

Evaluación de un sistema de extracción sólido-líquido por arrastre de vapor de la planta Stevia Rebaudiana Bertoni

Evaluation of a Solid-Liquid Extraction System by Steam Stripping of the Plant Stevia Rebaudiana Bertoni

Sergio Alan Castro Valdez

alan.cv@guasave.tecnm.mx
<https://orcid.org/0009-0006-1958-0334>
Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

Adalid Graciano Obeso

Adalid.go@guasave.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-0849-0054>
Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

Francisco Javier Valverde Juárez

francisco.vj@guasave.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-0849-0054>
Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

Gregorio Polloreña López

gregorio.pl@guasave.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-2847-0093>
Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

Rosario Isidro Yocupicio Gaxiola

rosario.yg@guasave.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-9457-5803>
Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i4.6389>

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i4.6389>

Evaluación de un sistema de extracción sólido-líquido por arrastre de vapor de la planta *Stevia Rebaudiana Bertoni*

Evaluation of a Solid-Liquid Extraction System by Steam Stripping of the Plant *Stevia Rebaudiana Bertoni*

Sergio Alan Castro Valdez

alan.cv@guasave.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0006-1958-0334>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

Adalid Graciano Obeso

Adalid.go@guasave.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0849-0054>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

Francisco Javier Valverde Juárez

francisco.vj@guasave.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0849-0054>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

Gregorio Polloreña López

gregorio.pl@guasave.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2847-0093>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

Rosario Isidro Yocupicio Gaxiola

rosario.yg@guasave.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9457-5803>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior de Guasave
Guasave – México

Artículo recibido: 02 de abril de 2026. Aceptado para publicación: 02 de septiembre de 2026.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

La presente investigación evaluó la eficiencia de un sistema de extracción sólido-líquido por arrastre de vapor para la obtención de un extracto de la planta *Stevia Rebaudiana Bertoni* a través de indicadores fisicoquímicos indirectos (°Brix y pH). Se empleó un enfoque cuantitativo con un diseño experimental factorial 23 que analizó tres factores: concentración de la mezcla hidroalcohólica (50:50 y 70:30 %p/p), tamaño de partícula (malla 60 y 80) y tiempo de extracción (60 y 120 min). Los datos fueron procesados a través del software estadístico Minitab Statistical Software 22. Los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) demostraron que la interacción Concentración*Tiempo es altamente significativa ($p=0.001$) alcanzando un rendimiento máximo de 19.65 °Brix utilizando la mezcla 70:30 en un periodo de 60 minutos. Se identificó que el etanol del solvente se agota en promedio a los 59 minutos, momento a partir del cual la curva de saturación de sólidos tiende a estabilizarse. En cuanto al pH, los valores se mantuvieron estables y cercanos a la neutralidad, para un tamaño de partícula malla 60, con concentraciones 50:50 etanol:agua y en un tiempo de 60 minutos, lo que favorece la estabilidad química de los solutos extraídos. Se concluye que el sistema

propuesto es eficiente en ciclos cortos, optimizando la transferencia de masa y reduciendo significativamente los tiempos operativos, en comparación con las técnicas de infusión tradicionales.

Palabras clave: Stevia Rebaudiana Bertoni, arrastre de vapor, sólidos solubles, pH, eficiencia de extracción, mezcla hidroalcohólica

Abstract

This study evaluated the efficiency of a steam-driven solid-liquid extraction system for obtaining an extract from the Stevia rebaudiana Bertoni plant using indirect physicochemical indicators (°Brix and pH). A quantitative approach was used with a 2^3 factorial experimental design that analyzed three factors: hydroalcoholic mixture concentration (50:50 and 70:30 %w/w), particle size (60 and 80 mesh), and extraction time (60 and 120 min). The data were processed using Minitab Statistical Software 22. The results of the Analysis of Variance (ANOVA) showed that the Concentration*Time interaction is highly significant ($p=0.001$), reaching a maximum yield of 19.65 °Brix using the 70:30 mixture over a 60-minute period. It was found that the ethanol in the solvent is depleted on average at 59 minutes, at which point the solids saturation curve tends to stabilize. Regarding pH, the values remained stable and close to neutral for a 60-mesh particle size, with a 50:50 ethanol:water concentration, and over a 60-minute period, which promotes the chemical stability of the extracted solutes. It is concluded that the proposed system is efficient in short cycles, optimizing mass transfer and significantly reducing processing times compared to traditional infusion techniques.

