



Artículo de Investigación

Chayote (*Sechium edule*) con L-Carnitina una alternativa para obtener bebidas funcionales de consumo humano

Chayote (Sechium edule) with L-Carnitine an alternative to obtain functional beverages for human consumption

José E. Miranda–Yuquilema^{1,2}, Lilian L. Totoy–Cuji^{1,2}

¹Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 060150; lltotoy.fiaq@unach.edu.ec

²Grupo de Investigación PROANIN, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 060150.

*Correspondencia: josee.miranda@unach.edu.ec

Citación: Miranda–Yuquilema, J. & Totoy–Cuji, L., (2024). Chayote (*Sechium edule*) con L-Carnitina una alternativa para obtener bebidas funcionales de consumo humano. *Novasinerгия*. 7(1), 149-162.

<https://doi.org/10.37135/ns.01.13.09>

Recibido: 24 marzo 2023

Aceptado: 30 octubre 2023

Publicado: 10 enero 2024

Novasinerгия
ISSN: 2631-2654

Resumen: Con el objetivo de evaluar la composición fisicoquímica y microbiológica de las bebidas funcionales obtenidas a partir pulpa de chayote (*Sechium edule*) con L-Carnitina, se empleó un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones por tratamiento se evaluaron parámetros químicos (materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra y ceniza), físicos (pH, °Brix, acidez) y microbiológicos (aerobios mesófilos y mohos y levaduras). Los tratamientos estudiados fueron: V1, Chayote 100 % más 500 mg de L-carnitina; V2, Chayote 75% + 500 mg L-Carnitina y 25% agua destilada; V3, chayote 75% +250 mg L-Carnitina y 25% agua destilada; V4, Chayote 50% + 500 mg L-Carnitina y 50% agua destilada; V5, Chayote 50% + 250 mg L-Carnitina y 50% agua destilada. Los valores de pH en el V3 se redujeron gradualmente hasta el día 21. La proteína cruda y ceniza difirieron ($p<0.05$) en los V1 y V2 frente a los demás. Mientras que la materia seca, extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno, no presentaron diferencia entre variantes. Los aerobios mesófilos, mohos y levaduras estuvieron dentro los rangos (<3) de aceptación según las normas NTE INEN 1529-6. El tratamiento V3 fue el que presentó mayor reducción de pH (5,09) con frente a otras variantes a los 21 días de conservado. Se concluye, que la inclusión de diferentes cantidades de pulpa de chayote con L-Carnitina es una alternativa apropiada para obtener bebidas funcionales aptos para consumo humano.

Palabras clave: Bebidas energizantes, Característica fisicoquímica, Microbiológicos.

Abstract: In order to evaluate the physicochemical and microbiological composition of functional beverages obtained from chayote pulp (*Sechium edule*) with L-carnitine. A randomized design with four replicates per treatment was used to evaluate chemical (dry matter, crude protein, ethereal extract, fiber, and ash), physical (pH, °Brix, acidity), and microbiological (mesophilic aerobes and molds and yeasts) parameters. The treatments studied were: V1, Chayote 100% plus 500 mg of L-carnitine; V2, Chayote 75% + 500 mg of L-carnitine and 25% of distilled water; V3, Chayote 75% + 250 mg of L-carnitine and 25% of distilled water; V4, Chayote 50% + 500 mg of L-carnitine and 50% of distilled water; V5, Chayote 50% + 250 mg of L-carnitine and 50% of distilled water. The pH values at V3 gradually decreased until day 21. Crude protein and ash differed ($p<0.05$) in V1 and V2 compared to the other treatments. While dry matter, ethereal, and nitrogen-free extract did not differ between the variants, mesophilic aerobes, molds, and yeasts were within the ranges (<3) of acceptance according to NTE INEN 1529-6 standards. Treatment V3 showed the highest pH reduction (5.09) compared to other variants after 21 days of storage. It is concluded that including different amounts of chayote pulp with L-carnitine is a suitable alternative to obtain functional beverages for human consumption.

Keywords: Energy drinks, Physico-chemical characteristics, Microbiological



Copyright: 2024 derechos otorgados por los autores a Novasinerгия.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia de Creative Commons Attribution (CC BY NC).
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

Las bebidas funcionales son productos naturales que contienen micronutrientes benéficos para la salud del consumidor. Según la Organización mundial de la Salud [OMS], (2016), un alimento funcional se define como un producto natural o procesado que es parte de una dieta variada consumida en cantidades adecuadas que permite nutrir mediante componentes bioactivos, además ayudan a las funciones fisiológicas normales y/o que se contribuyen a reducir o a prevenir riesgo de enfermedades.

En los últimos años el consumo de las bebidas funcionales ha ido en aumento por una necesidad para mejorar la salud de las personas. Unido al interés de los consumidores que buscan estas nuevas alternativas de alimentación, las preferencias por dietas saludable no solo han quedado en los alimentos sólidos, sino que, también han surgido por las bebidas y refrescantes (Santander, Osorio y Mejía, 2017). En este sentido, Soma, Lopez y Guevara, (2022), mencionan que la mayoría de los consumidores prefieren bebidas energéticas que contengan ciertos micronutrientes esenciales en su base.

Diversos estudios (Gómez y Duque, 2018, Liu et al., 2018) demuestran que las dietas que contienen micronutrientes (vitaminas A, D, B12, hierro, yodo, zinc, entre otros) adicionados en su base ayudan a reducir las principales enfermedades metabólicas y nutricionales, principalmente en los niños. En este sentido, Wu, Sakamoto, Inoue, Imahigashi y Kamitani, (2022) señala que las deficiencias de micronutrientes como las vitaminas y minerales en las dietas de los niños provocan enfermedades como la deformación ósea, retardo en el desarrollo físico, cognitivo y sexual; mientras que en los adultos provocan riesgo de enfermedades crónicas. Se conoce que la deficiencia de macroelementos (calcio, fósforo y magnesio) en la dieta en las madres gestantes provoca la preeclampsia (Gómez y Duque, 2018). Mientras que en las mujeres jóvenes afecta de manera directa en el desarrollo sexual, madurez de los huesos de la pelvis, agotamiento de reservas de grasa materna, reducción de la masa muscular y el desarrollo del esqueleto del feto; y en las primeras etapas de la lactancia aumenta el riesgo de morbilidad y mortalidad materna, y la producción de leche (Santander et al, 2017).

