

Efecto de concentraciones de etanol en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de un extracto obtenido de *Vanilla planifolia*

Effect of ethanol concentrations on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of an extract obtained from *Vanilla planifolia*

Efeito das concentrações de etanol nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de um extracto obtido a partir de *Vanilla planifolia*

 **CARLOS JULIO TUBAY BERMÚDEZ** (1)

 **JOSÉ CEDEÑO VELASCO** (2)

 **KAROL BRIGITTE MOREIRA JIMÉNEZ** (3)

 **LUISA ANA ZAMBRANO MENDOZA** (4)

 **GEORGE GARCÍA MERA** (5)

 **KAROL YANNELA REVILLA-ESCOBAR** (6)

(1) Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

(2) Departamento de Posgrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

(3) Universidade Da Beira Interior, Covilha, Portugal.

(4) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador.

(5) Facultad Ciencias de la Vida y Tecnológicas, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

(6) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas, Ecuador.

RECIBIDO: 14/4/2024 → APROBADO: 21/6/2024 ✉ tubaycarlos21@outlook.es

RESUMEN

La vainilla es uno de los aromas de mayor importancia a nivel comercial y es empleada en industrias como la farmacéutica, aromaterapia, perfumería y de alimentos. Sin embargo, los procesos de fabricación de estos productos podrían implicar operaciones que pueden afectar el medio ambiente y la salud de los consumidores. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de extractos hidroalcohólicos obtenidos de *V. planifolia* a concentraciones de T1:25, T2:35 y T3:45 % de solvente. Los resultados obtenidos demostraron que el T3 presentó niveles más altos en pH (4,9), sólidos solubles (14,20 °Bx); mientras que el T1 obtuvo una mayor

acidez (0,27) y densidad (0,97), siendo este último parámetro en el cual no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los extractos obtenidos presentaron niveles permisibles de mohos, levaduras, recuentos de aerobios y ausencia de *Salmonella spp*, según las normas internacionales; y finalmente el T3 tuvo mayor aceptividad en características sensoriales como color, textura y apariencia general, mientras que el T2 obtuvo una mayor aceptación en el aroma. Los extractos naturales obtenidos de *V. planifolia* representan una alternativa que, además de mejorar las cualidades sensoriales de alimentos, también contribuyen con compuestos bioactivos.

Palabras clave: beneficiada, esencia, microorganismos patógenos, organolépticos, solvente.

ABSTRACT

Vanilla is one of the most commercially important flavors used in the pharmaceutical, aromatherapy, perfumery, and food industries; however, the manufacturing processes of these products could involve operations that could affect the environment and the health of consumers. The objective of the present work was to evaluate the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of hydroalcoholic extracts obtained from *V. planifolia* at concentrations T1:25, T2:35 and T3:45 % solvent. The results obtained showed that T3 had higher levels of pH (4.9), soluble solids (14.20 °Bx), while T1 had a higher acidity (0.27) and density (0.97), the latter parameter not showing significant differences among treatments. The extracts obtained showed permissible levels of molds, yeasts, aerobic counts and absence of *Salmonella spp*, according to international standards, and finally, T3 had greater acceptability in sensory characteristics such as color, texture and general appearance, while T2 obtained greater acceptability with respect to aroma. Natural extracts obtained from *V. planifolia* represent an alternative that, in addition to improving the sensory qualities of foods, also contribute bioactive compounds.

Keywords: beneficiate, essence, pathogenic microorganisms, organoleptic, solvent.

RESUMO

A baunilha é um dos aromas comercialmente mais importantes utilizados na indústria farmacêutica, aromaterapia, perfumaria e alimentar; no entanto, os processos de fabrico destes produtos podem envolver operações que podem afetar o ambiente e a saúde dos consumidores. O objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais dos extractos hidroalcoólicos obtidos de *V. planifolia* nas concentrações T1:25, T2:35 e T3:45 % de solvente. Os resultados obtidos mostraram que T3 apresentou maiores teores de pH (4,9), sólidos solúveis (14,20 °Bx), enquanto T1 apresentou maior acidez (0,27) e densidade (0,97), sendo que este último parâmetro não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Os extractos obtidos apresentaram níveis admissíveis de bolores, leveduras, contagens aeróbias e ausência de *Salmonella spp*, de acordo com as normas internacionais, e finalmente, T3 apresentou maior aceitabilidade nas características sensoriais como cor, textura, aspeto geral, enquanto T2 obteve maior aceitabilidade no que diz respeito ao aroma. Os extractos naturais obtidos a partir de

V. planifolia representan una alternativa que, para além de mejorar las cualidades sensoriales dos alimentos, también contribuyen con compuestos bioactivos.

Palabras-chave: beneficiado, esencia, microorganismos patógenicos, organoléptico, solvente.