Keywords: Stevia rebaudiana Bertoni, steam stripping, soluble solids, pH, extraction efficiency, hydroalcoholic mixture

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Castro Valdez, S. A., Graciano Obeso, A., Valverde Juárez, F. J., Polloreña López, G., & Yocupicio Gaxiola, R. I. (2026). Evaluación de un sistema de extracción sólido-líquido por arrastre de vapor de la planta Stevia Rebaudiana Bertoni. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (4), 2045 – 2059. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i4.6389>

INTRODUCCIÓN

La Stevia Rebaudiana Bertoni es una fuente de edulcorantes valiosa que posee un alto potencial de componentes endulzantes naturales conocidos como glucósidos de esteviol capaces de dar dulzor a las bebidas (L.S. Celaya, 2013), con un poder edulcorante de 250 a 300 veces más que la sacarosa (Barrios Fragoso, 2020; Badui, 2006). Los edulcorantes naturales actualmente se han posicionado como una fuente valiosa de compuestos dulces reconocidos por sus beneficios a la salud (CONTRERAS & JARAMILLO, 2022). En este contexto, la Stevia Rebaudiana Bertoni ha tomado mucha relevancia como sustituto del azúcar.

Los principales glucósidos de esteviol responsables del dulzor de la Stevia son el Estevisido y el Rebaudisido, los cuales se encuentran en las hojas de la planta en porcentajes variados.

Tabla 1

Principales glucósidos de esteviol de la Stevia

Glucósidos	Contenido en % de las hojas en peso seco		
	Makapugay <i>et al.</i> , (1985)	Garnada <i>et al.</i> , (2003)	Goyal y samsher (2010)
Estevisido	5 a 10	5.8 ± 1.3	9.1
Rebaudisido A	2 a 4	1.8 ± 0.2	3.8
Rebaudisido C	1 a 2	1.3 ± 0.4	0.6
Dulcisido	0.4 a 0.7	ND	0.3

Fuente: (Vargas et al., 2025).

Muchas sustancias biológicas se presentan como mezclas de diferentes componentes en fase gaseosa, líquida o sólida (Geankoplis, 1998) y la forma de acceder a estos componentes es a través de procesos unitarios de extracción utilizando solventes afines al compuesto acompañados de métodos de filtración, purificación y concentración o procesos más reducidos como la cavitación y fluidos supercríticos que, en general, suelen ser más costosos.

Existen diferentes métodos de extracción reconocidos como convencionales y no convencionales: los métodos de extracción convencionales según, coinciden (Canuas Landero et al., 2015; Vázquez et al., 2019), se clasifican de acuerdo a los solventes usados; además que la cantidad y calidad que se puede conseguir de un extracto depende del método de extracción. Los métodos no convencionales usan tecnologías físicas o condiciones especiales sin el empleo de solventes orgánicos o sustancias que tienen mucho impacto en el ambiente. Existe evidencia científica de la aplicación de estas tecnologías (CAM et al., s.f; González et al., 2017; Rodríguez-Riera et al., 2014; Santamaria, 2014; Benítez-Villalba et al., 2022). Estos procesos de extracción dependen de variables fisicoquímicas como la temperatura, el tipo de solvente y el tiempo de contacto, mismas variables que determinan la cantidad y calidad del extracto obtenido (Vargas et al., 2025).

Sin embargo, aunque existen métodos convencionales, estos suelen implicar largos periodos operativos y degradación térmica. La extracción por arrastre de vapor es una alternativa poco explorada en Stevia, lo que limita el conocimiento sobre su viabilidad técnica e industrial.

El proceso de extracción empieza con la molienda de las hojas secas, seguida de una lixiviación con agua, solventes polares como el etanol o una mezcla de estos, a temperatura ambiente o temperaturas

que están comprendidas entre los 80° y 90°C, para posteriormente filtrar, purificar y concentrar (Díaz, 2014).

En el presente trabajo se desarrolló una extracción sólido-líquido por arrastre de vapor utilizando un solvente hidroalcohólico siguiendo un enfoque cuantitativo de nivel explicativo, empleando un diseño experimental factorial y un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la influencia de factores como la concentración del solvente hidroalcohólico, el tiempo de extracción y el tamaño de partícula sobre los °Brix y el pH del extracto generado. De tal manera que el objetivo es evaluar la eficiencia de un sistema de arrastre de vapor para obtener extractos de Stevia mediante el análisis de indicadores como pH y °Brix.