Según los datos de Mintel Global New Products Database, en la última década la comercialización de bebidas carbonatadas que contienen componentes artificiales (azúcares y colorantes) son altos, mismos que acaparan todos los mercados en el mundo (Ojeda et al., 2016, Gironés, Villano, Moreno y García, 2013). En este sentido, varios expertos recomiendan seguir una dieta sana, variada y equilibrada como una forma de prevenir trastornos patológicos en los consumidores, y de esta manera asegurar una vida saludable (Ojeda et al., 2016, Balthazar et al., 2019). Por lo anterior, el consumo de bebidas funcionales en la actualidad podría ser una de las mejores alternativas para toda la población, convirtiéndose como una nueva concepción de alimentación (Chung et al., 2002).

Por lo anterior, las bebidas obtenidas a partir de las fuentes naturales en las industrias van perfeccionando en últimos años, y al mismo tiempo, ha surgido, nuevos productos a partir de frutas, semillas, verduras entre otros, con un gran componente nutricional lo cual potencia la salud del consumidor (Ojeda et al., 2016). En este sentido, la bebida funcional obtenida a partir de Chayote (*Sechium edule*) hortaliza originaria de Mesoamérica podría

ser una alternativa para obtener una bebida funcional por sus aportes nutritivos con micronutrientes como el calcio, carbohidratos, potasio y algunos aminoácidos esenciales, además de las vitaminas C, B, A, tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3). Por otro lado, contienen abundante antioxidante que ayuda a prevenir el envejecimiento, también se ha visto efecto antidiurético y evita la retención de líquidos, favorece a la circulación sanguínea, por su alto contenido de fibra favorece a los procesos digestivos (Cadena et al., 2013; Ávila y Bullón, 2013).

Pese a la importancia de estos frutos y su potencial uso como un alimento funcional, existe pocos estudios científicos sobre las propiedades nutritivas, su manejo y su aprovechamiento en la industria alimentaria, por lo anterior, es necesario realizar un análisis técnico donde se pueda demostrar un máximo provecho por mayor tiempo sin que sufra variaciones la composición nutritiva de las bebidas (Avila y Bullon, 2013, Gironés et al., 2013, Cadena et al., 2018). Por lo expuesto anteriormente el presente estudio tuvo como objetivo; evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas de bebidas funcionales obtenidas a partir pulpa de chayote (*Sechium edule*) con adición de diferentes niveles de L-Carnitina.

2. Metodología

2.1. Material empleado

Se emplearon 22 kg de Chayote (*Sechium edule*) fruto fresco, con la siguiente composición nutritiva: 13,43; 1,85; 0,2; 0,5 % de materia seca (MS); proteína cruda (PC); grasa y ceniza (Cz), respectivamente. 1,00 kg L-Carnitina, determinados según lo descrito en la metodología descrita por AOAC (2014).

2.2. Obtención de la pulpa de Chayote

Las frutas de los chayotes obtenidos en el mercado de la ciudad de Riobamba fueron seleccionados según los siguientes criterios de inclusión: color verde claro, sin partículas extrañas y sanas; las frutas maduras, defectuosas y podridas fueron desechadas.

Para la desinfección y lavado se agregó 30 litros (L) de agua clorada (3,0 ppm de hipoclorito de sodio por L) en un recipiente de tipo plástico de 40 L de capacidad. A continuación, se agregó 20 kg de las frutas de chayote previamente seleccionadas y se dejó reposar por 20 minutos. Seguidamente, se procedió con el proceso de lavado, para ello se utilizó un cepillo para remover las partículas extrañas que se encontraban en las frutas. Finalmente, se escorrió, dicho proceso se repitió por tres veces.

Después de la desinfección y lavado se procedió a separar la cáscara de la fruta con la ayuda de un cuchillo manual (Tramontina, Brasil) de 25 cm de tamaño, filo recto. A continuación, se realizó el picado hasta obtener un tamaño de 3-5 cm. Después, se pesaron en una báscula digital (PCE-BSH 10000, Alemania) de 10 kg de capacidad. Finalmente se procedió a extraer la pulpa con la ayuda de un extractor de jugo (GGJE-5, China) y se obtuvo 15 L de pulpa de chayote.

2.3. *Pasteurización, homogenización y obtención de los sustratos en estudio*

Los 15 L de pulpa previamente obtenida se agregado en una olla de acero inoxidable de 20 L de capacidad. A continuación, se procedió con el proceso de pasteurización a una temperatura de 70°C durante 15 minutos para eliminar la carga microbiana de agentes patógenos y de esta manera presentar un producto inocuo. Al termino de este tiempo se procedió a reducir la temperatura de manera gradual hasta llegar a 45°C. Después se añadió los 15 L de pulpa de chayote previamente pasteurizado en un recipiente de acero inoxidable de 30 L de capacidad, adicionalmente se agregó 5,00 kg azúcar y sorbato de potasio.

