 5 minutos para realizar el batido durante 15 minutos, nuevamente se dejó en reposo por 1 a 2 minutos para el desuerado y obteniendo el lactosuero dulce.

Tratamiento del lactosuero

Se aplicó la metodología seguida por Cotera, (2014) y con algunas modificaciones, se pasteurizó el lactosuero dulce a 70°C por 30 minutos, posteriormente se refrigeró a 4°C por 24 horas, finalmente se filtró para separar los restos de cuajada.

Extracción de zumo de naranja y zanahoria

Para la extracción de zumos se siguió la metodología aplicada por Coronado, (2019) con algunas modificaciones, realizando la recepción, selección, lavado, pelado, troceado, escaldado (se sumergió en agua caliente a 65°C x 5 minutos para inhibir la acción enzimática de la zanahoria), extracción de zumo, se realizó utilizando una máquina exprimidora de jugos (para la naranja) y extractora (para la zanahoria), finalmente se filtró para evitar la presencia de sólidos en suspensión en la bebida nutritiva.

Obtención de la bebida nutritiva a partir de lactosuero, zumo de naranja y zanahoria edulcorada con Stevia

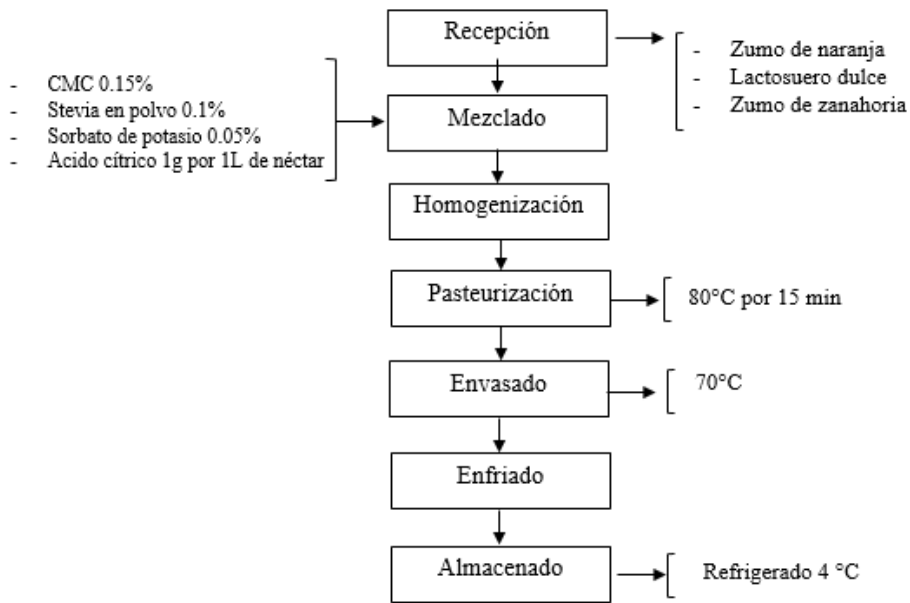


Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de la bebida nutritiva
Fuente: Adaptado de Campos, (2019).