METODOLOGÍA

Material vegetal y molienda.

Las hojas secas de Stevia Rebaudiana Bertoni variedad Morita II fueron adquiridas por el proveedor “La Purísima” con un porcentaje de humedad del 10%. Las hojas de Stevia Rebaudiana Bertoni se pulverizaron en una licuadora grado industrial marca TAPISA modelo T3L. El polvo obtenido se tamizó durante 15 minutos por malla 60 (250 micras) y malla 80 (180 micras).

Extracción sólido-líquido por arrastre de vapor

Preparación de la muestra (lixiviación)

Para cada tratamiento evaluado del diseño experimental, las hojas de Stevia molida se lixiviaron previo a la extracción como pretratamiento, con el propósito de favorecer la solubilización y disponibilidad de los compuestos hidrosolubles presentes en la matriz vegetal. Las condiciones de lixiviación utilizadas fueron las siguientes: se pesaron 20 gramos de cada fracción granulada (malla 60 y 80) y se disolvieron en 200 mL de agua destilada a temperatura ambiente y agitación durante 4 horas aproximadamente a 300 RPM a través de un termoagitador marca Thermo Scientific modelo SP88857100 (Figura 1).

Figura 1

Lixiviación de la Stevia



Fuente: elaboración propia.

Extracción

El montaje básico se tomó del presentado por (Casado Villaverde, 2018). Para llevar a cabo la extracción por arrastre de vapor (Figura 2) y puesta en marcha, primero se cargó un matraz de destilación de 500 mL con 400 mL de la mezcla etanol:agua y se sumergió en aceite vegetal como baño maría. A la salida del matraz de destilación se conectó, a través de mangueras de goma, a un tubo de vidrio acodado sumergido al matraz Kitasato con la muestra de Stevia lixiviada (Figura 3), lecho fijo, mismo que se mantuvo a una temperatura comprendida entre 80°C y 90°C con un baño maría en agua para evitar la condensación del alcohol. Posteriormente, a la salida del Kitasato se conectó un refrigerante de rosario acoplado a una bomba de recirculación marca FADAK modelo B-72 PLUS para la condensación del vapor que se recupero en a la salida del refrigerante. Los extractos se almacenaron en viales de 50 mL a 4°C.

Del proceso se obtuvieron dos tipos de muestra, según la temperatura del solvente de extracción: las muestras cuya temperatura del solvente era menor a 100°C y las muestras donde el solvente de extracción era mayor a 100°C.

pH.

Para la determinación del pH se siguió el procedimiento de la NMX-F-317-NORMEX-2013. Se utilizó un equipo marca Hanna modelo HI8314-1. Antes de tomar lectura, el equipo se calibró sumergiendo el electrodo en una solución buffer pH 7 hasta que el display marcara el dato real del buffer para posteriormente ajustarlo de forma manual con una perilla ajustable hasta el valor de real de 7. El electrodo se lavó con agua destilada y se sumergió a la muestra hasta cubrir el bulbo, se agitó y se tomó lectura cuando el display se estabilizó. Se realizaron tres lecturas de cada muestra.

Figura 2

Montaje del sistema de extracción °Brix.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3

Stevia en baño maría



Fuente: elaboración propia.

El procedimiento se realizó según la NMX-F-103-1982, a través de un equipo marca Hanna modelo HI96802. Primero se calibro el equipo colocando 3 gotas de agua destilada en el lector, se inicia la lectura y se lleva el equipo a 0°Brix. Posteriormente, se colocaron 3 gotas de cada una de las muestras para su lectura. Se realizaron 3 lecturas por muestra.

Diseño experimental factorial

En este diseño factorial se trabaja con k factores, y a cada uno de ellos se les asigna dos niveles, nivel alto (+) y nivel bajo (-) (Añazco Camacho & Suárez Villón, 2017).

Para optimizar las condiciones de operación, se implementó un diseño experimental factorial 2³ con 3 puntos centrales, un total de 8 unidades experimentales, resultando un total de 16 tratamientos. Los factores evaluados se resumen en el diseño de la Tabla 2:

Tabla 2

Diseño experimental 2³

FACTOR	Nivel bajo (-1)	Nivel alto (+1)	Unidad
Concentración agua-etanol.	50:50 (etanol:agua).	70:30 (etanol:agua).	%p/p.
Tamaño de partícula.	Malla 60	Malla 80	Micrómetros
Tiempo de extracción.	60 minutos	120 minutos	min

Fuente: elaboración propia.

Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANOVA) en el software Minitab 22 con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 0.05. La significancia de los efectos principales y de las interacciones dobles fue evaluada a través de la significancia de la Falta de Ajuste: un valor $p > 0.05$.

RESULTADOS

Resultados de las extracciones

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos al evaluar las variables fisicoquímicas, pH y sólidos solubles totales (°Brix), de las extracciones de cada corrida experimental antes de que la temperatura del solvente de extracción sea de 100°C.

Tabla 3

Resultados lectura pH y °Brix. Temperatura del solvente menor a 100°C

Corrida experimental	Tiempo (min)	Concentración etanol:agua (p/p)	Tamaño partícula	Sólidos solubles (°Brix)	pH
C1	60 min	50:50	Malla 60	19.7	7.4
C2	60 min	50:50	Malla 60	19.7	7.6
C3	60 min	70:30	Malla 60	19.8	7.9
C4	120 min	70:30	Malla 60	19.1	7.9
C5	120 min	50:50	Malla 60	19.7	7.9
C6	60 min	70:30	Malla 60	19.7	8.0
C7	60 min	70:30	Malla 80	19.7	8.3
C8	120 min	50:50	Malla 80	19.8	8.0
C9	120 min	70:30	Malla 80	19.1	8.1
C10	120 min	70:30	Malla 60	19.1	8.0
C11	120 min	70:30	Malla 80	19.2	8.1
C12	60 min	50:50	Malla 80	19.2	8.1
C13	120 min	50:50	Malla 60	19.3	7.9
C14	120 min	70:30	Malla 80	19.4	8.2
C15	120 min	50:50	Malla 80	19.6	8.3
C16	60 min	50:50	Malla 80	19.2	9.0

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos al evaluar las variables fisicoquímicas (pH y °Brix) después de que la temperatura del solvente sea mayor a 100°C.

Tabla 4

Resultados lectura pH y °Brix. Temperatura del solvente mayor a 100°C

Corrida experimental	Tiempo (min)	Concentración etanol:agua (p/p)	Tamaño partícula	Sólidos solubles (°Brix)	pH
C4 > 100°C	120 min	70:30	Malla 60	18.4	7.8
C5 > 100°C	120 min	50:50	Malla 60	19.2	7.8
C8 > 100°C	120 min	50:50	Malla 80	19.4	8.1
C9 > 100°C	120 min	70:30	Malla 80	17.7	7.8
C10 > 100°C	120 min	70:30	Malla 60	18.4	8.0
C11 > 100°C	120 min	70:30	Malla 80	19.6	8.0
C13 > 100°C	120 min	50:50	Malla 60	19.3	7.8

C15 > 100°C	120 min	50:50	Malla 80	19.4	8.1
-------------	---------	-------	----------	------	-----

Fuente: elaboración propia.

Resultados extracciones temperatura menor a los 100°C.

Grados Brix (°Brix).

La Tabla 5 muestra el análisis de varianza de los °Brix. Existen diferencias significativas en las interacciones de 2 términos para valores $p < 0.05$.

Tabla 5

Análisis de varianza (ANOVA) de los efectos de interacción entre la concentración del solvente, tamaño de partícula y tiempo sobre los grados Brix (°Brix) en extractos de Stevia Rebaudiana Bertoni.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor P
Modelo	7	1.00437	0.143482	7.41	0.006
Lineal	3	0.26688	0.088958	4.59	0.038
CONCETRACIÓN	1	0.07563	0.075625	3.90	0.084
PARTICULA	1	0.05062	0.050625	2.61	0.145
TIEMPO	1	0.14062	0.140625	7.26	0.027
Interacciones de 2 términos	3	0.68688	0.228958	11.82	0.003
CONCETRACIÓN*PARTICULA	1	0.00562	0.005625	0.29	0.605
CONCETRACIÓN*TIEMPO	1	0.45563	0.455625	23.52	0.001
PARTICULA*TIEMPO	1	0.22563	0.225625	11.65	0.009
Interacciones de 3 términos	1	0.05063	0.050625	2.61	0.145
CONCETRACIÓN*PARTICULA*TIEMPO	1	0.05063	0.050625	2.61	0.145
Error	8	0.15500	0.019375		
Total	15	1.15937			

Fuente: elaboración propia.

