

EVALUACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN EL PROCESO DE COCCIÓN DE CONCENTRADOS DE JAZMÍN, OOLONG Y JAMAICA

Francisco Javier Valverde Juárez¹, Cindy Rosas Domínguez²
Gregorio Polloreña López³, Sandra Carmina Osuna Izaguirre⁴

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Recibido: 13/10/2024 Aceptado: 13/11/2024

<https://doi.org/10.69823/avacient.v4n2a15>

Resumen.- En la actualidad, la elaboración de bebidas a partir de concentrados de infusiones naturales se ha convertido en una tendencia, no solo por su valor nutricional y beneficios para la salud, sino también por la facilidad con la que se pueden preparar en casa o a nivel comercial. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el consumo de energía durante el proceso de cocción de concentrados de infusiones naturales de jazmín (*Jasminum officinale*), oolong (*Camellia sinensis*) y jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*). Para ello, se evaluó el consumo de energía utilizando cuatro tratamientos a diferentes temperaturas, con el objetivo de optimizar el tiempo y la temperatura del proceso, y así lograr un ahorro energético significativo. Se evaluaron también las propiedades fisicoquímicas, como el potencial de hidrógeno (pH), la acidez titulable, los °Brix y el color en los concentrados, con el propósito de garantizar su calidad y estabilidad. De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó que las condiciones óptimas para el consumo energético fueron 80°C durante 21 minutos para el concentrado de jamaica, 80°C durante 31 minutos para el concentrado de jazmín y 80°C durante 35 minutos para el concentrado de oolong.

Palabras Clave: Bebida, té, consumo de energía.

EVALUATION OF ENERGY CONSUMPTION IN THE COOKING PROCESS OF JASMINE, OOLONG, AND JAMAICA CONCENTRATES

Abstract.- Currently, the preparation of beverages from concentrated natural infusions has become a trend, not only for their nutritional value and health benefits but also for the ease with which they can be prepared at home or commercially. The objective of this research was to evaluate the energy consumption during the cooking process of concentrated natural infusions of jasmine (*Jasminum officinale*), oolong (*Camellia sinensis*), and jamaica (*Hibiscus sabdariffa*). To achieve this, energy consumption was evaluated using four treatments at different temperatures, with the aim of optimizing the time and temperature of the process, thus achieving significant energy savings. The physicochemical properties were also assessed, such as hydrogen potential (pH), titratable acidity, °Brix, and color in the concentrates, in order to ensure their quality and stability. According to the results obtained, the optimal conditions for energy consumption were 80°C for 21 minutes for the jamaica concentrate, 80°C for 31 minutes for the jasmine concentrate, and 80°C for 35 minutes for the oolong concentrate.

Keywords: Beverage, tea, energy consumption.

Introducción

La producción industrial de bebidas a base de infusiones naturales de plantas implica un proceso estructurado y automatizado para transformar materias primas como flores, hojas y frutos en productos listos para el consumo. Este proceso generalmente comienza con la recolección y selección de plantas como el té, la jamaica, el jazmín, oolong, entre otras. Luego, las plantas son secadas, trituradas y sometidas a extracción mediante infusión en agua caliente para obtener concentrados.

Estos concentrados se ajustan en sabor, acidez y dulzura antes de ser pasteurizados o sometidos a tratamientos térmicos para garantizar su estabilidad y seguridad microbiológica. Posteriormente, se envasan en botellas o latas, a menudo

¹ MC. Francisco Javier Valverde Juárez. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Profesor tiempo completo. <https://orcid.org/0000-0002-9730-8030> francisco.vj@guasave.tecnm.mx (**Autor correspondiente**).

² MC. Cindy Rosas Domínguez. Profesor tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Profesor tiempo completo. Perfil Deseable Prodep Vigente. <https://orcid.org/0000-0002-5340-504X> cindy.rd@guasave.tecnm.mx

³ MC. Gregorio Polloreña López. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Profesor tiempo completo. Perfil Deseable Prodep Vigente. <https://orcid.org/0000-0002-2847-0093> gregorio.pl@guasave.tecnm.mx

⁴ MEC. Sandra Carmina Osuna Izaguirre. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Guasave. Profesor tiempo completo. Perfil Deseable Prodep Vigente. <https://orcid.org/0000-0001-5667-8732> sandra.oi@guasave.tecnm.mx

con la adición de ingredientes naturales como miel o frutas, y se distribuyen al mercado. La producción industrial busca maximizar la eficiencia en el consumo de energía y minimizar el impacto ambiental, manteniendo al mismo tiempo la calidad y las propiedades organolépticas y funcionales de las infusiones.

Dentro de las propiedades funcionales, el consumo de té aporta varios beneficios para el consumidor, estos se refieren a los efectos positivos que su consumo regular puede tener en diversos aspectos de la salud y el bienestar. “El té contiene una variedad de compuestos beneficiosos, como polifenoles, flavonoides y antioxidantes, que se han relacionado con diversos beneficios para la salud” (Mohammad, 2023, p.4).

“El té oolong es un té semifermentado (o parcialmente oxidado) que se obtiene después de que las hojas han permanecido en reposo durante 2-4 horas, y luego se calientan para interrumpir el proceso de oxidación” (Dornelles y Porto, 2014, p. 97). “Las hojas del té oolong contienen polifenoles, polisacáridos, alcaloides, vitaminas, flavonoides, aminoácidos, clorofila, minerales, compuestos volátiles, ácidos orgánicos, oligoelementos, aromas, ligninas y proteínas” (Yi et al., 2015, p. 195). “El procesamiento es fundamental para definir la calidad del té oolong. La elaboración se lleva a cabo en 7 etapas: aseamiento y marchitamiento, fermentación, lavado, laminado, cocción, cocción final y envasado” (Ng et al., 2018, p. 2960).

“Se ha demostrado que el té oolong posee diversas actividades farmacológicas, como actividad antioxidante al reducir el estrés oxidativo, propiedades anticancerígenas, antiobesidad, antidiabéticas, efecto preventivo de la arteriosclerosis, enfermedades cardíacas, hipertensión, efectos antialérgicos y efectos antisépticos” (Weerawatanakorn et al., 2015, 134).

“Los cálices de jamaica están compuestos por una variedad de sustancias, entre las cuales se encuentran alcaloides, ácido ascórbico, anisaldehído, antocianinas, β -caroteno, β -sitosterol, ácido cítrico, ácido málico, galactosa, mucopolisacáridos, pectina, ácido protocatecuico, polisacáridos, quercetina, ácido esteárico y cera” (Galicia et al., 2008, p. 122).