Metodología Experimental

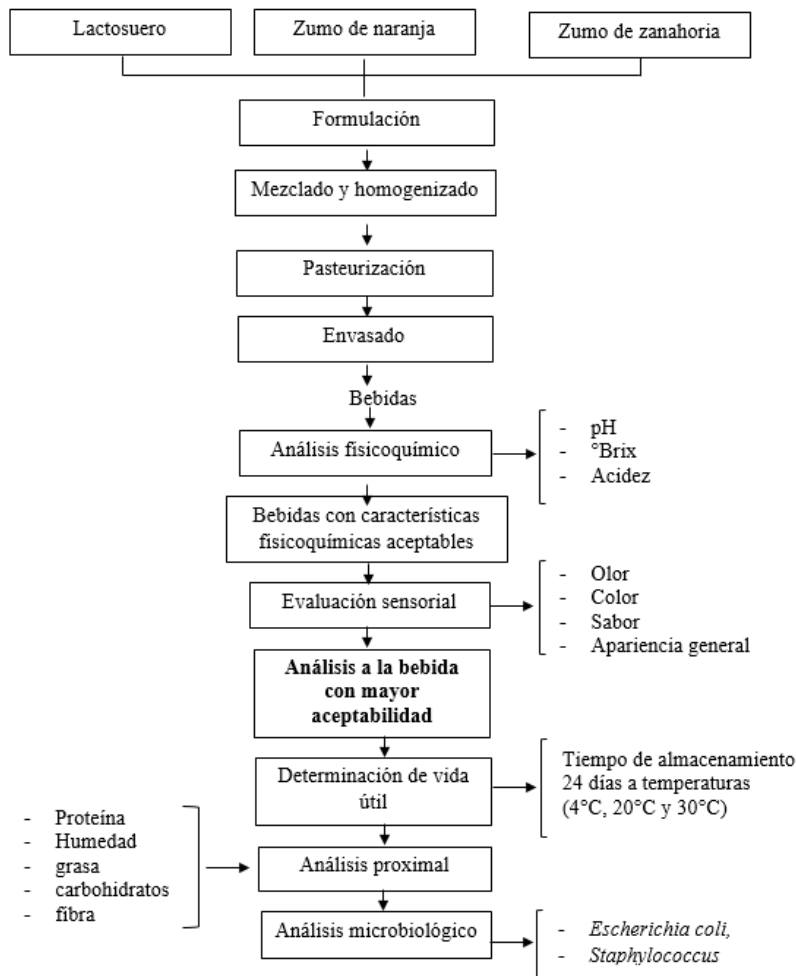


Figura 2. Diagrama experimental para el desarrollo de la bebida nutritiva.

Determinación de las características fisicoquímicas

Para la determinación del pH y de los grados Brix se utilizaron métodos del potenciómetro y refractómetro respectivamente (Cavalcanti et al., 2006) y la acidez titulable según la metodología aplicada por Cañizares et al., (2009). Los datos obtenidos se procesaron con la metodología de superficie de respuesta conducidos bajo el diseño Box Behnken al 5% de nivel de significancia.

Evaluación de la aceptabilidad sensorial

Se efectuó con 86 panelistas (consumidores), empleando una escala hedónica de 1 a 5 puntos, los datos obtenidos se procesaron mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) y prueba de tukey al 5% de significancia.

Evaluación de la vida útil

Se efectuó en función al pH, se almacenaron durante 24 días a temperaturas (4°C, 20°C y 30°C) bajo el método de pruebas aceleradas utilizando la ecuación de Arrhenius.

Análisis proximal y microbiológico

El análisis proximal y microbiológico se realizó al mejor tratamiento. Para evaluar el contenido de proteína (método Kjeldahl), humedad (método gravimétrico), grasa (soxhlet), ceniza (método gravimétrico), carbohidratos (obtenido por diferencia), fibra (por digestión ácida y neutralización con NaOH y posterior calcinación a 550°C) y energía total. Para el análisis microbiológico se aplicó el método recuento en placa para la determinación de las unidades formadoras de colonia (u.f.c.) en las muestras de la bebida nutritiva respecto a los microorganismos (*Escherichia coli*, *staphylococcus*).

Resultados y discusión

Características fisicoquímicas de las materias primas

En la Tabla 1, se presenta los resultados de las características fisicoquímicas de las materias primas (lactosuero dulce, zumo de naranja y zumo de zanahoria) que se utilizó para la elaboración de la bebida nutritiva.

Tabla 6. Características de la fisicoquímica de las materias primas.

Muestra	pH	°Brix	Acidez (%).
Lactosuero dulce	6.6	5.50	0.1
Zumo Naranja	3.4	10.0	0.9
Zumo zanahoria	5.6	10.7	0.2

Las características del lactosuero reportan un valor de 5.9 °Brix, pH equivalente a 6.1 y acidez de 0.108% (Campos, 2019), y el pH obtenido se encuentra ligeramente superior a lo reportado, mientras que los grados brix y la acidez muestran valores similares, que se debe posiblemente a que la composición del

lactosuero varía en función al procedimiento y tipo de queso.

En el zumo de naranja de la variedad valenciana presento 3.4 de pH, 10 °Brix y 0.9% de acidez, mostrando resultados similares respecto al pH y grados Brix a lo reportado por Aucayauri, (2011) que obtuvo las siguientes características fisicoquímicas en la naranja valenciana: 10.2 °Brix, pH 3.4 y 0.58 % de acidez expresado en ácido cítrico, que es inferior a la acidez obtenida, la cual posiblemente sea influida por el estado de madurez de la naranja.

Los valores obtenidos de pH (5.6) y 0.2% de acidez de zumo de zanahoria a excepción de los grados brix (10.7) son similares a lo reportado por Dussán-Sarria et al., (2015) pH (5.9), 0.2 de porcentaje de acidez titulable y 8 °Brix, que posiblemente es influido por la variedad, índice de madurez y entre otros factores de cosecha y post cosecha.

Características fisicoquímicas de la bebida nutritiva

En la tabla 2, se presenta los resultados de las características fisicoquímicas (pH, °Brix y porcentaje de acidez) de los 15 tratamientos conducidos según la matriz del diseño Box Behnken.