Para el efecto Concentración*Tiempo la máxima concentración de °Brix (19.65 ± 0.0696) se alcanzó empleando una mezcla 70:30 %p/p etanol:agua a un tiempo de 60 min. Prolongar el tiempo a 120 min disminuyó el rendimiento a 19.125 ± 0.0696 °Brix (Tabla 6). El efecto Partícula*Tiempo, el tratamiento con tamaño de partícula malla 60 a 60 min registró el valor más elevado (19.725 ± 0.0696 °Brix) el cual decayó significativamente al duplicar el tiempo de extracción (120 min), tabla 7.

Tabla 6

*Comparación de medias Concentración*Tiempo*

Partícula (Malla)	Tiempo	
	Alto (120 min)	Bajo (60 min)
Alto (80)	$19.425 \pm 0.0696a$	$19.375 \pm 0.0696a$
Bajo (60)	$19.3 \pm 0.0696a$	$19.725 \pm 0.0696a$

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7

*Comparación de medias Partícula*Tiempo.*

Concentración (%p/p)	Tiempo	
	Alto (120 min)	Bajo (60 min)
Alto (70:30)	19.125±0.0696b	19.65±0.0696a
Bajo (50:50)	19.6±0.0696a	19.45±0.0696ab

Fuente: elaboración propia.

Resultados pH.

La Tabla 8 muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza para el pH. Se observó que existen diferencias significativas entre las interacciones de 2 términos para valores $p < 0.05$.

Tabla 8

Análisis de varianza (ANOVA) de los efectos de interacción entre la concentración del solvente, tamaño de partícula y tiempo sobre el pH en extractos de Stevia Rebaudiana Bertoni

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust	Valor F	Valor P
Modelo	7	0.93750	0.133929	17.86	0.000
Lineal	3	0.65250	0.217500	29.00	0.000
CONCENTRACIÓN	1	0.12250	0.122500	16.33	0.004
PARTICULA	1	0.49000	0.490000	65.33	0.000
TIEMPO	1	0.04000	0.040000	5.33	0.050
Interacciones de 2 términos	3	0.26250	0.087500	11.67	0.003
CONCENTRACIÓN*PARTICULA	1	0.04000	0.040000	5.33	0.050
CONCENTRACIÓN*TIEMPO	1	0.16000	0.160000	21.33	0.002
PARTICULA*TIEMPO	1	0.06250	0.062500	8.33	0.020
Interacciones de 3 términos	1	0.02250	0.022500	3.00	0.122
CONCENTRACIÓN*PARTICULA*TIEMPO	1	0.02250	0.022500	3.00	0.122
Error	8	0.06000	0.007500		
Total	15	0.99750			

Fuente: elaboración propia.

Para el efecto Concentración*Partícula, la condición 70:30 %p/p con malla 80 registro el pH más elevado (8.175±0.0433), mientras que el tratamiento 50:50 %p/p con malla 60 reportó el pH más bajo (7.65±0.0433), tabla 9.

El efecto Concentración*Tiempo, la mezcla 50:50 %p/p a 60 min produjo un extracto más neutro (pH= 7.725±0.0433) en comparación con el tratamiento 70:30 %p/p (pH= 8.1±0.0433), tabla 10.

Finalmente, el efecto Partícula*Tiempo, la combinación malla 60 a 60 min favoreció la obtención del menor valor de pH (7.67±0.0433), tabla 11.

Tabla 9

*Comparación de medias Concentración*Tiempo*

	Partícula	
Concentración (%p/p)	Malla 80	Malla 60
Alto (70:30)	8.175±0.0433a	7.928±0.0433ab
Bajo (50:50)	8.1±0.0433a	7.65±0.0433b

Tabla 10

*Comparación de medias Concentración*Tiempo*

	Tiempo	
Concentración (%p/p)	Alta (120 min)	Baja (60 min)
Alto (70:30)	8.0±0.0433a	8.1±0.0433a
Bajo (50:50)	8.0250±0.0433a	7.725±0.0433a

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11

*Comparación de medias Partícula*Tiempo*

	Tiempo	
Partícula (malla)	Alta (120 min)	Baja (60 min)
Malla 80	8.125±0.0433a	8.15±0.0433a
Malla 60	7.9±0.0433ab	7.6750±0.0433b

Fuente: elaboración propia.

Resultados extracciones temperatura mayor a 100°C.