Finalmente se mezcló de manera manual hasta obtener una bebida homogénea a cada variante como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Variantes empleadas en el estudio

Variantes	Variables evaluadas
V1	Pulpa de chayote 100 % +500 mg de L-carnitina
V2	Pulpa de Chayote 75% + 500 mg L-Carnitina y 25% agua destilada
V3	Pulpa de chayote 75% + 250 mg L-Carnitina y 25% agua destilada
V4	Pulpa de Chayote 50% + 500 mg L-Carnitina y 50% agua destilada
V5	Pulpa de Chayote 50% + 250 mg L-Carnitina y 50% agua destilada

2.4. *Envasado, refrigerado (4 °C) y almacenado de la mezcla de chayote con L-Carnitina*

Las mezclas fueron conservadas en botellas de cristal de boca angosta estériles de 300 ml capacidad. Después de embazar 250 ml de sustrato previamente obtenidos, según el tratamiento correspondiente (ver tabla 1) fueron sellados manualmente con el tapón de botella tipo corcho. A continuación, todas las variantes en estudio estuvieron sometidos a tratamiento térmico de esterilización, para ello los recipientes con sus respectivos sustratos fueron sumergidos en agua a 70 °C durante 20 minutos. Pasado este tiempo las botellas con sustratos fueron atemperados hasta llegar a 10 ± 2°C. Finalmente se almacenó en un refrigerador (Indurama, RI-120CR) a 4°C durante 28 días.

2.5. *Indicadores evaluados*

2.5.1. *Caracterización física y química*

La medición de pH se realizó al momento de la obtención y a los 7, 14, 21 y 28 días post obtención, con el uso de un pHmetro (MILWAUKEE, Mi 151 HANNA®, USA), calibrado según las recomendaciones del fabricante.

Los valores del grado °Brix, se obtuvo mediante un refractómetro digital (ATAGO Pocket – Japón), con esta información se determinó la reflectometría según lo descrito en la norma técnica ecuatoriana INEN-ISO 2173 (INEN, 2013).

Para la titulación de la acidez se utilizó un titulador automático (Mettler Toledo G20 – Titrator Compact) calibrado con NaOH 0,1 N hasta lograr el pH final de 8,1 ± 0,2, según lo descrito en las normas INEN-ISO 1842 (INEN-ISO, 2013) e INEN-ISO 750 (INEN-ISO, 2013).

La determinación de proteína cruda (PC) se realizó de acuerdo con Dadvar et al. (2015). Los contenidos de Humedad (H), ceniza (Cz), extracto eterio (EE), se determinaron mediante los métodos de AOAC (2014).

La evaluación sensorial de las bebidas funcionales obtenidas a partir de chayote se realizó de manera cualitativa mediante la prueba de catación conformado por 15 personas previamente entrenados. Para la aceptación o rechazo de las bebidas funcionales en estudio se consideraron las siguientes fases: a) Visual, b) Olfativa y c) Gustativa, según la metodología descrita por Franco, Naranjo, Moreira, (2021).

2.5.2. *Análisis microbiológico*

En una báscula digital (Ohaus®, SPX222, EE. UU.) de 2000 g de capacidad, se pesaron 25 g sustrato de cada tratamiento de manera independiente, a continuación, se añadió en un frasco de Erlenmeyer con 150 mL capacidad que contenía 50 mL de suero fisiológico. Seguidamente se realizó diluciones seriadas en tubos de vidrio de 9,00 mL de capacidad y se procedió a realizar las diluciones hasta 10⁻⁵. A continuación, las muestras fueron centrifugadas (centrífugo BD DYNAC™ III) a 600 rpm durante 5 minutos.

Seguidamente, se tomó 0,1 mL de las diluciones previamente obtenidas se inocularon en placas Petri que contenía Agar estándar + TTC, independientemente a la variante. Finalmente, se incubaron a 37°C por 48 horas, pasado este tiempo se procedió a contar las colonias (UFC/mL) en xlog-6 presentes en los tubos.

Para determinar la viabilidad, se utilizó la metodología utilizada por Sourav y Arijit (2010) y Miranda et al., (2018). El número de unidades formadoras de colonias (UFC/mL) en xlog-6 se cuantificó por conteo visual de las mismas.

Para determinar la cantidad colonias de coliformes totales y fecales, se tomó 1,0 mL de la dilución previamente obtenida y se inoculó en series de cuatro tubos que contenía caldo lactosado simple (CLS). Posteriormente, se procedió a incubar durante 48 h a 35°C, pasado este tiempo, se procedió a dar lectura, y los tubos con presencia de gas en la campana de Durham, fueron repicados a caldo EC (Thermo Scientific™ CM0853B) y caldo bilis verde brillante (Titan Media, TM365). Finalmente, las muestras fueron incubadas por 24 y 48 h a 44 y 35°C, respectivamente, pasada este tiempo se procedió a realizar análisis de los coliformes totales y fecales respectivamente. Todos los tubos con presencia de gas en la campana de Durham fueron considerados como positivos y la interpretación de los resultados fue según el método del Número más probable (NMP).

Para realizar el recuento de mohos y levaduras, se procedió a tomar 0,1 mL de cada dilución e inmediatamente, se inoculó por separado en placas de Petri que contenía Agar papa dextrosa acidificado. A continuación, se incubó durante 36 h a 30°C. Finalmente, se procedió a realizar el conteo de las células crecidas (3-30 UFC/mL) en placas que contenía medios de cultivos.

2.6. *Análisis estadístico*

Se utilizó un diseño completamente aleatorio, con tres tratamientos y cinco repeticiones cada uno. Con el empleo de un software STATGRAPHIC Plus versión 15,1 fue analizado todas las variables en estudio. La comparación de las medias entre los tratamientos fue desarrollada con la prueba de Duncan (1955). En el caso de los conteos de

microorganismos, los datos se transformaron según log-10 para garantizar la normalidad de varianza.

3. Resultados

En la figura 1, se reporta los resultados de los valores de pH, medidos al inicio, y a los 7, 14, 21 y 28 días de conservado, es importante mencionar, que las variantes que continuaron con su evaluación fueron sólo las variantes que fueron aceptados por los catadores con previo entrenamiento (datos no reportados), actividad previamente realizada.