Según la calidad y los métodos de procesamiento, Zeng et al. (2020) señalan que “el té se clasifica principalmente en seis categorías: té verde, té blanco, té oolong, té negro, té amarillo y té oscuro” (p. 242).

A partir de 2024, la producción mundial de té sigue siendo una actividad agrícola importante, contribuyendo significativamente a los medios de vida rurales, especialmente en Asia y África. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2023):

La producción global de té tiene un valor de más de 18 mil millones de dólares, y el comercio internacional de té alcanza aproximadamente los 10 mil millones de dólares. Los principales productores incluyen a China, India, Kenia y Sri Lanka, siendo China el mayor productor global. Los pequeños agricultores representan alrededor del 60% de la producción mundial de té, desempeñando un papel crucial en las economías rurales. La demanda de té continúa creciendo, especialmente en los mercados en desarrollo y emergentes, como Asia Oriental y África (p.1).

Ante el creciente interés y la alta demanda de plantas medicinales, diversos grupos conservacionistas sugieren que estas especies silvestres sean cultivadas. “El té es una de las bebidas terapéuticas más antiguas y populares consumidas en todo el mundo. Este producto se elabora a partir de las hojas de la planta llamada (*Camellia sinensis*)” (Namita et al., 2012, p.52).

De acuerdo a Tea Market (2024):

El mercado global del té se valoró en 75.93 mil millones de dólares estadounidenses en 2023, y se espera que alcance los 118.77 mil millones de dólares estadounidenses para 2030, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 6.6% durante el período de pronóstico. Es una de las bebidas más populares del mundo. Los té más consumidos son el té negro y el té verde, mientras que el té de hierbas está ganando popularidad. El té se considera una bebida saludable, ya que contiene una variedad de poderosos antioxidantes, así como minerales, como potasio, manganeso, magnesio y calcio” (p.1).

“Tan sólo en México se importaron 1,300 toneladas de té en 2020, siendo el segundo país de Latinoamérica con mayor cantidad de té importado, sólo por detrás de Chile que importó 23 mil toneladas de té y seguido por Perú que adquirió 1,200, nuevamente con cifras del International Tea Commitee (ITC). Para el año 2025 se espera que el consumo de té

supere los 7 mil 400 millones de kilogramos a nivel internacional” (Cubas, 2022, p.1). “En México, el mercado del té alcanzó a valer 79.3 millones de dólares en 2021 y se espera que en 2026 alcance los 97.8 millones, conforme a Euromonitor International. Lo anterior implica que para 2027, la industria podría alcanzar un valor neto de 4 mil 30 millones de dólares en un ámbito global”, según Allied Market Research. La eficiencia energética es un aspecto clave en los procesos industriales y artesanales de producción de alimentos y bebidas. En particular, el proceso de cocción de infusiones de plantas, como el té de jazmín, oolong y jamaica, requiere un uso controlado de energía para garantizar tanto la calidad del producto final como la sostenibilidad del proceso.

La producción de té requiere un alto consumo de energía, especialmente en forma de energía térmica y eléctrica. Analizar cómo estos tipos de energía impactan en los costos de producción será crucial para optimizar su eficiencia. “Un correcto consumo energético permite a las empresas alcanzar una mayor productividad y competitividad, respetando el entorno” (Shünke et al., 2016, p.1).

Evaluar el consumo energético durante la cocción de estas infusiones no solo permite optimizar tiempos y temperaturas, sino que también ayuda a reducir costos y minimizar el impacto ambiental. Este estudio tiene como objetivo analizar el consumo energético en la elaboración de concentrados de infusiones naturales, identificando las condiciones óptimas que garanticen un balance entre calidad y eficiencia.

Marco teórico

“Las bebidas se refieren a todo tipo de líquidos naturales o artificiales, sus principales componentes son agua, extractos y aditivos alimentarios; obteniendo bebidas tipo: Gaseosas, infusiones, tés, entre otras; su proceso de elaboración empieza desde la recepción de la materia prima hasta el proceso de mezclado, pasteurizado y envasado” (Zumárraga, 2020, p.1).

La infusión es una bebida natural que se prepara utilizando hojas secas, raíces o frutos de ciertas plantas. Es el método más simple y habitual para aprovechar sus propiedades nutricionales. “Normalmente las infusiones son sustancias orgánicas que se obtienen sumergiéndolos en agua caliente durante un tiempo necesario para lograr que todas las propiedades naturales se queden en el agua y brindar un producto de buena calidad” (Enriquez y Pérez, 2020, p.37).

Para Ordoñez y Percy (2018):

Los concentrados de bebidas naturales son preparaciones a base de frutas, verduras, raíces u hojas, que buscan mantener sus beneficios nutricionales y sensoriales. Estas bebidas aportan minerales, vitaminas, fibra y antioxidantes. Su creciente popularidad responde a la demanda de productos más saludables, que ofrecen características naturales como sabor, aroma y color intensos. A menudo, los concentrados se utilizan como base para preparar bebidas mediante dilución con agua, permitiendo así personalizar la intensidad del sabor y la textura” (p.13).

“Las infusiones a base de hojas té (*Camellia sinensis*) son la bebida más consumida en el mundo después del agua gracias a sus agradables propiedades sensoriales, amplios beneficios para la salud y características socioculturales únicas” (Franklin y Alonso, 2021, p. 2). Las bebidas naturales que contienen vitamina C y minerales aportan beneficios significativos para la salud general, ayudando a prevenir deficiencias nutricionales, mejorar la inmunidad y promover el bienestar a largo plazo. Estos nutrientes son esenciales para apoyar una variedad de funciones biológicas críticas en el cuerpo. En 2011 Bamishaiye et, al., “encontraron que el tratamiento térmico no tuvo efecto en los minerales, pero sí afectó el contenido de vitamina C” (p. 62).

“Los procesos de cocción de alimentos consumen altos niveles de energía primaria. En ciertos países debido a la industria y a que tienen grandes recursos naturales en derivados del petróleo se usa como gas licuado de petróleo (GLP) como fuente de energía para la cocción de alimentos” (Riofrío et al., 2014, pág. 269).

Para Passamai et al., (2003) “el proceso de cocción es ineficiente desde el punto de vista del primer principio de la Termodinámica: la energía que recibe el agua de cocción es de alrededor del 5 % del total que se consume por quemado del gas domiciliario” (p. 74). Por ello, es importante optimizar el consumo de energía durante el proceso de cocción de los concentrados de bebidas de infusiones naturales, con el fin de reducir los costos de producción y garantizar la sostenibilidad del proceso. La optimización del consumo energético en la preparación de bebidas es un tema relevante en la industria alimentaria, ya que busca reducir el impacto ambiental y los costos operativos. Los principales enfoques para mejorar la eficiencia energética incluyen la modernización de equipos, la implementación de tecnologías de

recuperación de calor, y la mejora de los procesos de refrigeración y pasteurización, los cuales son intensivos en energía. Además, la automatización de procesos y el uso de sistemas de control inteligente permiten reducir el desperdicio energético durante la producción.