Tabla 2. Resultados de las características fisicoquímicas de los 15 tratamientos.

Numero de Tratamientos	Naranja %	Lactosuero %	Zanahoria %	pH	°Brix	Acidez (% ac. cítrico)
1	50	20	7.5	3.9	8.0	0.6
2	60	20	7.5	3.9	8.9	0.7
3	50	30	7.5	3.9	8.1	0.6
4	60	30	7.5	3.9	9.2	0.7
5	50	25	5	3.9	8.3	0.6
6	60	25	5	3.9	8.7	0.7
7	50	25	10	4.0	8.4	0.6
8	60	25	10	3.9	9.2	0.7
9	55	20	5	3.9	8.2	0.6
10	55	30	5	3.9	8.6	0.7
11	55	20	10	3.9	8.5	0.7
12	55	30	10	3.9	9.1	0.7
13	55	25	7.5	3.9	8.7	0.7
14	55	25	7.5	3.9	7.8	0.7
15	55	25	7.5	3.8	7.1	0.7

Según la tabla 2, se muestran los resultados de las características fisicoquímicas (pH, °Brix y acidez) de los 15 tratamientos, con respecto al pH se encuentran entre los valores de 3.8 a 4.0. Según NTP, (2009) para jugos, néctares y bebidas de frutas, se establece que el pH debe ser menor a 4.5, como se puede observar los 15 tratamientos están dentro de los parámetros establecidos según la NTP, por otro lado, Campos, (2019) desarrolló una bebida nutritiva a base de lactosuero con jugo de naranja de los análisis realizados en la mejor formulación obtuvo pH de 4.12, asimismo Coterá, (2014) en la elaboración de un néctar a base de lactosuero y carambola edulcorado con stevia, en su mejor tratamiento determinó un pH de 3.72.

Con respecto al porcentaje de acidez, se presentaron valores entre 0.6% a 0.7%, que están por encima de 0.2% establecido por NTP, (2009) para jugos, néctares y bebidas de frutas, que indica que la acidez

no debe ser inferior a lo establecido, esto se debe posiblemente por que se adicionó mayor porcentaje de zumo de naranja según las formulaciones establecidas.

En cuanto al grado Brix se obtuvo valores de 7.1 a 9.2, según la NTP, (2009), para jugos, néctares y bebidas de frutas deben contener una cantidad de sólidos solubles o grados °Brix de 10 como mínimo. Así también, Campos, (2019) obtuvo 14 °Brix en una bebida nutritiva a base de lactosuero con jugo de naranja como se puede observar según los resultados los grados Brix reportados es menor por que se utilizó como edulcorante la stevia, que concuerda con lo reportado por Cotera, (2014) que en la elaboración de un néctar de lactosuero y carambola edulcorado con stevia obtuvo 7 °Brix, la cual es ligeramente menor a los resultados obtenidos de algunos tratamientos, esto se debería a la proporción de zumo de zanahoria de modo que al aumentar la concentración de zumo de zanahoria tendrá más contenido de sólidos solubles.

Efecto del lactosuero, zumos de naranja y zumo de zanahoria en las características fisicoquímicas de la bebida nutritiva

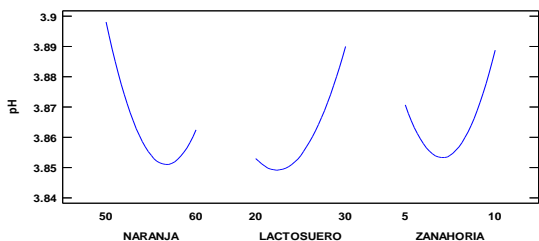


Figura 3. Gráfica de efectos del porcentaje de lactosuero, zumos de naranja y zanahoria respecto al Ph.

Según la figura 3, se observa que el pH es inversamente proporcional al porcentaje de zumo de naranja hasta llegar al 58%, este comportamiento es similar a Coronado, (2019) quien indica que al aumentar la proporción de jugo de naranja influye en la disminución del pH del producto. Y conforme se incrementa el lactosuero hasta al menos el 24%, disminuye el pH, por encima de ello se observa incremento de dichos valores, obteniendo similar comportamiento por el estudio de Ordoñez, (2021) que menciona que a mayor porcentaje de suero el valor del pH es menor y la adición del porcentaje del zumo de zanahoria influye de manera similar que con la adición del lactosuero respecto a los niveles de pH.