El pH de todas las variantes en estudio al momento de la obtención estuvo entre 6,02 y 5,92. Estos valores mantuvieron hasta el día 14 post elaboración. Sin embargo, el tratamiento V3, a partir del día siete hasta 21 post obtención fue reduciéndose gradualmente. Las variantes V1 y V2, fueron las bebidas que menor reducción presentaron (5,81) al finalizar el estudio (28 días de conservado). La variante V5 fue el tratamiento que mayor reducción presentó entre 14 y 21 día de conservado (5,12), manteniéndose estos valores hasta finalizar el estudio, cómo se observa en la Figura 1.

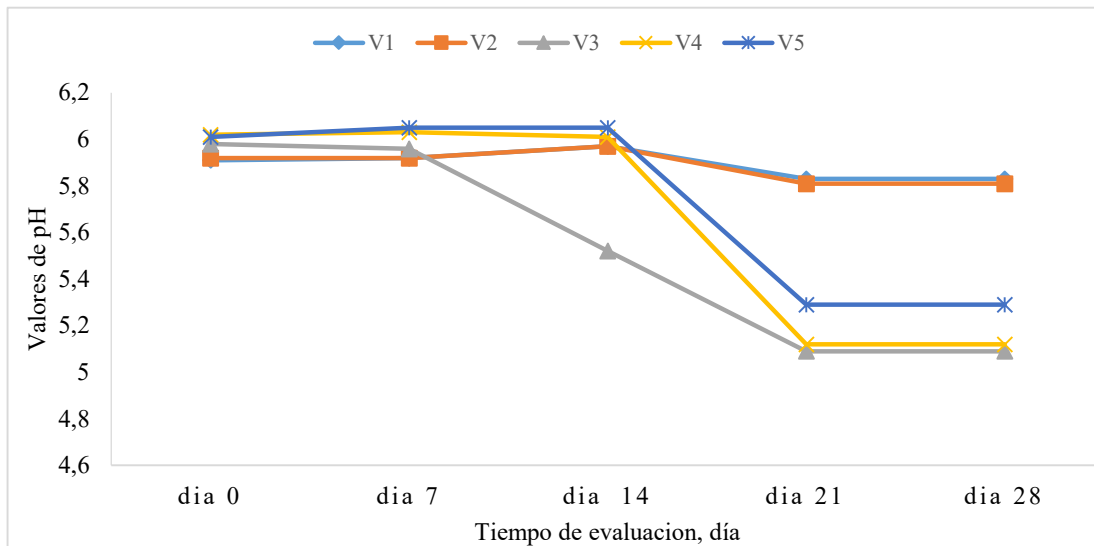


Figura 1. Valores de pH obtenidos en un período de 28 días, en las bebidas funcionales obtenidos a partir de la pulpa de Chayote con L-Carnitina.

Los valores de pH en la evaluación realizada al día 28 el tratamiento V3 tuvo el menor promedio ($p < 0,05$) con relación a los demás tratamientos (V1, V2, V4 y V5) en estudio. En la tabla 2 se observa que los tratamientos V4 y V5 tuvieron menor promedio en °Brix, con respecto a las demás variantes estudiadas. En el análisis estadístico hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) por lo tanto se aduce que el mejor tratamiento en este indicador (°Brix) fueron las variables V4 y V5 que está conformado por Pulpa de Chayote 50% más 500 mg L-Carnitina más 50% agua destilada y Pulpa de Chayote 50% más 250 mg L-Carnitina más 50% agua destilada, respectivamente. Sin embargo, la acidez de las variantes estudiadas no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos en la evaluación realizada al momento de la obtención y a los 28 días de conservado como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Valores media del pH, estabilidad de pH, de bebida energizante obtenido a partir de Chayote con L-Carnitina

Indicadores evaluados	Tiempo, d	Tratamientos					E.E.	p-valor
		V1	V2	V3	V4	V5		
pH	Inicio	5,91	5,82	5,98	6,02	6,01	0,07	0,627
	28	5,83	5,81	5,29	5,12	5,09	0,06	0,112
°Brix	Inicio	9,00 ^a	8,00 ^b	8,00 ^{ab}	7,00 ^b	7,00 ^b	0,08	0,021
	28	7,00 ^a	5,03 ^b	5,00 ^b	4,06 ^b	4,00 ^b	0,07	0,011
Acides	Inicio	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,10	0,451
	28	0,013	0,015	0,012	0,009	0,009	0,08	0,089

^{a, b, c} letras distintas en la misma fila difieren a $P < 0,05$ (Dunca, 1955). **EE**, error estándar.

Los valores de la humedad no hubo diferencia significativa ($p < 0,851$) entre tratamientos. En cuanto a la proteína cruda, las variantes V1 y V2 que contienen el 100% de pulpa de chayote y 500 mg/L de L-carnitina fueron los de mayor contenido de proteína cruda. En cuanto los indicadores de Grasa y fibra ácida detergente no presentaron diferencia significativa entre las variantes (V1, V2, V3, V4 y V5) estudiados. Por su parte, el extracto libre de nitrógeno se indica que V1 también obtuvo un mayor porcentaje ($p < 0,001$) en su contenido en contraposición a (V2, V3, V4 y V5). (ver la tabla 3).

Tabla 3. Característica química de bebidas energizantes obtenidas a partir de Chayote con L-Carnitina

Indicadores	Tratamientos					E.E.	P-valor
	V1	V2	V3	V4	V5		
Materia seca	93,22	95,06	95,23	96,02	96,24	0,19	0,851
Proteína cruda	1,17 ^a	0,91 ^a	0,85 ^{ab}	0,65 ^b	0,57 ^b	0,05	0,041
Grasa, v/v	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,10	0,786
FAD, v/v	1,50	1,39	1,40	1,37	1,37	0,11	0,968
Ceniza	0,71 ^a	0,62 ^a	0,59 ^{ab}	0,36 ^b	0,34 ^b	0,03	0,035
ELN	10,22 ^a	7,89 ^b	7,65 ^b	6,38 ^b	6,06 ^b	0,09	0,011

^{a, b, c} letras distintas en la misma fila difieren a $P < 0,05$ (Dunca, 1955). **EE**, error estándar. **ELN**, elementos libres de nitrógeno. **FAD**, fibra ácida detergente.