Los tratamientos térmicos son ampliamente empleados en la conservación de alimentos, ya que garantizan la seguridad para el consumo humano y son altamente efectivos en la eliminación de microorganismos que provocan el deterioro de los productos. “Estos tratamientos térmicos además de ser una alternativa económica para generar la inocuidad de los alimentos pueden provocar cambios indeseables, como fisicoquímicos, pérdida de nutrientes, formación de componentes por reacción térmica y pérdida de apariencia” (Rodríguez Salinas et al., 2021, p. 93).

"El procesamiento térmico es la tecnología más utilizada para la pasteurización de jugos de frutas y bebidas. La pasteurización del jugo se basa en una reducción de 5 logaritmos de los microorganismos más resistentes de importancia para la salud pública. El proceso puede llevarse a cabo mediante diferentes combinaciones de tiempo y temperatura” (Vassanta y Yu, 2012, p.66).

Para Acacio Chirino (2024):

La calidad de un producto puede definirse en función de un gran número de criterios, incluyendo, sus características físicas, químicas, microbiológicas, nutricionales o, simplemente, su aceptación por los consumidores. La calidad de un producto alimenticio se mide por medio de muchos factores como el cumplimiento de requisitos exigidos por la autoridad sanitaria, el tiempo de duración del producto final y la aceptación por parte de los consumidores (p. 77).

“Existe un amplio conocimiento sobre el procesamiento térmico como método de conservación de alimentos, y los avances en tecnología han permitido la optimización para lograr la máxima eficacia contra la contaminación microbiana con un mínimo deterioro de la calidad de los alimentos” (Ronquest Ross et al., 2018, p.3). Es por ello que, en el presente trabajo se evalúa también las propiedades fisicoquímicas, como el pH, la acidez titulable, los °Brix y el color, en los concentrados, con el propósito de garantizar su calidad, seguridad y estabilidad.

Materiales y métodos

Muestras: Las muestras que se utilizaron fueron los concentrados de la infusión de Jazmín, Oolong y Jamaica.

Análisis fisicoquímicos: Se llevaron a cabo análisis de las infusiones de Jazmín, Oolong y Jamaica para medir sus características fisicoquímicas, incluyendo pH, acidez titulable y sólidos solubles totales (SST). Cada uno de estos parámetros fue evaluado tres veces por muestra para garantizar la precisión de los resultados.

pH: Se determinó el pH en alícuotas de 10 ml utilizando un potenciómetro de la marca HANNA Instruments Grochek HI98127, siguiendo el método establecido en la norma NMX-F-317-S-1978. Después de calibrar el equipo, se procedió a realizar las mediciones introduciendo el potenciómetro en las muestras y esperando entre 1 y 3 minutos hasta que la lectura se estabilizara completamente (Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1978).

Acidez titulable: La acidez titulable de las muestras líquidas fue analizada según la norma NOM-F-102-S-1978. Para ello, se tomaron 10 mL de las muestras y se colocaron en un vaso de precipitado, añadiendo 3 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador. Posteriormente, se realizó la titulación usando una solución de NaOH 0.01 N. En el caso del concentrado de la infusión de jamaica, la acidez se midió en términos de ácido málico, mientras que para el concentrado de la infusión de jazmín, la acidez se evaluó en términos de ácido cítrico (Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1978).

Sólidos solubles totales: El contenido de sólidos solubles totales fue determinado usando un refractómetro de la marca Precisión, modelo CVQ-4013, siguiendo el procedimiento de la norma NMX-F-436-SCFI-2011, y los resultados se expresaron en grados Brix (Secretaría de Salubridad y Asistencia, 2011).

Color. Se midió utilizando un colorímetro (Konica Minolta, Cr-400, Japón) con el sistema CIELab en coordenadas Lab*.

Análisis de parámetros fisicoquímicos: Los datos experimentales fueron obtenidos en triplicado y se presentaron como media \pm desviación estándar. Para el análisis de los datos se empleó el paquete de herramientas de análisis de datos de Microsoft Excel 2016.

Consumo energético: Se calculó el consumo de energía midiendo la cantidad de gas utilizado (kg/hr) en función del tiempo de cocción y la temperatura del tratamiento. "El cálculo se realizó por lote de cocción, el cual corresponde a tres recipientes de 20 L cada uno, con un total de 60L, utilizando una estufa industrial de tres quemadores.

Resultados

El consumo energético en la preparación de bebidas a base de infusiones naturales es un factor crucial que impacta la calidad, el sabor y la sostenibilidad de estas bebidas. La energía térmica es fundamental para extraer los compuestos bioactivos de las plantas, como antioxidantes, flavonoides y aceites esenciales, que son responsables de los beneficios para la salud asociados con estas bebidas. Un control adecuado de la temperatura y el tiempo de infusión asegura que se maximicen las propiedades beneficiosas sin comprometer el sabor y la calidad de la bebida.

En las tablas 1, 2 y 3 se presentan los resultados fisicoquímicos (pH, SST y acidez titulable) a diferentes temperaturas de tratamiento, correspondientes a los concentrados naturales de jamaica, jazmín y oolong, respectivamente.

En cuanto al pH, se notó una tendencia a la baja, disminuyendo de 3.50 a 2.80, a medida que la temperatura de los tratamientos aumentaba de 60°C a 90°C para el concentrado natural de jamaica. En cambio, los concentrados de jazmín (tabla 2) y oolong (tabla 3) mostraron un comportamiento diferente, ya que el concentrado de jazmín se mantuvo en un valor de 7.1 en los tratamientos a 60 y 90°C, mientras que el concentrado de oolong se mantuvo en 7.2.

En cuanto a los SST, se observó un comportamiento ascendente, de 1.0 a 2.0, a medida que aumentó la temperatura del tratamiento de 60°C a 90°C en los concentrados naturales de jamaica y oolong. En contraste, el concentrado natural de jazmín mantuvo un valor constante de 2.0 en todos los tratamientos. "La acidez titulable se entiende como la cantidad de una sustancia presente en la solución valorada mediante la adición de hidróxido de sodio al 0,1 N, expresada en porcentaje de ácido cítrico de acuerdo con el método oficial Association of Analytical Communities (AOAC) 942.15" (Amorocho, et al., 2022, p.49).