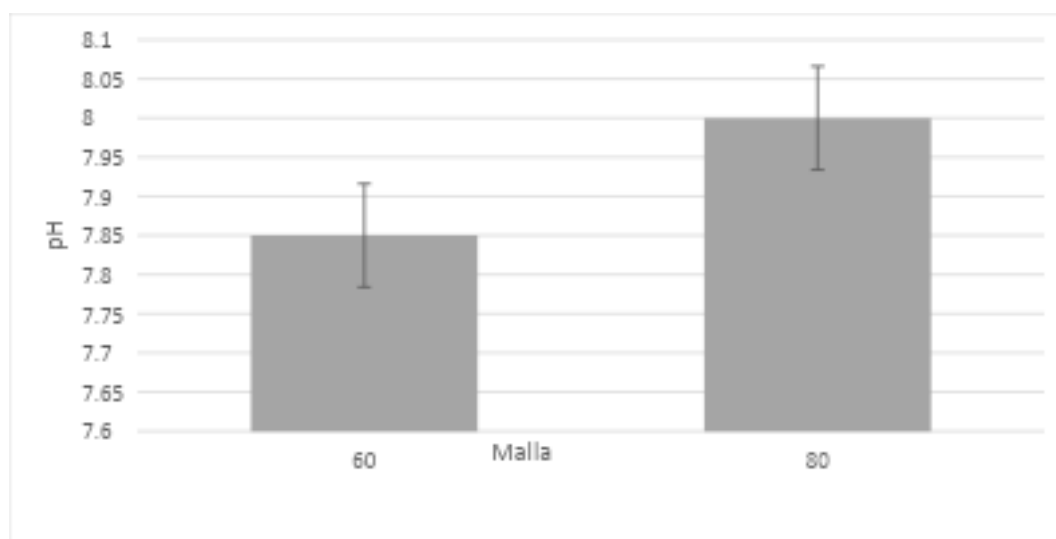
En tratamiento extendidos a 120 min, el agotamiento paulatino del etanol (en un promedio de 59 min) modifica el proceso a extracciones únicamente acuosas. Por tanto (Grafica 1 y 2):

El tamaño de partícula se convierte en el factor determinante.

La malla 80 logra incrementos de tan solo 0.2 °Brix y desplaza el pH hacia valores más alcalinos.

Gráfico 1

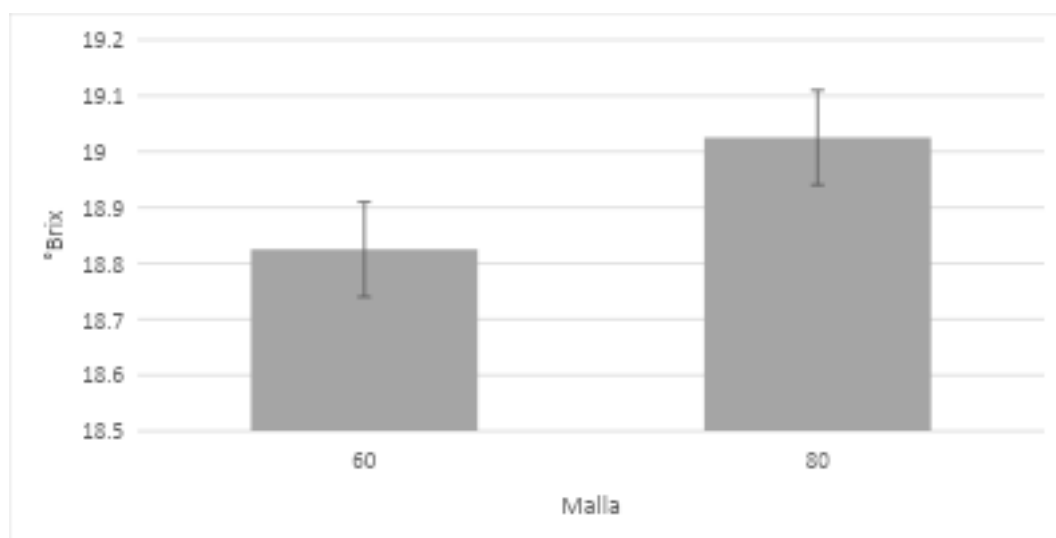
Efecto del tamaño de partícula (malla 60 y 80) sobre la concentración de sólidos solubles totales (°Brix) en extractos de Stevia Rebaudiana