En la figura 2, se presenta la caracterización microbiológica de las bebidas funcionales desarrolladas a partir de la pulpa de chayote con L-Carnitina, en las evaluaciones realizadas al inicio y a los 28 días de conservado todas las variantes (V1, V2, V3, V4 y V5) evaluadas estuvieron dentro de los rangos (< 3 nivel de aceptación) de aceptación para bebidas funcionales según las normas NTE INEN 1529-6, y resultaron negativos para coliformes (35 °C y 45 °C) y mohos y levaduras.

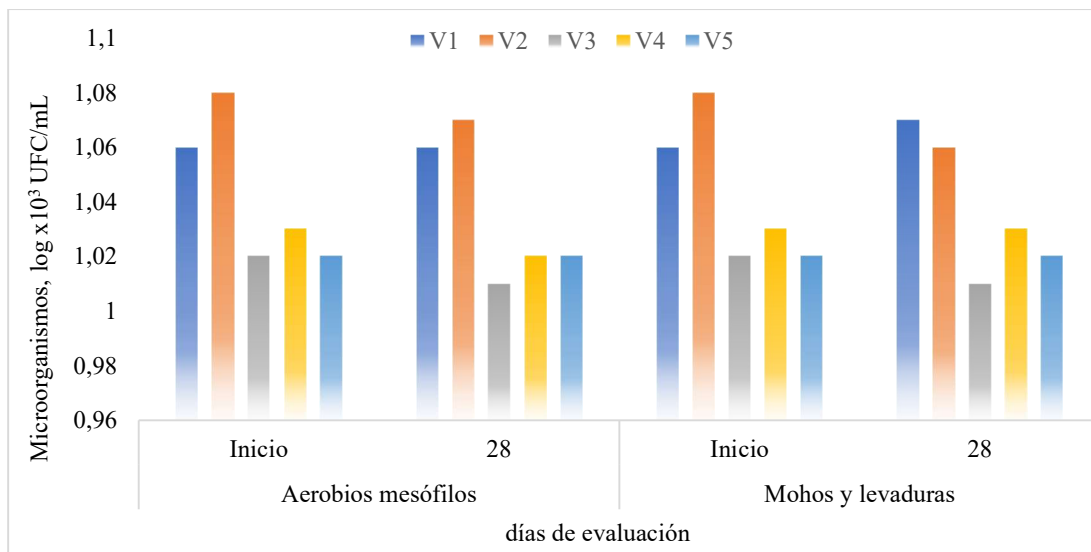


Figura 2. Característica microbiológica de bebidas funcionales obtenido a partir de Chayote con L-Carnitina, evaluadas al inicio y los 28 días post elaboración.

4. Discusión

Los valores de pH de todas las variantes en estudio al momento de obtener estuvieron por debajo de 6,2 en todas las variantes en estudio, lo cual demuestra que las bebidas obtenidas a partir de pulpa de Chayote con L-Carnitina estuvieron dentro de los parámetros admitidos para consumo humano por la norma ecuatoriana NTE INEN 1529-10. Los cambios físicos, químicos y microbiológicos en las bebidas funcionales, están relacionadas principalmente con la temperatura, la composición nutricional de la materia prima, el agua y, el pH.

Cadena et al., (2013) con el empleo de pulpa de chayote maduro obtuvieron pH inferiores a 3,8. Similares resultados también fueron reportados por Curti, Hernandez y Loredó, (2012) en las bebidas funcionales a base de frutas exóticas. Sin embargo, Demirhan et al., (2015) y Gómez y Duque (2018), reportan valores superiores a los obtenidos en el presente estudio. Los resultados reportados en el estudio indican que la calidad (composición nutricional, estado de madures y el procesamiento) de las frutas empleados para la obtención de bebidas funcionales pueden influir de manera directa en los cambios organolépticos, químicos y microbiológicos del producto terminado (Curti et al., 2012, Wu et al, 2022).

Chayote, al ser una hortaliza exótica, se consumen a escala nacional e internacional por su contenido en nutrientes, como la vitamina C, el calcio, el sodio, la fibra y las calorías totales. internacionalmente por su contenido en nutrientes, como vitamina C, calcio, sodio, fibra y calorías totales, y calorías totales; por lo anterior, fue importa caracterizar su composición organoléptica. El pH de los tratamientos empleados en el estudio al término de la obtención fue menor a 6,2, estos valores son superiores a los reportados por Zárata et al., (2018), quienes obtuvieron pH inferior a 4,2, al utilizar frutas exóticas maduras. Por su parte Wu et al., (2022) reportaron pH superior a 3,4 en bebidas funcionales obtenidas a partir de uvas con el grado de madures tres, una amplia diferencia con respecto a los resultados obtenidos en el presente estudio, lo cual demuestra que los valores de pH varían según la calidad de la materia prima utilizada para la obtención de bebidas.

La contaminación microbiana de vegetales y frutas está determinada, en gran parte, por la variedad de contaminantes con los que tienen contacto durante la cosecha, el corte y el transporte (Soma et al., 2022). Su procesamiento también aporta nuevas fuentes de contaminación que incluyen operaciones mecánicas y el uso de agua para su lavado. El agua es uno de los principales factores para el desarrollo y crecimiento microbiano en las plantas procesadoras y el hecho de utilizar cloro para lavar las frutas o vegetales no garantiza que queden libres de microorganismos, ya que algunos microbios son capaces de adherir fuertemente a la capa más externa del pericarpio de las frutas (Vargas, Mejía y Duque, 2020).