En el concentrado de jamaica, la acidez titulable muestra un comportamiento irregular. A 60°C y 80°C es de 0.067%, pero a 70°C se presenta un incremento notable hasta 0.207%, para luego reducirse a 0.100% a 90°C; mientras, que en el concentrado de jazmín, la acidez titulable se mantiene constante en 0.012% para las temperaturas de 60°C, 70°C y 80°C, aumentando a 0.019% a 90°C. En el concentrado de oolong, la acidez es relativamente baja y se mantiene casi constante en el rango de temperaturas (de 0.064% a 0.012%).

Tabla 1. Resultados fisicoquímicos del concentrado natural de jamaica para diferentes tratamientos.

Parámetro fisicoquímico	Resultados fisicoquímicos de concentrados naturales de jamaica.			
	60°C	70°C	80°C	90°C
pH	3.50	3.10	2.90	2.80
SST (° brix)	1.00	1.50	2.00	2.00
Acidez titulable %	0.067	0.207	0.067	0.100

Nota: Elaboración propia.

Tabla 2. Resultados fisicoquímicos del concentrado natural de jazmín para diferentes tratamientos.

Parámetro fisicoquímico	Resultados fisicoquímicos de concentrados naturales de jazmín.			
	60°C	70°C	80°C	90°C
pH	7.10	7.20	7.20	7.10
SST (° brix)	2.00	2.00	2.00	2.00
Acidez titulable %	0.012	0.012	0.012	0.019

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3. Resultados fisicoquímicos del concentrado natural de oolong para diferentes tratamientos.

Parámetro fisicoquímico	Resultados fisicoquímicos de concentrados naturales de oolong.			
	60°C	70°C	80°C	90°C
pH	7.20	7.30	7.20	7.30
SST (° brix)	1.00	2.00	2.00	2.00
Acidez titulable %	0.064	0.012	0.012	0.012

Nota: Elaboración propia.

La medición de los parámetros cromáticos L^* , a^* y b^* en los alimentos se utilizan para evaluar y cuantificar objetivamente el color de los productos, un aspecto clave en la percepción de calidad por parte de los consumidores. Estos parámetros proporcionan información detallada sobre las características visuales del alimento, que son importantes no solo desde un punto de vista estético, sino también como indicadores de su estado, composición y posibles cambios durante los procesos de producción, almacenamiento o tratamiento.

“En los productos agrícolas el color es un parámetro que permite al consumidor seleccionar de manera rápida dentro de una variedad de opciones al momento de comprar” (Salinas Moreno et al., 2012, p.399). Esta característica es importante para la posterior selección para el consumidor. La tabla 4 muestra los parámetros cromáticos del concentrado natural de jamaica sometido a diferentes temperaturas de tratamiento térmico (60°C, 70°C, 80°C, 90°C). A 60°C, el valor de L^* es 46.02 ± 2.17 , lo que indica una tonalidad relativamente clara, mientras que a 90°C, L^* baja a 26.57 ± 1.67 , indicando una menor luminosidad o un oscurecimiento del concentrado. El valor de a^* aumenta de manera notable de 17.0 ± 4.12 a 28.90 ± 0.76 cuando se incrementa la temperatura de 60°C a 70°C. Posteriormente, desciende ligeramente con más aumento de temperatura (a 80°C y 90°C), aunque se mantiene en valores altos, lo que sugiere una intensificación del color rojizo. El valor de b^* también muestra un aumento desde 6.52 ± 2.15 a 18.56 ± 2.47 entre 60°C y 80°C y después disminuye a 17.34 ± 2.37 a 90°C. Esto indica que el tratamiento térmico genera un color más amarillo a temperaturas más altas, pero con cierta variabilidad en la tendencia.

La tabla 5 muestra los parámetros cromáticos del concentrado natural de jazmín sometido a diferentes temperaturas de tratamiento térmico (60°C, 70°C, 80°C, 90°C). El valor de L^* varía de 51.32 ± 3.98 a 47.25 ± 2.65 a medida que aumenta la temperatura de 60°C a 90°C. A 70°C, se observa el valor más alto de luminosidad (54.42 ± 1.37), lo que indica que el producto es más claro a esta temperatura. Sin embargo, a partir de los 80°C y 90°C, la luminosidad disminuye (50.22 ± 3.29 y 47.25 ± 2.65), indicando un oscurecimiento del producto con temperaturas más altas.

Los resultados de los parámetros cromáticos del concentrado natural de oolong se muestran en la tabla 6, el cual fue sometido a diferentes temperaturas de tratamiento térmico (60°C, 70°C, 80°C, 90°C). El valor de L^* varía de 50.15 ± 2.70 a 39.58 ± 1.034 a medida que aumenta la temperatura de 60°C a 90°C. A 70°C, se observa el valor más alto de luminosidad (50.78 ± 0.382), lo que indica que el producto es más claro a esta temperatura. Sin embargo, a partir de los 80°C y 90°C, la luminosidad disminuye (44.39 ± 1.549 y 39.58 ± 1.034), indicando un oscurecimiento del producto con temperaturas más altas.

Tabla 4. Parámetros cromáticos del concentrado natural de jamaica.

Parámetro	Tratamiento térmico			
	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
L^*	46.02 ± 2.17^a	40.03 ± 3.68^a	29.56 ± 1.86^b	26.51 ± 1.67^b
a^*	17.0 ± 4.12^b	28.9 ± 0.76^a	25.23 ± 3.51^a	24.77 ± 2.20^a
b^*	6.52 ± 2.15^b	17.12 ± 3.04^a	18.56 ± 2.47^a	17.34 ± 2.37^a

Nota: Los datos se expresan como media \pm DS (desviación estándar). Diferente letra en la misma línea dentro de cada tratamiento indica diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$). Elaboración propia.

Tabla 5. Parámetros cromátidos del concentrado natural de jazmín.

Parámetro	Tratamiento térmico			
	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
L*	51.32±3.98 ^a	54.42±1.37 ^a	50.22±3.29 ^a	47.25±2.65 ^a
a*	0.340±0.191 ^b	0.857±0.344 ^{ab}	1.22±0.713 ^{ab}	1.72±0.366 ^a
b*	24.13±4.80 ^a	21.7±18.3 ^a	33.39±1.74 ^a	33.69±1.15 ^a

Nota: Los datos se expresan como media ± DS (desviación estándar). Diferente letra en la misma línea dentro de cada tratamiento indica diferencia estadística significativa (P≤0.05). Elaboración propia.

Tabla 6. Parámetros cromátidos del concentrado natural de oolong.

Parámetro	Tratamiento térmico			
	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
L*	50.15±2.70 ^a	50.78±0.382 ^a	44.39±1.549 ^b	39.58±1.034 ^c
a*	1.51±1.211 ^c	2.913±0.494 ^{bc}	5.73±2.26 ^{ab}	9.29±1.51 ^a
b*	21.7±0.978 ^c	26.26±2.31 ^{bc}	31.20±3.40 ^{ab}	32.51±1.95 ^a

Nota: Los datos se expresan como media ± DS (desviación estándar). Diferente letra en la misma línea dentro de cada tratamiento indica diferencia estadística significativa (P≤0.05). Elaboración propia.