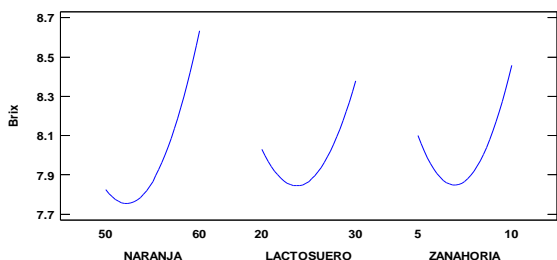


Figura 4. Gráfica de efectos del porcentaje del lactosuero, zumos de naranja y zumo de zanahoria respecto al °Brix.

En la figura 4, se observa que a medida que aumenta el porcentaje de zumo de naranja hasta al menos el

54%, los grados brix disminuye y seguidamente asciende. Y al incrementar el lactosuero hasta 24% disminuye el contenido de los grados brix y posteriormente asciende, este comportamiento es similar a lo reportado por Ordoñez, (2021) donde menciona que mayor porcentaje de lactosuero que contenga la bebida, mayor será los grados brix, esto se debe a que el suero de leche contiene hidratos de carbono en forma de lactosa o azúcar de leche y finalmente para el caso del porcentaje de zumo zanahoria respecto a los grados brix es inversamente proporcional hasta llegar a 6.5% y luego asciende, Coronado, (2019) indica que los grados brix depende de la proporción de jugo de zanahoria de modo que al aumentar la concentración de jugo de zanahoria tendrá más contenido de sólidos solubles, no habiendo diferencias significativas entre los porcentaje de lactosuero, zumos de naranja y zumo de zanahoria respecto al contenido de grado brix.

En la figura 5, se observa que conforme se aumenta el porcentaje de zumo de naranja a la formulación los valores de la acidez incrementa, según Coronado, (2019) al aumentar el jugo de naranja aumenta la acidez del producto, con la adición del lactosuero no existe influencia significativa a la acidez y solo se observa una ligera disminución de la acidez al incrementar los porcentajes de lactosuero por encima de 25%, este comportamiento de disminución es similar a lo reportado por Ordoñez, (2021), finalmente para el zumo de zanahoria ocurre el mismo comportamiento que para el lactosuero.

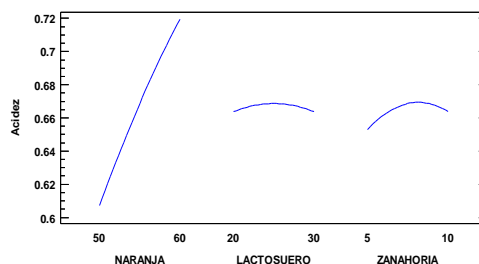


Figura 5. Gráfica de efectos principales de las variables del porcentaje del Lactosuero, zumos de naranja y zanahoria respecto al porcentaje de acidez.

Evaluación de la aceptabilidad sensorial de la bebida nutritiva edulcorada con stevia y con características fisicoquímicas aceptables

La evaluación sensorial se realizó a los tratamientos T1, T5, T9; estos fueron seleccionados de los 15 tratamientos desarrollados; teniendo en cuenta que sus características fisicoquímicas cumplan con los parámetros establecidos según la NTP, (2009). La evaluación sensorial se realizó con 86 panelistas no entrenados entre las edades de 19 a 41 años, empleando una escala hedónica de 1 a 5 puntos, con el propósito de medir el grado de aceptación de la bebida nutritiva. En la Tabla 3, se presenta los atributos evaluados de olor, color, sabor y apariencia general, los datos se analizaron mediante el Análisis de Varianza (ANOVA) y prueba de comparación múltiple de Tukey

Tabla 3. *Análisis de varianza de la evaluación de la aceptabilidad sensorial de los atributos de la bebida nutritiva.*

Atributos	F.V.	Modelo	Tratamiento	Jueces	Error	Total
OLOR	SC	53.08	0.8	52.28	81.27	134.95
	GL	87	2	85	170	257
	CM	0.61	0.4	0.62	0.48	
	F	1.27	0.83	1.28		
	P-Valor	0.0965	0.4382	0.0906		
COLOR	SC	58.68	12.86	45.82	94.47	153.15
	GL	87	2	85	170	257
	CM	0.67	6.43	0.54	0.56	
	F	1.21	11.57	0.97		
	P-Valor	0.143	<0.0001	0.556		
SABOR	SC	59.67	0.03	59.64	96.64	156.31
	GL	87	2	85	170	257
	CM	0.69	0.02	0.7	0.57	
	F	1.21	0.03	1.23		
	P-Valor	0.1503	0.9731	0.1247		
APARIENCIA GENERAL	SC	47.74	3.47	44.27	91.86	139.6
	GL	87	2	85	170	257
	CM	0.55	1.74	0.52	0.54	
	F	1.02	3.21	0.96		
	P-Valor	0.4591	0.0427	0.5693		