En los análisis químicos realizados, las bebidas obtenidas a partir de la pulpa de Chayote (*Sechium edule*), están relacionadas con el contenido nutricional de las bebidas funcionales. Donde, las variantes que contienen mayor cantidad de pulpa de chayote y L-Carnitina obtuvieron mejores resultados químicos. Por literatura se conoce que los carbohidratos principalmente las frutas poseen capacidad edulcorante, y su alto contenido en fibra aportan entre 50 y 55% de energía de la dieta (Ojeda et al., 2016). Por otro lado, las bebidas funcionales obtenidas a partir de las frutas poseen una cantidad considerable de bioelementos como los monos, di y polisacáridos, además, de grupos hidrofílicos capaces de conectar con las moléculas de agua (Cadena et al., 2018, Balthazar et al., 2019).

El alto contenido de proteína cruda, cenizas y extracto libre de nitrógeno, en las variantes V1 y V2, puede estar dada a la cantidad de materia prima en su base, los valores obtenidos en el presente estudio son similares a los reportados por Santander et al, (2017) y Wu et al., (2022) en las bebidas funcionales comerciales con mayor concentración de fibras dietéticas. Otra propiedad para tener en consideración en una bebida funcional es la cantidad de materia orgánica presente. En este sentido, las variantes con mayor cantidad pulpa de chayote y L-Carnitina, presentaron mejores resultados nutricionales; por lo tanto, a mayor concentración de agua menor contenido de sólidos totales. Sin embargo, los valores reportados por Soma et al., (2022), son muy similares a las variantes V3, V4 y V5, tratamientos que contenían mayor cantidad de agua (25 y 50%), pero inferiores a los reportados por Sumaya et al., (2019) con las bebidas funcionales obtenidas a partir de pulpa de mango, tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*). En este sentido, Vargas et al., (2020) y Ticsihuan y Orejon (2022), consideran que la inclusión de las pulpas de frutas aumenta la cantidad de materia orgánica, y en respuesta a lo anterior mejora la composición química de las bebidas funcionales.

Los valores de la acidez total titulable las bebidas funcionales elaboradas con chayote y L-Carnitina, presentaron valores de acidez dentro de los rangos (0.003- 0.5) considerados como normales para bebidas (Blanco y Carbajal, 2013), es importante mencionar que las variaciones en este parámetro pueden afectar la composición nutritiva y organoléptica del producto, ya que un proceso de descomposición por hidrólisis u oxidación suele modificar dichos valores (Chung et al., 2002, Vrolijk et al., 2015, Demirhan et al., 2015, Miranda et al., 2018). Sin embargo, no existe suficiente información sobre los cambios específicos que ocurre durante el almacenamiento de las bebidas fermentadas. Según, Gómez y Duque, (2018) los cambios en la composición nutritiva de las bebidas funcionales están relacionada con el control del crecimiento de microorganismos y los cambios del pH.

El alto contenido de humedad en las variantes V3, V4 y V5 posiblemente fueron por la reducción de la cantidad de la pulpa de chayote y de L-Carnitina. Contrario a lo obtenido en el presente estudio, Cadena et al., (2018), mostraron la no variación del contenido de humedad al reducir la concentración de la pulpa de chayote. Similares valores también fueron reportados por Ávila y Bullón, (2013) en bebidas con pulpas de frutas.

Los valores de la acidez y el pH de las bebidas obtenidas a partir de Chayote con L-Carnitina, conservados durante 28 días estuvieron por debajo de los rangos para las bebidas carbonatadas. El descenso del pH que se produce durante la elaboración bebidas funcionales como un efecto del creciente número de ácidos orgánicos que utilizan la sacarosa como fuente de carbono y producen ácido acético como metabolito primario (Gironés et al, 2013) durante la obtención de las bebidas funcionales (Chung et al., 2002, Demirhan et al., 2015, Sosa et al., 2023).

En todas las variables evaluadas la cantidad de coliformes totales (<3 , nivel de aceptación), levaduras y mohos (<10 , nivel de aceptación) estuvieron por debajo de la cantidad admitida por las entidades reguladoras (NTE INEN 1529-6, NTE INEN 1529-10). A pesar de estos resultados no se puede garantizar la ausencia total de los patógenos en un alimento (Curti et al., 2012, Avila y Bullon 2013, Gironés et al., 2013). En este sentido Ojeda et al, (2016), mencionan que la pasteurización es uno de los métodos para conservar los componentes nutricionales de las frutas, ya que mediante este proceso se puede brindar la seguridad a los alimentos en el sentido de reducción al mínimo la cantidad de microorganismos patógenos (Wu et al., 2022).

Todas las variantes estudiadas recibieron tratamiento térmico previo al almacenaje con el objetivo de prevenir y/o retrasar las alteraciones de la composición nutritiva, lo que probablemente ayudó a mantener inocuo las bebidas durante su tiempo de conservación. Varios autores (Santander et al, 2017, Zárata et al., 2018, Vargas et al., 2020) coinciden que, el tratamiento térmico es una alternativa económica de mantener los nutrientes y aumentar la vida útil de las bebidas funcionales, y la inclusión de conservantes como el benzoato de sodio, ácido cítrico o el sorbato de potasio en dosis apropiadas es otra alternativa de preservar la composición nutricional del contenido, y al mismo tiempo aumenta la vida útil del producto. Según la literatura, la inclusión de los aditivos naturales o artificiales en los alimentos logran evitar la proliferación de microorganismos patógenos, y por otro lado ayudan a conservar la cantidad de nutrientes en las bebidas obtenidas a partir de las frutas y verduras (Vrolijk et al., 2015, Ticsihuan y Orejon, 2022).