Las tablas 7, 8 y 9 muestran el consumo energético durante el proceso de elaboración de los concentrados naturales de jamaica, jazmín y oolong respectivamente, en función de la temperatura de tratamiento. Se examinan cuatro parámetros: temperatura (°C), tiempo (minutos), consumo de gas (kg/h) y costo por lote (pesos). En los tres concentrados, jamaica, jazmín y oolong, se observa que a medida que la temperatura aumenta de 60°C a 100°C, el tiempo necesario para el proceso también aumenta, pasando de 14.15 a 30.00 minutos para la jamaica, de 19.58 a 43 minutos para el concentrado de jazmín y de 20.05 a 45 minutos para el concentrado de oolong. Este incremento es casi proporcional, lo que sugiere que para alcanzar temperaturas más altas es necesario un mayor tiempo de tratamiento, lo que también podría influir en el consumo energético. En los tres concentrados se observa un aumento en el consumo de gas a medida que incrementa la temperatura. En el concentrado de jamaica, a 60°C el consumo de gas es de 0.37 kg/h, mientras que a 100°C aumenta a 0.79 kg/h. En el concentrado de jazmín, a 60°C el consumo de gas es de 0.51 kg/h, incrementando a 1.12 kg/h a 100°C. En el concentrado de oolong, a 60°C el consumo de gas es de 0.52 kg/h, mientras que a 100°C aumenta a 1.18 kg/h. El incremento en los tres concentrados es considerable, prácticamente duplicándose el consumo de gas a 100°C en comparación con 60°C, lo que tiene implicaciones directas en el costo energético del proceso.

El costo por lote también aumenta a medida que sube la temperatura. A 60°C, el costo es de 21.53 pesos, mientras que, a 100°C, el costo es de 45.64 pesos. En el concentrado de jazmín el costo a 60°C es de 29.79 pesos, mientras que a 100°C el costo es de 65.42 pesos. En el concentrado de oolong, el costo a 60°C es de 30.50 pesos, mientras que a 100°C el costo es de 68.46 pesos. Esto indica que el aumento de la temperatura y el tiempo de tratamiento incrementan considerablemente los costos operativos, probablemente debido al mayor consumo de gas.

Tabla 7. Consumo energético durante el proceso de elaboración del concentrado natural de jamaica.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Consumo de gas (Kg/h)	Costo por lote (pesos)
60	14.15	0.37	21.53
70	17.17	0.45	26.12
80	21.16	0.55	32.19
90	24.52	0.64	37.30
100	30.00	0.79	45.64

Nota: Elaboración propia.

Tabla 8. Consumo energético durante el proceso de elaboración del concentrado natural de jazmín.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Consumo de gas (Kg/h)	Costo por lote (pesos)
60	19.58	0.51	29.79
70	25.29	0.66	38.47
80	31.27	0.81	47.57
90	37.01	0.97	56.30

100	43.00	1.12	65.42
-----	-------	------	-------

Nota: Elaboración propia.

Tabla 9. Consumo energético durante el proceso de elaboración del concentrado natural de oolong.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Consumo de gas (Kg/h)	Costo por lote (pesos)
60	20.05	0.52	30.50
70	26.15	0.68	39.78
80	35.10	0.91	53.40
90	40.05	1.05	60.93
100	45.00	1.18	68.46

Nota: Elaboración propia.

Discusión

El concentrado natural de jamaica mostró una tendencia clara a la disminución del pH a medida que aumentaba la temperatura del tratamiento térmico. El pH disminuyó de 3.50 a 2.80 conforme la temperatura aumentaba de 60°C a 90°C. Este descenso en el pH puede estar relacionado con la degradación térmica de ciertos compuestos ácidos presentes en la jamaica, como los ácidos orgánicos (por ejemplo, ácido hibiscus y ácido cítrico), que pueden volverse más concentrados o liberarse en mayor medida a temperaturas más altas, aumentando la acidez del producto. Estos resultados coinciden con lo reportado por Barajas et al., (2020), quienes “encontraron una ligera disminución en el contenido de pH (2.61 a 2.36) en bebidas preparadas con diferentes concentraciones de cálices de jamaica preparadas a 100 °C durante 10 minutos” (p. 563). Así mismo coinciden con lo reportado por Salinas Moreno et al., (2024) quienes “prepararon bebidas con cálices de jamaica con diferente grado de pigmentación y encontraron valores de pH entre 2.42 y 2.5” (p. 5).

A diferencia del concentrado de jamaica, el pH del concentrado de jazmín se mantuvo constante en 7.1 durante los tratamientos a 60°C y 90°C. Este valor de pH neutro sugiere que los compuestos presentes en el concentrado de jazmín son relativamente estables frente al calor y no sufren alteraciones significativas que afecten la acidez o alcalinidad del producto.

Similar al concentrado de jazmín, el pH del concentrado de oolong se mantuvo constante, con un valor de 7.2 a lo largo de los tratamientos a 60°C y 90°C. Esto sugiere que los componentes presentes en este concentrado no se ven afectados significativamente por el aumento de temperatura, lo que mantiene el equilibrio ácido-base del producto. Estos resultados coinciden con lo reportado por Zimmermann y Gleichenhagen (2011), “al analizar el ph de infusiones de té verde a 70°C y a diferentes tiempos de extracción encontraron que este se mantenía constante con un valor de 6.9 durante todo el tratamiento” (p. 1546). En 2014, Rahman et al., “encontraron valores de ph de 5.53 a 5.97 en bebidas preparadas con hojas de oolong” (p. 56).

En el concentrado natural de jamaica, los SST mostraron un aumento gradual conforme la temperatura del tratamiento térmico incrementaba de 60°C a 90°C. Los valores subieron de 1.0 a 2.0, lo que sugiere que a temperaturas más elevadas se produce una mayor extracción o concentración de compuestos solubles en el agua, tales como azúcares, ácidos orgánicos, y otros compuestos solubles que influyen en el sabor, color y textura del concentrado. El comportamiento del concentrado de oolong fue similar al de la jamaica, mostrando también un aumento en los SST, de 1.0 a 2.0, a medida que la temperatura del tratamiento aumentaba de 60°C a 90°C. Este incremento sugiere que, al igual que en el caso de la jamaica, el tratamiento térmico facilita la liberación o concentración de compuestos solubles, lo que puede influir en la composición final del concentrado.