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 2

Influencia del tamaño de partícula (malla 60 y 80) en la variación del potencial de hidrógeno (pH) en extractos de Stevia Rebaudiana



Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

Efecto de los factores evaluados

°Brix

Las tablas 6 y 7 muestran como se deben de trabajar los valores para maximizar los resultados. Los datos sugieren que los glucósidos de esteviol, junto con otros compuestos de la Stevia Rebaudiana, presentan una solubilidad óptima en mezclas hidroalcohólicas cuya concentración de etanol es mayor a la del agua, por lo que elevar la concentración de alcohol parece mejorar la extracción de sólidos solubles totales, tal como lo demuestra Vargas et al. (2025) que concluyen que utilizando un solvente de extracción hidroalcohólico de concentración 70:30 %p/p etanol:agua para una mayor concentración de °Brix. Por otro lado, (L.Celaya et al., 2022) declaran que las condiciones óptimas que proporcionan la mejor cinética de extracción y una mayor pureza de esteviósido y rebaudiósido A etanol al 70%.

Además, el experimento sugiere que la curva de saturación de sólidos solubles totales tiende a estabilizarse a los 60 minutos, lo que puede indicar que la mayor parte de los solutos fácilmente lixiviables han sido removidos a este tiempo de la estructura vegetal para tamaños de partículas no mayores a 250 micrómetros. Vargas et al. (2025) indican que en tiempos más largos tienden a disminuir los sólidos solubles totales (°Brix).

pH

Los glucósidos de esteviol, entre otros compuestos de la Stevia Rebaudiana Bertoni, presentan un comportamiento ácido débil. Por lo tanto, valores de pH cercanos a la neutralidad con tendencia a la acidez moderada son deseables.

Un tamaño de partículas no mayores a los 250 micrómetros parece influir en la extracción de metabolitos de carácter ácido, teniendo una influencia significativa en tiempos no mayores a los 60 minutos. Según Vargas et al. (2025) para maximizar la extracción el tamaño de partícula debe ser a "granel", es decir, la hoja en un tiempo de 90 minutos. Además, los resultados muestran que mezclas hidroalcohólicas con un mayor contenido de agua (50:50 %p/p etanol:agua) facilitan la disociación y estabilización de metabolitos polares de carácter ácido, conduciendo valores de pH más próximos a la neutralidad.

Extracciones a temperatura mayor a 100°C

Los gráficos 1 y 2 muestran evidencia que continuar con el proceso por arrastre de vapor más allá de los 60 min resulta ineficiente energéticamente y no aporta incrementos sustanciales en el rendimiento de sólidos solubles, tal y como lo presenta Galarza Flores (2011) que utilizando vapor de agua se alcanzó su punto óptimo a 60 minutos, pero variando la temperatura a 60°C para obtener un extracto con mayor grado de sólidos solubles.

CONCLUSIÓN

El sistema alcanzó su máxima eficiencia operativa (19.65 ± 0.0696 °Brix), bajo una concentración de 70:30 %p/p (etanol:agua) en un tiempo de 60 minutos, demostrando que el incremento de la polaridad del solvente mediante el alcohol favorece la permeabilidad de la matriz de la Stevia.

Se determinó que el agotamiento del etanol ocurre a los 59 minutos de operación; a partir de este punto, el rendimiento de sólidos disueltos no presenta incrementos significativos, lo que justifica la implementación de ciclos de extracción cortos para el ahorro energético.

Los valores de pH obtenidos más cercanos a la neutralidad, con un valor mínimo de 7.65 ± 0.0433 fueron bajo tratamientos con mezclas hidroalcohólicas con concentración 50:50 %p/p etanol:agua, tamaño de partícula malla 60 y en un tiempo de 60 minutos.

El tamaño de partícula de malla 80 mostro una ligera ventaja en la recuperación de sólidos en comparación con la malla 60, confirmando que la reducción del tamaño de partícula favorece la difusión molecular según la ley de Fick.