Luego de validar los datos estadísticamente, se concluyó que no existe diferencias significativas entre los tres tratamientos respecto a los atributos olor y sabor, mientras que T1 (Naranja 50%, lactosuero 20% y zanahoria 7.5%) fue la bebida nutritiva más aceptable respecto a los atributos color y apariencia general tal como se observa en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. *Prueba de comparación múltiple de tukey al 5% para el atributo color.*

Tratamientos	Medias	N	E.E.	
T1	4.10	86	0.08	A
T9	3.81	86	0.08	B
T5	3.56	86	0.08	B

Tabla 5. *Prueba de comparación múltiple de tukey al 5% para la apariencia general.*

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	3.90	86	0.08	A
T5	3.71	86	0.08	A B
T9	3.62	86	0.08	B

Tabla 6. *Resultados del comportamiento de los valores de pH durante 24 días.*

N° de días	Valores de pH		
	4°	20°C	30°C
0	3.93	3.93	3.93
2	4.00	4.00	3.95
4	4.01	4.01	3.99
6	4.01	4.02	4.04
8	4.04	4.06	4.03
10	4.04	4.06	4.08
12	4.06	4.06	4.11
14	4.05	4.10	4.13
16	4.08	4.11	4.15
18	4.09	4.13	4.18
20	4.10	4.15	4.19
22	4.11	4.15	4.18
24	4.12	4.16	4.20

Determinación de vida útil de la bebida nutritiva edulcorada con stevia

Se evaluó el tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial, que corresponde al T1 (Naranja 50%, lactosuero 20% y zanahoria 7.5%), determinando la vida útil de la bebida en función al pH, previo acondicionamiento de las muestras en medio de refrigeración (4°C) y a temperaturas de 20 y 30°C dicha evaluación se controló cada 2 días por un periodo de 24 días bajo la metodología de pruebas aceleradas, cuyos resultados se presentan en la tabla 6.

Con la información de la tabla 6, se graficó la variación del pH vs el tiempo de almacenamiento (días) a temperaturas de 4°C, 20°C y 30°C y se determinó la regresión lineal simple para identificar el orden de reacción cero (figura 6) y orden de reacción uno (figura7) bajo los coeficientes de determinación (R²) y el valor de k.

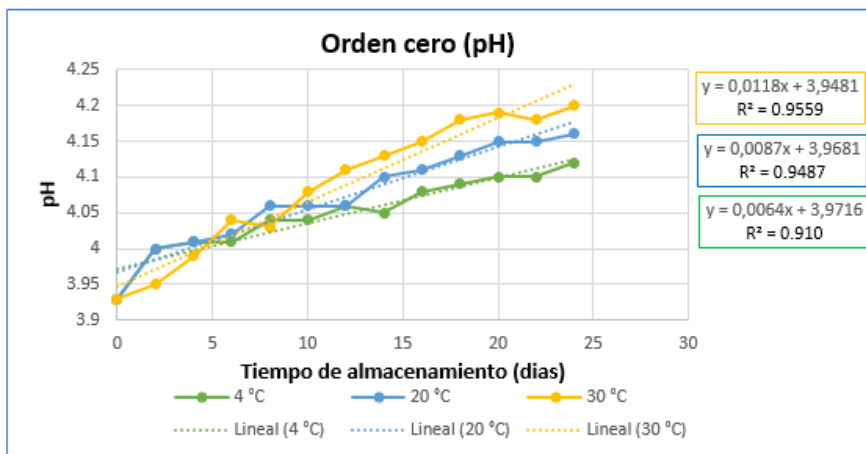


Figura 6. Variación del pH respecto al tiempo de almacenamiento en el orden de reacción cero.

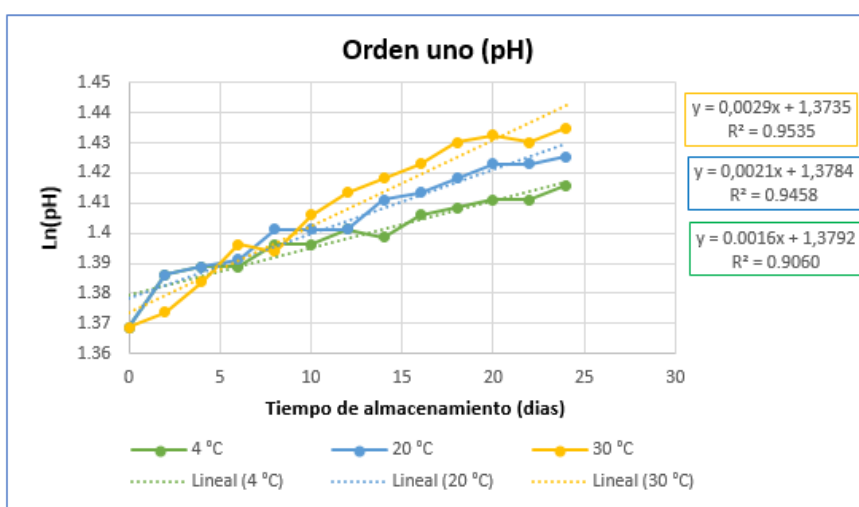


Figura 7. Variación del pH respecto al tiempo de almacenamiento en el orden de reacción uno.