A diferencia de los concentrados de jamaica y oolong, el concentrado de jazmín mantuvo un valor constante de SST de 2.0 en todos los tratamientos térmicos, desde 60°C hasta 90°C. Esto indica que el proceso térmico no tuvo un impacto significativo en la concentración de los sólidos solubles en este concentrado, lo que puede estar relacionado con la naturaleza de los compuestos presentes en el jazmín y su estabilidad frente al calor.

“La acidez de los extractos está directamente relacionada con la cantidad de ácidos presentes, y en jamaica los dominantes son el oxálico y el succínico, aunque pueden encontrarse también cítrico, ascórbico, málico y esteárico”. (Salinas Moreno et al., 2012, p. 403).

En el concentrado de jamaica, la acidez titulable muestra un comportamiento irregular. A 60°C y 80°C es de 0.067%, pero a 70°C se presenta un incremento notable hasta 0.207%, para luego reducirse a 0.100% a 90°C. Este comportamiento no lineal sugiere que, a determinadas temperaturas, puede haber una mayor liberación de compuestos ácidos o que la capacidad de titulación de los ácidos cambia con el calor, posiblemente debido a interacciones con otros compuestos del concentrado; mientras, que en el concentrado de jazmín, la acidez titulable se mantiene constante en 0.012% para las temperaturas de 60°C, 70°C y 80°C, aumentando a 0.019% a 90°C. Este ligero incremento podría indicar que a temperaturas más altas se libera más acidez, lo que puede afectar el sabor y la percepción del producto, aunque todavía en un rango bajo. En el concentrado de oolong, la acidez es relativamente baja y se mantiene casi constante en el rango de temperaturas (de 0.064% a 0.012%). Esto sugiere que la temperatura no afecta significativamente la acidez de oolong. Estos resultados contrastan con los obtenidos por Rahman et al., (2014), que “encontraron que el contenido de acidez en el té oolong se encontraba en un rango entre 2.02 y 1.02 %” (p. 56).

Los valores de luminosidad (L) de 29.56 ± 1.86^b y 26.51 ± 1.67^b obtenidos con los tratamientos a 80°C y 90°C, respectivamente, no muestran diferencias significativas y coinciden con lo reportado por Barajas y colaboradores en 2020, en donde analizaron bebidas preparadas con extractos al 1, 2.5, 5 y 10 % de cálices de jamaica y encontraron valores de luminosidad de 30.6, 27.9, 24.3 y 26.2, respectivamente. Las condiciones de extracción son muy importantes para las características finales de las bebidas obtenidas a partir de cálices de jamaica. “Las infusiones de té con mayor intensidad de color indican que el té contiene mayores cantidades de antioxidantes, como moléculas polifenólicas o flavonoides” (Tan et al., 2022, p. 6).

Los resultados de los parámetros L^* , a^* y b^* indican que el tratamiento térmico afecta significativamente los parámetros cromáticos del concentrado de jazmín. A temperaturas más altas, el concentrado tiende a oscurecerse (disminución de L^*), adquirir un tono más rojizo (aumento de a^*) y volverse más amarillo (aumento de b^*). Estos cambios pueden estar relacionados con reacciones químicas que ocurren a altas temperaturas, como la reacción de Maillard o la caramelización, que pueden alterar el color de los compuestos presentes en el concentrado.

El tratamiento térmico afecta de manera notable los parámetros cromáticos del concentrado de oolong. A medida que aumenta la temperatura: El concentrado se oscurece significativamente (baja en L^*). Aumenta la tendencia hacia los tonos rojizos (aumento de a^*). Se intensifican los tonos amarillos (aumento de b^*). Estas alteraciones en el color pueden deberse a reacciones químicas que ocurren a altas temperaturas, como la oxidación de compuestos fenólicos, la caramelización y la reacción de Maillard, las cuales generan pigmentos oscuros y alteran la composición de color del producto. Estos cambios pueden ser cruciales para el procesamiento y la comercialización del concentrado, ya que el color es un factor determinante en la percepción de la calidad por parte del consumidor. Por lo tanto, el control de la temperatura en el procesamiento del concentrado de oolong es fundamental para mantener características cromáticas deseadas.

Esto es importante para determinar el tratamiento térmico óptimo según las características visuales deseadas del producto final, ya que las variaciones en color pueden afectar la percepción de calidad por parte del consumidor. Los resultados de consumo energético muestran un patrón claro: a medida que aumenta la temperatura de procesamiento (de 60°C a 100°C), el consumo de gas se incrementa en todos los concentrados evaluados (jamaica, jazmín y oolong). Esto es coherente con la necesidad de mayores cantidades de energía para alcanzar y mantener temperaturas más altas durante un tiempo prolongado, como lo demuestra el hecho de que los tiempos de procesamiento también aumentan conforme la temperatura sube. En el procesamiento del té oolong, los compuestos clave que aportan sabor se generan a partir de la oxidación de catequinas, aminoácidos y azúcares. “El sabor del té oolong es complejo debido a la interacción de muchos compuestos diferentes de sabor. El té oolong presenta efectos antioxidantes, anticancerígenos, antiobesidad, preventivos de la aterosclerosis y enfermedades cardíacas, antidiabéticos y antialérgicos” (Chen, 2010, p.1).

En el concentrado de Jamaica a 60°C, el consumo de gas es de 0.37 kg/h y aumenta a 0.79 kg/h a 100°C. Este incremento refleja un crecimiento de más del 100%, lo que sugiere que el concentrado de jamaica es altamente sensible al aumento de temperatura en términos de consumo energético.

En el caso del concentrado de jazmín, el consumo de gas a 60°C es de 0.51 kg/h, mientras que a 100°C alcanza los 1.12 kg/h. El incremento es aún más pronunciado en comparación con el concentrado de jamaica, lo que indica que el proceso de elaboración de este concentrado requiere significativamente más energía a temperaturas elevadas.

El concentrado de oolong muestra un comportamiento similar, con un consumo de gas de 0.52 kg/h a 60°C que aumenta a 1.18 kg/h a 100°C. Al igual que en los otros concentrados, el incremento es considerable, y la tendencia al alza en el consumo energético sugiere que este concentrado también es sensible a cambios en la temperatura.