Algunas bacterias, mohos y levaduras son agentes que causan la mayor descomposición en las frutas y sus subproductos (Soma et al, 2022); mismos que está relacionada de manera directa con los cambios organolépticos. En este sentido, Gómez y Duque, (2018) y Demirhan et al., (2015) mencionan que una de las formas de reducir el número de bacterias proteolíticas en jugos pasteurizados es mediante la adición de antimicrobianos en el proceso de la obtención, lo anterior puede aducirse que estos procesos logran mantener la composición nutritiva de las bebidas por mayor tiempo. Se conoce que el control de microorganismos patógenos a nivel de industria es muy complejo por la cantidad de patógenos existentes en la naturaleza, por lo tanto, es muy difícil evitar la contaminación

cruzada en los múltiples pasos durante el proceso de producción (Cadena et al., 2018, Correa, Díaz y Símpalo, 2020).

Miranda et al, (2018), Balthazar et al, (2019) y Wu et al, (2022) concuerdan que las levaduras y hongos están presentes en gran número en la superficie de las frutas frescas, pero estos microorganismos no poseen suficiente capacidad para invadir a los tejidos vegetales, por tanto, son agentes de deterioro secundarios. Las bacterias patógenas tampoco pueden proliferar en las frutas debido a su bajo pH, pero pueden sobrevivir el tiempo suficiente para causar variaciones organolépticas de las frutas, materia prima base para obtener bebidas funcionales (Ávila y Bullón 2013, Demirhan et al, 2015, Correa et al, 2020). Según la literatura, las pulpas obtenidas a partir de las frutas son sustratos apropiados para el crecimiento microbiano por su gran contenido de carbohidratos, las bacterias en estos sustratos son capaces de resistir a pH bajos debido a la presencia de descarboxilasas de glutamato que permite mantener el pH intracelular adecuado a pesar de que este baje de manera extremada (Wu et al., 2022). Por lo tanto, la tolerancia a las condiciones ácidas permite que los microorganismos puedan estar presente en menor cantidad en productos industrializados como las bebidas funcionales, tal y como ha sido demostrado en otras investigaciones (Santander et al, 2017, Miranda et al., 2018).

Por otra parte, mantener la temperatura baja de refrigeración durante la conservación es una estrategia ampliamente utilizada por la industria alimentaria para controlar el crecimiento bacteriano en alimentos listos para el consumo (Zárate et al., 2018). Por su parte, según Sumaya et al., (2019) al determinar la estabilidad de un alimento se pueden aplicar métodos microbiológicos, análisis de pH, organolépticos, temperatura y humedad, Sosa et al., (2023) mencionan que durante 10 días las conservas de chayote no varían su pH destacando valores semejantes por efecto de la esterilización, corrobora los datos ya que en su proyecto al aplicar calentamiento en la etapa de cocción de la mermelada asegura una nula presencia de microorganismos y una estabilidad en el pH por 30 días de almacenamiento a temperaturas de 10-15°C (Santander et al, 2017, Gómez y Duque, 2018).

5. Conclusiones

Mediante el presente estudio se logró formular bebidas funcionales a partir de pulpa de chayote (87, 75 y 50 %) y diferentes concentraciones de L-Carnitina (500, y 250 mg/L). El tratamiento V1 tuvo mejor comportamiento químico relacionado a la proteína cruda, grasa, fibra ácida detergente y cenizas. Según los análisis microbiológicos determinados, todas las variantes en estudio estuvieron dentro de los rangos aceptados (<3 nivel de aceptación) para consumo humano según las normas NTE INEN 1529-6.

Contribuciones de los autores

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://casrai.org/credit/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

	Miranda-Yuquilema, J.	Totoy-Cujij, L.
Conceptualización		
Análisis formal		
Investigación		
Metodología		
Recursos		
Validación		
Redacción – revisión y edición		

Conflicto de Interés

Los autores declaran que no existe ningún tipo de conflicto de interés con respecto al estudio presentado.

Referencias

- AOAC. (2014). International Headquarters 2275 Research Blvd, Rockville: Maryland, USA.
- Ávila, R., Bullón, J. (2013). La concentración de jugos de fruta: Aspectos básicos de los procesos sin y con membrana. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 28(3), 65-75. Recuperado de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=50798-40652013000300007&lng=es&tlng=es.
- Balthazar, C., Santillo, A., Guimarães, J., Capozzi, V., Russo, P., Caroprese, M., et al., (2019). Novel milk-juice beverage with fermented sheep milk and strawberry (*Fragaria ananassa*): Nutritional and functional characterization. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 10724-10736. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16909>
- Blanco, V., y Carbajal, S. (2013). *Determinación microbiológica, pH, acidez y grados brix en bebidas carbonatadas de máquinas dispensadoras en los food court de metrocentro, San salvador* (tesis de grado) Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Cadena J; Arévalo M; Soto, M; Ruiz L. (2018). Reorientación del sistema de producción y comercialización de chayote. *Agro Productividad*, 9(11-B), 47-48. Recuperado de: <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/891>
- Cadena, J., Soto, M., Torres, A., Aguiñiga, I., Ruíz, L., Rivera, A., Avendaño, C., Santiago, E. (2013). The antiproliferative effect of chayote varieties (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) on tumour cell lines. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(8), 455-460. <https://doi.org/10.5897/JMPR12.866>
- Chung, Y., Chang, C., Chao, W., Lin, C., Chou, S. (2002). Antioxidant activity and safety of the 50% ethanolic extract from red bean fermented by *Bacillus subtilis* IMR-NK1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(8), 2454–2458. doi: 10.1021/jf011369q
- Correa, K., Díaz, S., Símpalo, D. (2020). Evaluación de la aceptabilidad de una bebida de matico (*Piper aduncum*) y manzanilla (*Chamaemelum nobile*). *INGnosis*, 6(2), 79-93. <https://doi.org/10.18050/ingnosis.v6i2.2082>
- Curti, S., Hernández, C., Loredó, R. (2012). Productividad del limón 'Persa' injertado en cuatro portainjertos en una huerta comercial de Veracruz, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(3), 291-305. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2010.11.109>