REFERENCIAS

- Añazco Camacho, K. A., & Suárez Villón, E. F. (2017). Determinación de las Condiciones Óptimas en la Extracción de Glicósidos Diterpenoides a partir de Stevia Rebaudiana Bertoni en un Digestor. Espol.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos (Vol. IV). México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Barrios-Fragoso A., Rodríguez-Galdón B., Rodríguez-Rodríguez, E. M. 2020. Sustitutos del azúcar: Nuevos edulcorantes intensivos. Tesis de grado. 20p.
- Benítez-Villalba, J. C., Grau-Torales, M. L., Cristaldo-López, O. D., Bogado-Fernández, A. I., Arrúa-Martínez, L. A., & Villalba-Villalba, N. M. (2022). Determinación y cuantificación de glucósidos de esteviol en las hojas de Stevia comercial (Stevia rebaudiana Bertoni) mediante cromatografía de líquido de alta resolución HPLC. Reportes científicos de la FACEN, 13(2), 194-205.
- CAM, R., Rosas, M. M., López, V. F., Cabrera, H. S. L., de Puebla, A., Puebla, C. P., de Orizaba, T., & Veracruz, C. P. (s. f.). EXTRACCIÓN DE ESTEVIÓSIDO Y REBAUDIÓSIDO A POR MÉTODOS NO CONVENCIONALES. Agropecuaria en Tabasco.
- Canuas Landero, V. G., LANDERO, C., & GABRIEL, V. (2015). Comparación del rendimiento de esteviósido y rebaudiósido A por métodos convencionales y método enzimático asistido por ultrasonido.
- Casado Villaverde, I. (2018). Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor.
- Celaya S. L., Kozlobsky N. K., Schmalko M. E. 2013. Optimización de la extracción de esteviolglicósidos de Stevia rebaudiana Bertoni. Tesis de maestría. 163p.
- Celaya, L., Ferreyra, D. J., Kolb, E., & Koslobsky, N. K. (2022). Extraction of stevioside and rebaudioside A from Stevia rebaudiana by percolation with ethanol-water solvents. Revista de Ciencia y Tecnología: RECyT, 38(1), 55-62.
- CONTRERAS, M. G. L., & JARAMILLO, G. R. (2022). Estevia, una alternativa dulce y saludable. Desde El Herbario CICY, 14, 113–116, 2022.
- Díaz Z.M, 2014. Determinación del método óptimo de extracción de esteviósido y rebaudiósido de las hojas de Stevia (Stevia Rebaudiana Bertoni) a nivel piloto en el laboratorio de operaciones y procesos unitarios de la universidad nacional del Callao. Informe técnico. 123p.
- Galarza Flores, N. (2011). Obtención de un extracto concentrado de Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni).
- Geankoplis, C. (1998). Procesos de transporte y operaciones unitarias. México: CECSA.
- González, J. J. H., Navarrerete, A. T., López, A. C., Mercado, C. R., Uribe, J. A. R., & Ancona, D. B. (2017). Extracción de glucósidos edulcorantes de Stevia rebaudiana bertoni por métodos de fluidos supercríticos. Journal of Negative and No Positive Results: JONNPR, 2(5), 202-209.
- NMX-F-103-1982. (2009). Alimentos–frutas y derivados–determinación de grados Brix. Diario Oficial de la Federación.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5115493&fecha=22/10/2009#gsc.tab=0

NMX-F-317-NORMEX-2013. (2013). Alimentos. Determinación de pH en alimentos y bebidas no alcohólicas. Método potenciométrico. <https://www.yucatan.gob.mx/mejora-regulatoria/regulacion.php?v=6444d8ac>

Rodríguez-Riera, Z., Robaina-Mesa, M., Jáuregui-Haza, U., Blanco-González, A., & Rodríguez-Chanfrau, J. E. (2014). Empleo de la radiación ultrasónica para la extracción de compuestos bioactivos provenientes de fuentes naturales. Estado actual y perspectivas. Revista Cenic ciencias químicas, 45(1), 139-147.

Santamaría, Á. P. (2014). Stevia y otros edulcorantes saludables en la formulación de golosinas funcionales: Implicaciones tecnológicas y de calidad. Universitat Politècnica de València.

Vargas, M. F. C., Reynoso, E. B., Zamora, L. L., Estudillo, R. R., & Contreras, J. M. M. (2025). Identificación de parámetros para la extracción de glucósidos de Stevia Rebaudiana en base seca como una alternativa a los edulcorantes artificiales. Tendencias en energías renovables y sustentabilidad, 4(3), 84-93.

Vásquez, E. P., Roa, J. D. A., Caicedo, M. C., Ibarbo, J. H. H., & Girón, J. M. (2019). Extracción de glucósidos de stevia rebaudiana (bertoni) a partir de tecnologías de extracción verdes. RIAA, 10(1), 4.

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) 