A nivel comparativo, el concentrado de jazmín presenta el mayor consumo de gas en ambos extremos de temperatura (60°C y 100°C), seguido por el concentrado de oolong y, finalmente, el de jamaica. Esto podría estar relacionado con las características físicas o químicas de cada concentrado y su respuesta al calor durante el proceso de concentración. Es posible que los compuestos presentes en cada uno de estos productos requieran más energía para ser concentrados de manera eficiente, lo que explica las diferencias observadas. El hecho de que el consumo de gas casi se duplique entre los 60°C y los 100°C en todos los concentrados evaluados implica un aumento significativo en los costos energéticos. Este incremento afecta directamente los costos de producción, lo que podría hacer menos rentable operar a temperaturas más elevadas si no se obtienen beneficios adicionales como una mayor calidad o mejores propiedades del producto final. Los datos sugieren que, para reducir el impacto económico, es necesario optimizar las condiciones de procesamiento. Esto podría incluir la evaluación de temperaturas más bajas o intermedias que permitan un equilibrio entre la eficiencia energética y la calidad del concentrado.

En este contexto, es crucial que los procesadores evalúen si las ganancias en calidad del producto final justifican el aumento en los costos operativos al trabajar a temperaturas más elevadas. También podría explorarse la posibilidad de utilizar tecnologías más eficientes energéticamente para reducir el impacto del consumo de gas, como intercambiadores de calor o procesos de pre-tratamiento que minimicen el tiempo necesario para alcanzar las temperaturas objetivo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, concluimos que el tratamiento a 80 °C presenta los mejores resultados, ya que no se observan diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos de pH, SST, acidez titulable y color, comparados con el tratamiento a 90 °C; además, representa un menor consumo energético, lo que representa un ahorro significativo para el fabricante. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Perva et al., (2006); ellos estudiaron la extracción de ingredientes activos del té verde (*Camellia sinensis*) con diferentes procedimientos de extracción con agua y determinaron las condiciones óptimas: la máxima eficiencia de extracción de catequinas con agua se obtuvo a 80 °C después de 20 minutos (97%) y a 95 °C después de 10 minutos de extracción (90%) (p. 597).

Conclusiones

El análisis muestra que el comportamiento del pH frente al tratamiento térmico varía considerablemente entre los concentrados. El concentrado de jamaica sufre un aumento en su acidez conforme la temperatura sube, mientras que los concentrados de jazmín y oolong permanecen estables. Estas diferencias son importantes para definir las condiciones de procesamiento y asegurar la calidad sensorial y microbiológica de cada tipo de concentrado.

El análisis de los sólidos solubles totales muestra diferencias importantes en la respuesta de cada concentrado a los tratamientos térmicos. Mientras que los concentrados de jamaica y oolong experimentan un aumento en los SST a medida que aumenta la temperatura, lo que podría mejorar su intensidad sensorial, el concentrado de jazmín mantiene un valor constante, lo que sugiere una mayor estabilidad. Estos resultados son cruciales para el diseño de los procesos de producción, ya que permiten ajustar las condiciones de temperatura para optimizar la concentración y la calidad de cada tipo de concentrado.

Los resultados muestran que la acidez titulable en los concentrados de jamaica, jazmín y oolong responde de manera diferente a los tratamientos térmicos. Mientras que el concentrado de jamaica presenta un comportamiento irregular, con un aumento abrupto a 70°C, los concentrados de jazmín y oolong mantienen una acidez más estable, con pequeñas variaciones. Esta información es esencial para el diseño de los procesos de producción, ya que permite ajustar las condiciones de temperatura para obtener un perfil sensorial consistente y una acidez controlada, dependiendo del tipo de concentrado que se esté procesando. Los resultados muestran una clara tendencia de aumento en el consumo de gas y los costos energéticos a medida que aumenta la temperatura del proceso. Esto es consistente en los tres concentrados analizados (jamaica, jazmín y oolong). Si bien los incrementos son esperados, el hecho de que el consumo de gas prácticamente se duplique con el aumento de temperatura sugiere que las operaciones a 100°C pueden no ser sostenibles desde una perspectiva económica a largo plazo. Es fundamental equilibrar la eficiencia del proceso con el costo energético, especialmente en entornos donde los márgenes de ganancia son estrechos. Según los resultados obtenidos, podemos concluir que el tratamiento a 80 °C es el más efectivo, ya que no se detectan diferencias significativas en los parámetros fisicoquímicos de pH, SST, acidez titulable y color. Además, este tratamiento conlleva un menor consumo de energía, lo que supone un ahorro considerable para el fabricante.

Referencias bibliográficas

- Acacio Chirino, N. (2024). Evaluación de parámetros de calidad para una bebida láctea con Aloe fermentada. *Tecnología Química*, 44(1), 75-90. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852024000100075&lng=es&tln=es.
- Amorcho, C. M. Soto, J. E. y Charry, S. (2022). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial de vino de curuba (*Passiflora mollissima* var. Bailey). *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 20 (2), 45-59. <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v20.n2.2022.1562>
- Bamishaiye, E. I. Olayemi, F. F. y Bamishaiye O. M. (2011). Effects of Boiling Time on Mineral and Vitamin C Content of Three Varieties of Hibiscus sabdriffa Drink in Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences* 7 (1): 62-67. https://www.researchgate.net/profile/Ff-Olayemi/publication/265233359_Effects_of_Boiling_Time_on_Mineral_and_Vitamin_C_Content_of_Three_Varieties_of_Hibiscus_sabdriffa_Drink_in_Nigeria/links/59f1dd8caca272cdc7d0054c/Effects-of-Boiling-Time-on-Mineral-and-Vitamin-C-Content-of-Three-Varieties-of-Hibiscus-sabdriffa-Drink-in-Nigeria.pdf
- Barajas, R. Gutiérrez S. y Sáyago A. (2020). Concentration of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L) and sucrose in beverages: Effects on physicochemical characteristics and acceptance. *Food Science and Technology International*, 27(6), 563-571. <https://doi.org/10.1177/1082013220973796>
- Chen, Y. L. Duan, J. Jiang, Y. M. Shi, J. Peng, L. Xue, S. y Kakuda, Y. (2010). Production, Quality, and Biological Effects of Oolong Tea (*Camellia sinensis*). *Food Reviews International*, 27(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/87559129.2010.518294>
- Cubas, I. (21 de mayo de 2022). *Consumo de infusiones y té: una tendencia en ascenso por sus beneficios a la salud*. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/industria-alimentaria-hoy/consumo-de-infusiones-y-te-una-tendencia-en-ascenso-por-sus-beneficios-a-la-salud/>
- Dornelles, M. L. y Porto, Q. G. (2014). Correlation between antioxidant activity and total phenolic content with physicochemical parameters of blended extracts of *Camellia sinensis*. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, 36(1), 97-103. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=307229993014>
- Enriquez, M. A. y Pérez, M. L. (2020). Perspectiva de consumo y marketing mix para una infusión de ortiga con naranja en Pastaza. *ECA Sinergia*, 11(2), 34-46. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v11i2.2172
- Franklin, P. C. y Alonso, F. J. T. (2021). Extracción de compuesto fenólicos-actividad antioxidante en té verde (*Camellia sinensis*) bajo un diseño factorial 3x3. *Rev. Bio Scientia*, 4(8), 1-8. <https://acortar.link/uEUubD>
- Galicia, F. Salinas, M. Espinoza, G. y Sánchez, F. (2008). Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de extractos de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) nacional e importada. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(2), 121-129. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027152X2008000200004&lng=es&tln=es
- Mohammad, S. H. (2023). Health Benefits of Herbal Tea: A Review. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34928.43526>
- Namita, P. Mukesh, R. y Vijay, K. J. (2012). *Camellia Sinensis* (Green Tea): A Review. *Global Journal of Pharmacology* 6(2): 52-59. https://www.researchgate.net/publication/267959550_Camellia_Sinensis_Green_Tea_A_Review
- Ng, K. W. Cao, Z. J. Chen, H. B. Zhao, Z. Z. Zhu, L., y Yi, T. (2018). Oolong tea: A critical review of processing methods, chemical composition, health effects, and risk. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58(17), 2957-2980. DOI: 10.1080/10408398.2017.1347556
- Ordoñez, H. y Percy, R. (2018). Tecnología de bebidas naturales. *Repositorio Institucional Digital. Universidad Nacional del Callao*. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/2304>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (19 de mayo de 2023). *Día Internacional del Té de 2023: apoyar a los pequeños productores de té forma parte integral de la transformación de los sistemas agroalimentarios*. <https://www.fao.org/newsroom/detail/international-tea-day-2023--supporting-smallholder-tea-producers-is-an-integral-part-in-the-transformation-of-agrifood-systems/es>
- Passamai, V. Passamai, M. Bernaski, M y Passamai, T. (2003). Evaluación del consumo energético para la cocción. *ASADES. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 7(2), 73-78. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/81073/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Perva, U. A. Škerget, M. Knez, J. Weinreich, B. Otto, F. y Grüner, S. (2006). Extraction of active ingredients from green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins and caffeine. *Food Chemistry*, 96(4), 597-605. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.03.015>
- Rahman, M. Kalam, M. Salam, M. y Rana, M. (2014). Aged leaves effect on essential components in green and oolong tea. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*, 3(2), 54-58. <https://doi.org/10.3329/ijar.v3i2.17845>