Tabla 7. Coeficientes de determinación (R²) para el pH.

Pruebas fisicoquímicas	Temperatura	R ²	
		Orden cero	Orden uno
pH	4	0.9103	0.9066
	20	0.9487	0.9458
	30	0.9559	0.9535

En la Tabla 7, se observa el cálculo de los coeficientes de determinación (R²) para el pH a diferentes temperaturas (4°C, 20°C y 30°C), identificando que la reacción fue de orden cero (n=0) por presentar mayores coeficientes de determinación (R²).

Tabla 8. Constantes de velocidad del pH a temperaturas (4°C, 20°C y 30°C).

Pruebas fisicoquímicas	T °C	T °K	K	1/T	Ln (K)
pH	4	277	0.0064	0.00361011	-5.05145729
	20	293	0.0087	0.00341297	-4.74443225
	30	303	0.0118	0.00330033	-4.43965575

En la Tabla 8, la inversa de la temperatura previa transformación de grados Celsius a grados Kelvin, se calculó el logaritmo neperiano de los valores K (constante de velocidad). Con los valores se procedió a graficar la relación de Ln (K) versus 1/T para el (pH) tal como se muestra en la figura 8.

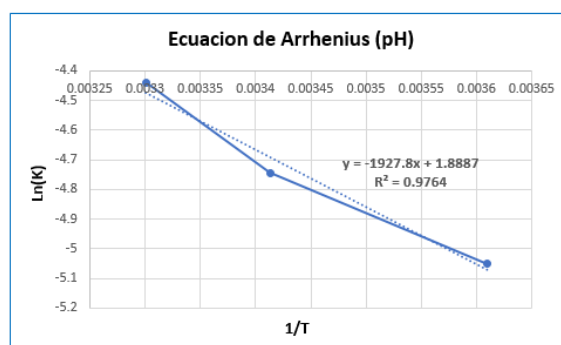


Figura 8. Logaritmo natural de K en función de la inversa de la temperatura del pH.

En la figura 8, se observa la ecuación que corresponde a la linealización del modelo matemático de Arrhenius, la pendiente permite calcular los valores de la energía de activación (E_a) del pH.

$$E_a = -m * R$$

$$pH \rightarrow E_a = 1927.8 * R = 1927.8 * 0.008314 \frac{KJ}{mol \cdot K} = 16.02 kJ/mol$$

Cálculo de la vida útil con la ecuación de Arrhenius

Con la ecuación de Arrhenius de la figura 8; se calculó las constantes velocidad (k) del pH a temperaturas de almacenamiento de 4°C, 20°C y 30°C.

$$\ln(k) = -\frac{E_a}{R} * \frac{1}{T} + \ln(A)$$

$$y = mx + b$$

$$pH \rightarrow \ln(k_{4°C}) = -1927.8 * \frac{1}{273 + 4} + 1.8887 = -5.0708$$

$$k_{4°C} = 0.0062 (días)^{-1}$$

$$pH \rightarrow \ln(k_{20°C}) = -1927.8 * \frac{1}{273 + 20} + 1.887 = -4.6908$$

$$k_{20°C} = 0.0091 (días)^{-1}$$

$$pH \rightarrow \ln(k_{30°C}) = -1927.8 * \frac{1}{273 + 30} + 1.887 = -4.4736$$

$$k_{30°C} = 0.0114 (días)^{-1}$$

Con las constantes de velocidad obtenidas y el límite de aceptabilidad para el pH de 4.5 según Courreges, (2020), se determinó el tiempo de vida útil a las temperaturas de almacenamiento de 4°C, 20°C y 30°C. Se utilizó la ecuación cinética de orden cero.

$$B = B_0 + kt$$

B₀= valor inicial del pH 3.9 B = valor limite del pH 4.5

$$pH \rightarrow t_{4°C} = \frac{4.5 - 3.9}{0.0062} = 95.58 \text{ días}$$

$$pH \rightarrow t_{20°C} = \frac{4.5 - 3.9}{0.0091} = 65.36 \text{ días}$$

$$pH \rightarrow t_{30°C} = \frac{4.5 - 3.9}{0.0114} = 52.60 \text{ días}$$

Tabla 9. Resultados del Tiempo de vida útil de la bebida nutritiva en función al pH.