- Dadvar, P., Dayani, O., Mehdipour, M., Morovat, M. (2015). Determination of physical characteristics, chemical composition and digestion coefficients of treated lemon pulp with *Saccharomyces cerevisiae* in goat diet. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 99(1), 107–113. doi: 10.1111/jpn.12204
- Demirhan, B., Cengiz, A., Gunay, M., Türkmen, M., Geri, S. (2015). The Effect of Drinking Water and Isotonic Sports Drinks in Elite Wrestlers. *The Anthropologist*, 21(1-2), 213-218. <https://doi.org/10.1080/09720073.2015.11891810>
- Duncan, D. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11(1):1-42. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- Franco, A., Naranjo, F., Moreira, L. (2021). Análisis educativo sobre la valoración sensorial en catación de vinos. *Revista Conrado*, 17(78), 178-182. Recuperado de: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/download/1858/1823/>
- Gironés, A., Villaño, D., Moreno, D., García, C. (2013). New isotonic drinks with antioxidant and biological capacities from berries (maqui, açai and blackthorn) and lemon juice. *International Journal of Food Sciences And Nutrition*, 64(7), 897–906. doi: 10.3109/09637486.2013.809406
- Gómez, M., Duque, A. (2018). Caracterización físicoquímica y contenido fenólico de la Remolacha (*Beta vulgaris* L.) en Fresco y Sometida a tratamiento Térmico. *Revista ION*, 31(1), 43–47. <http://dx.doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018007>
- Liu, G., Sun, J., He, X., Tang, Y., Li, J., Ling, D., Li, C., Li, L., Zheng, F., Sheng, J., Wei, P., & Xin, M., (2018). Fermentation process optimization and chemical constituent analysis on longan (*Dimocarpus longan* Lour.) wine. *Food Chemistry*, 256, 268–279. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.02.064
- Miranda-Yuquilema, J., Marin-Cárdenas, A., Sánchez-Macías, D., & García-Hernández, Y. (2018) Obtención, caracterización y evaluación de preparados candidatos a probióticos desarrollados con residuos agroindustriales. *Rev MVZ Córdoba*, 23(1), 6487-6499. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1243>.
- Ojeda, L., Noguera, N., Pérez, M., Hernández, L., Balda, D., González, I., Hernández, G. (2016). Efecto de l-carnitina sobre el peso, niveles de triglicéridos y colesterol de ratones sometidos a dietas normo e hipercalóricas. *Saber*, 28(4), 744-749. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622016000400009&lng=es&tlng=es.
- Organización Mundial de la Salud, (2016). La OMS recomienda aplicar medidas en todo el mundo para reducir el consumo de bebidas azucaradas y sus consecuencias para la salud. Obtenido de www.who.int/: <https://www.who.int/es/news/item/11-10-2016-who-urges-global-action-to-curtail-consumption-and-health-impacts-of-sugary-drinks>.
- Wu, T., Sakamoto, M., Inoue, N., Imahigashi, K., & Kamitani, Y. (2022). Effect of Functional Water on the Antioxidant Property of Concentrated Reconstituted Juice. *Foods*, 11(16), 2531. <https://doi.org/10.3390/foods11162531>
- Santander, M., Osorio, O., & Mejía, D. (2017). Evaluación de propiedades antioxidantes y físicoquímicas de una bebida mixta durante almacenamiento refrigerado. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 84-97. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173401.65>
- Soma, L. López, L., Guevara, F. (2022). Manejo tradicional de enfermedades del agroecosistema chayote (*Sechium edule* Jacq. Sw.) de traspatio en Chiapas, México. *Magna Scientia UCEVA*, 2(2), 245-252. doi: <https://doi.org/10.54502/msuceva.v2n2a10>
- Sosa, J., Martínez, M. (2023). Evaluación del tiempo de infusión de una bebida funcional a base de hojas de culén y menta edulcorado con steviósido. *Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology*, 3(1), 1-10. <http://dx.doi.org/10.25127/riagrop.20231.895>
- Sourav B, and Arijit D. (2010). Study of and Cultural Parameters on the Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria Isolated from Traditional Indian Fermented Foods. *American Journal of Food Technology*, 5(2), 111-120. doi: 10.3923/ajft.2010.111.120

- Sumaya, M., Medina, R., González, E., Jiménez, E., Balois, R., Sánchez, M., López, G. (2019). Mango (*Mangifera indica* L.) pulping byproducts: Antioxidant activity and bioactive compounds of three mango cultivars. *Revista Bio Ciencias*, 6, e560: 1-20. <https://doi.org/10.15741/revbio.06.e560>
- Ticsihuan, J., Orejon, T. (2022). Evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 6(18), 383–392. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.175>
- Vargas, P., Mejía, A., Duque, C. (2020). Evaluación del efecto de secado en algunas propiedades de la harina de cidra *Sechium edule* (Jacq) Sw. *DYNA*, 87(214), 191–195. <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n214.72947>.
- Vrolijk, F., Opperhuizen, A., Jansen, E., Godschalk, R., Van Schooten, F., Bast, A. Haenen, G. (2015). The shifting perception on antioxidants: The case of vitamin E and β -carotene. *Redox Biology*, 4, 272–278. doi: 10.1016/j.redox.2014.12.017
- Zárate, G., Rodríguez, O., Bello, L., Alatríste, L., Tehuintle, N. (2018). Formulación de una bebida hidratante de chayote (*Sechium edule*) y lima persa (*Citrus latifolia* Tanaka). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3, 446-450. Recuperado de: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/74.pdf>