- Riofrío, A. Carrión, D. Orozco, M. Vaca, D. y Martínez, J. (2014). Análisis del consumo energético en procesos de cocción eficiente para el sector residencial. *ResearchGate*. 268:273. <https://acortar.link/SwvZOj>
- Rodríguez Salinas, P. A. Urías Orona, V. Basilio Heredia, J. Suarez Jacobo, A. Báez González, J. Zavala García, F. y Niño Medina, G. (2021). Efecto de termosonicación y pasteurización sobre propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y nutraceuticas en bebidas de maíz. *Biotecnia*, 23(1), 92-101. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i1.1204>
- Ronquest Ross, L. C. Vink, N. y Sigge, G. O. (2018). Application of science and technology by the South African food and beverage industry. *South African Journal of Food Science*, 114(9-10), 1-11. https://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=S0038-23532018000500017&script=sci_arttext
- Salinas Moreno, Y. García Salinas, C. Gálvez Marroquín, L. A. y Andrade González, I. (2024). Bebida nutraceutica de cálices de jamaica con diferente pigmentación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícola*, 15(6), 1-10. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i6.3254>
- Salinas Moreno, Y. Zúñiga Hernández, A. R. E., Jiménez De la Torre, L. B. Serrano Altamirano, V. y Sánchez Feria, C. (2012). Color en cálices de Jamaica (*Hibbiscus Sabdariffa L*) y su relación con características fisicoquímicas de sus extractos acuosos. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18(3): 395-407. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.08.038>
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. (1978). Norma Oficial Mexicana NOM-F-102-S-1978: Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4704689&fecha=23/05/1978#gsc.tab=0
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. (1978). Norma Mexicana NMX-F-317-S-1978: Determinación de pH en Alimentos. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4704689&fecha=23/05/1978#gsc.tab=0
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. (2011). Norma Mexicana NMX-F-436-SCFI-2011: Industria azucarera y alcoholera determinación de grados brix en jugos de especies vegetales productoras de azúcar y materiales azucarados. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/2010/nmx-f-436-scfi-2011.pdf>
- Shünke, S. E. Müller, M. R. Rietz, J. Haupt, M. C. Elias, R. J. D. Dekun, C. M. (2016). *Consumo de energía eléctrica en el sector elaborador de té negro en Misiones*. Jornada de pesquisas. Universidad Nacional de Misiones, Misiones, Brasil. <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/6695/5466>.
- Tan, H. L. Ojukwu, M. Lee, L. X. y Easa, A. M. (2022). Quality characteristics of green Tea's infusion as influenced by brands and types of brewing water. *Heliyon*, 9(2), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12638>
- Tea Market. (23 de septiembre de 2024). *Global Industry Analysis and Forecast*. <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-tea-market/19202/>.
- Vassanta, H. P. y Yu, L. J. (2012). Emerging Preservation Methods for Fruit Juices and Beverages. Editorial Intech Open. <https://acortar.link/235nWk>
- Weerawatanakorn, M. Hung, W. L. Pan, M. H. Li, S. Li, D. Wan, X. y Ho, C. T. (2015). Chemistry and health beneficial effects of oolong tea and theasinensins. *Food Science and Human Wellness* 4(2) 133-146. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fshw.2015.10.002>
- Yi, T. Zhu, L. Peng, W. L. He, X. C. Chen, H. L. Li, J. y Chen, H. B. (2015). Comparison of ten major constituents in seven types of processed tea using HPLC-DAD-MS followed by principal component and hierarchical cluster analysis. *Food Science and Technology*, 62(1), 194-201. <https://10.1016/j.lwt.2015.01.003>
- Zeng, L. Zhou, X. Su, X. y Yang, Z. (2020). Chinese oolong tea: An aromatic beverage produced under multiple stresses. *Trends in food science & technology*, 106, 242-253. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.001>
- Zimmermann, B. F. y Gleichenhagen, M. (2011). The effect of ascorbic acid, citric acid and low pH on the extraction of green tea: How to get most out of it. *Food Chemistry*. 124(4), 1543-1548 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.009>
- Zumárraga, V. (2020). Evaluación del tiempo y temperatura de infusión en la concentración de taninos en una bebida a base de lavanda (*lavandula angustifolia*) [Tesis de maestría, Universidad de las Américas de Quito]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12792>



<https://doi.org/10.69823/avacient.v4n2a15>

<http://avacient.chetumal.tecnm.mx/index.php/revista>

<https://www.facebook.com/avacient>