Temperatura	pH
4 °C	95.58 días
20 °C	65.36 días
30 °C	52.60 días
Energía de activación	16.02 KJ/mol

El pH es importante en la conservación de alimentos e influye en el crecimiento de los diferentes tipos de bacterias. Como se observa en la tabla 6, el valor pH es menor a 4.3, la cual podría evitar la presencia de microorganismos patógenos en la bebida nutritiva.

Análisis proximal y microbiológico de la bebida nutritiva

El análisis proximal (tabla 10) y microbiológico (tabla 11) se realizó al tratamiento T1, que fue seleccionado tomando en cuenta las características fisicoquímicas y la evaluación sensorial, que tuvo una formulación de: naranja 50%, lactosuero 20% y zanahoria 7.5%.

Tabla 10. Análisis proximal de la bebida nutritiva.

Análisis	Resultado
Humedad (%)	91.74
Cenizas (%)	0.54
Proteína total N*625 (%)	0.53
Grasa cruda (%)	0.02
Fibra cruda (%)	0.10
Carbohidratos (%)	7.17
Energía total exp. En kcal	30.98

El contenido de proteína de la bebida fue 0.53%, está por encima de lo especificado según la NTE, (2012) que establece un valor mínimo de 0.4% de proteína en bebidas de suero. En la investigación de Courreges, (2020) obtuvo 0.4% de proteína logrando solo el valor mínimo, por otro lado Encinas, (2014) obtuvo 1.2% de proteína en la elaboración de una bebida a base de lactosuero con adición de frutas, que posiblemente sea influida por la composición nutricional de las frutas.

Respecto a los porcentajes de humedad fue 91.74 % y grasa 0.02%, son menores a los valores reportados por Courreges, (2020) que presentó 93.8% de agua, 0.1% de grasa. Mientras que se obtuvo valores mayores respecto al porcentaje de ceniza 0.54%, y carbohidratos 7.17 %.

Tabla 11. Análisis microbiológico de la bebida nutritiva.

Parámetro	observación
<i>Escherichia coli</i> UFC/g	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	< 100

En la tabla 11, se observa los resultados obtenidos de análisis microbiológico al tratamiento con mejores características fisicoquímicas y sensoriales expresados en ufc/g resultando la ausencia de *Escherichia coli* y 1 UFC/g de *Staphylococcus aureus*, por lo tanto se puede mencionar que cumplen con los parámetros microbiológicos según la NTP, (2009), lo que nos indica que la bebida nutritiva se encuentra en óptimas condiciones microbiológicas y apto para el consumo.

Conclusión

Durante el desarrollo de la bebida nutritiva a partir de lactosuero, zumo de naranja y zanahoria, edulcorada con Stevia; la formulación con mayor aceptabilidad contiene 50% de zumo de naranja, 20% de lactosuero dulce, y 7.5% de zumo de zanahoria, que presenta 0.53% de proteínas, 0.54% de ceniza, 0.02% de grasa, 7.17% de carbohidratos, y 30.98 Kcal de energía, además cumple con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Siendo su vida útil de 95.58 días (a 4°C), 65.58 días (a 20°C), y 52.60 días (a 30°C) en función al pH. Por lo que es una alternativa saludable y atractiva para los consumidores que puede contribuir a satisfacer la demanda del consumidor por productos más saludables y nutritivos, que combina ingredientes ricos en nutrientes y beneficiosos para la salud; mientras que la utilización de la stevia como edulcorante natural puede reducir la ingesta de azúcar y proporcionar beneficios adicionales para la salud que se convierte en una tendencia cada vez más relevante en la industria alimentaria.

Referencias bibliográficas

- Adolfo, R., & Huertas, P. (2008). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. In *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* (Vol. 62, Issue 1).
- Anjani, G., Ayustaningwarno, F., & Eviana, R. (2022). Critical review on the immunomodulatory activities of carrot's β -carotene and other bioactive compounds. *Journal of Functional Foods*, 99, 105303. <https://doi.org/10.1016/J.JFF.2022.105303>
- Aucayauri, E. N. (2011). *Estudio de la cinética de degradación térmica del ácido ascórbico durante la pasteurización del zumo de naranja valencia (Citrus sinensis)*.
- Campos, Y. (2019). *Formulación y elaboración de una bebida nutritiva a base de lactosuero con jugo de naranja (Citrus sinensis)*. Universidad Nacional de Cajamarca - Facultad de Ciencias Agrarias - Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
- Cañizares, A. E., Bonafine, O., Laverde, D., Rodríguez, R., & Méndez Natera, J. R. (2009). Caracterización química y organoléptica de néctares a base de frutas de lechosa, mango, parchita y lima. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(1), 74–79.
- Cavalcanti, A., Forte de Oliveira, K., Silva, P., Vitoriano, M., Pereira de Costa, S. K., & Fernandes, F. (2006). *Determinação dos Sólidos Solúveis Totais (OBrix) e pH em Bebidas Lácteas e Sucos de Frutas Industrializados*.
- Coronado, R. (2019). *Elaboración de Una Bebida con Extracto de Zanahoria (Daucus Carota) Combinado con Zumo de Mandarina (Citrus Reticulata) y Naranja Agria (Citrus Aurantium) y Evaluación de su Capacidad Antioxidante*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental.
- Cotera, M. A. (2014). *Evaluación de las características organolépticas al sustituir agua por lactosuero y estevia (stevia rebaudiana Bertoni) por azúcar en el néctar de carambola (Averrhoa carambola L.)*. Universidad Nacional del Centro de Perú -Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
- Courreges, K. (2020). *Caracterización nutricional de un néctar elaborado a partir de lactosuero dulce, y Myrciaria dubia (Camu-Camu) edulcorado con Stevia rebaudiana (Stevia)*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - Programa Académico de Nutrición y Dietética.
- Dussán-Sarria, S., Garcia-Mogollon, C. A., & Gutiérrez-Guzmán, N. (2015). Cambios físico-químicos y sensoriales producidos por el tipo de corte y empaque en zanahoria (*Daucus carota* L.) mínimamente procesada. *Informacion Tecnologica*, 26(3), 63–70. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000300010>
- Encinas, R. (2014). Elaboración de una bebida a base de lactosuero con la adición de fruta de la región. In *Universidad nacional de la Amazonia Peruana*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
- Gantumur, M. A., Sukhbaatar, N., Shi, R., Hu, J., Bilawal, A., Qayum, A., Tian, B., Jiang, Z., & Hou, J. (2023). Structural, functional, and physicochemical characterization of fermented whey protein concentrates recovered from various fermented-distilled whey. *Food Hydrocolloids*, 135, 108130. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2022.108130>
- Gordon, D. S., Rudinsky, A. J., Guillaumin, J., Parker, V. J., & Creighton, K. J. (2020). Vitamin C in Health and Disease: A Companion Animal Focus. *Topics in Companion Animal Medicine*, 39, 100432. <https://doi.org/10.1016/J.TCAM.2020.100432>
- Kamel, D. G., Hammam, A. R. A., Nagm El-diin, M. A. H., Awasti, N., & Abdel-Rahman, A. M. (2023). Nutritional, antioxidant, and antimicrobial assessment of carrot powder and its application as a functional ingredient in probiotic soft cheese. *Journal of Dairy Science*, 106(3), 1672–1686. <https://doi.org/10.3168/JDS.2022-22090>
- Khakpai, F., Naseroleslami, M., Moheb-Alian, M., Ghanimati, E., Abdollah-pour, F., & Mousavi-Niri, N. (2023). Intra-gastrically administration

- of Stevia and particularly Nano-Stevia reversed the hyperglycemia, anxiety, and memory impairment in streptozotocin-induced diabetic rats. *Physiology & Behavior*, 263, 114100. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSBEH.2023.114100>
- Lee, H. S., & Coates, G. A. (1999). Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice: a storage study. *Food Chemistry*, 65(2), 165–168. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00180-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00180-0)
- NTE, I. 2609. (2012). *Bebidas de suero: Requisitos*. <https://ia902906.us.archive.org/29/items/ec.nte.2609.2012/ec.nte.2609.2012.pdf>
- NTP. (2009). Jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisitos. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias. *INDECOPI*.
- Ordoñez, R. (2021). *Efecto de diferentes porcentajes de suero de queso fresco en la formulación y aceptabilidad sensorial de una bebida isotónica [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]*. Universidad Nacional de Cajamarca - Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.
- Purewal, S. S., Verma, P., Kaur, P., Sandhu, K. S., Singh, R. S., Kaur, A., & Salar, R. K. (2023). A comparative study on proximate composition, mineral profile, bioactive compounds and antioxidant properties in diverse carrot (*Daucus carota* L.) flour. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 48, 102640. <https://doi.org/10.1016/J.BCAB.2023.102640>
- Putnik, P., Bezuk, I., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Polunić, I., & Kovačević Bursać, D. (2020). Sugar reduction: Stevia rebaudiana Bertoni as a natural sweetener. *Agri-Food Industry Strategies for Healthy Diets and Sustainability: New Challenges in Nutrition and Public Health*, 123–152. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817226-1.00005-9>