INTRODUCCIÓN

Vainilla planifolia es una planta que pertenece a la familia de las *Orcidaceae*, la cual está conformada por alrededor de 110 especies y es originaria de Centroamérica (Nàjera Hernández y Coutiño Cortès, 2023). Los principales países productores son Madagascar, Indonesia, China y México (Baqueiro-Peña y Guerrero-Beltrán, 2013). En Ecuador recién se han identificado zonas que cuentan con las condiciones idóneas para su siembra, por lo que su cultivo se encuentra en fase de desarrollo y exportación en provincias de la Amazonia, Santo Domingo y Manabí (Quintana Lombeida y Aguilar Herrera, 2020).

Los aditivos sintéticos han sido utilizados desde hace muchas décadas como un ingrediente importante del proceso de los alimentos, donde son añadidos ya sea de manera directa o indirecta (ELshreif et al., 2023). Sin embargo, su uso inadecuado estaría relacionado a problemas gastrointestinales, dermatológicos, neurológicos y respiratorios en los consumidores (Sambu et al., 2024; Sulieman et al., 2023), lo que está llamando la atención de la comunidad científica con respecto al consumo de estos productos.

Según Gallage y Møller (2018), la vainilla es uno de los aromatizantes más apreciados en industrias como la de alimentos, perfumería, cosmética y medicina. Sin embargo, solo el 10 % del mercado mundial proviene de productos obtenidos de vainilla natural (D'Arrigo et al., 2024), mientras que el 90 % es obtenido por vía sintética, entre ellos mediante la oxidación de la lignina, donde la vainilla se obtiene por sulfonación. Sin embargo, este tipo de procesos podría generar impacto negativo en el medioambiente (García-Rollán et al., 2024).

De la vainilla natural se pueden obtener productos como caviar, presentación en polvo, pasta, vainas beneficiadas y extracto de vainilla, siendo este último el de mayor demanda y el que puede ser obtenido por métodos como maceración, percolación y ultrasonidos (Salas et al., 2017). Sin embargo, la calidad de los extractos de vainilla puede estar influenciada por factores ambientales, genéticos y condiciones de extracción. Esto ha sido corroborado por autores como Razafimahatratra et al. (2023), quienes analizaron diferentes condiciones de obtención (tiempo de extracción, concentración de solvente y potencia de microondas) en los extractos de *V. planifolia* en Madagascar, observando un mayor rendimiento a partir de los 180 min, a una potencia de 480 w y a una concentración de 70 % de etanol.

Otro factor que puede condicionar la calidad de los extractos de vainilla es el tipo de solvente y su concentración. De acuerdo con Padio et al. (2010) y Yeh et al. (2022), el etanol es uno de los solventes más empleados para la obtención de extractos debido a que es considerado un producto de bajo riesgo, seguro y económico y, por ende, es idóneo para la extracción de compuestos bioactivos (Mora-Barrantes et al., 2022).

En los últimos años, estos extractos han ganado mayor popularidad debido a que, según estudios como el realizado por Sinsuebpol et al. (2023), poseen actividad antioxidante y antiinflamatoria, por lo que no solo pueden mejorar las cualidades sensoriales de los alimentos sino mejorar sus características nutricionales. Ante lo expuesto, se propone la siguiente investigación, la cual tiene como objetivo analizar el

efecto de concentraciones de etanol en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de un extracto obtenido de *Vainilla planifolia*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección del material vegetal

Las vainas beneficiadas fueron recolectadas en la finca La Esperanza, ubicada en la parroquia San Plácido, en cantón Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador.

Obtención de los extractos

La extracción de los extractos se realizó por triplicado, para ello se pesaron 50 g de vaina beneficiada previamente trituradas y diluidas en 500 mL de etanol a concentraciones de 25, 35 y 45 % por tratamiento. La obtención se realizó por el método de baño ultrasonido en un equipo marca Branson modelo 3510 por un tiempo de 180 min a 40 kHz de potencia a una temperatura de 40 °C. Posteriormente, los extractos fueron filtrados en papel Whatman n° 1 y finalmente almacenados en envases color ámbar a 4 °C hasta su posterior análisis.

Caracterización fisicoquímica

Se realizaron análisis de caracterización fisicoquímica a los extractos naturales y una esencia de vainilla comercial marca El Sabor, de la industria Alimensabor, la cual fue adquirida en un centro de abastos de la ciudad de Manta.

Densidad

La densidad se evaluó por gravimetría según el método de referencia establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 391. En una balanza analítica marca Kalstein, modelo YR05568, se tomaron los pesos de un picnómetro (15 mL) vacío, con agua destilada y con extracto (Servicio Ecuatoriano de Normalización-INEN, 2012).

Para determinar la densidad de los extractos se consideró la siguiente ecuación que se detalla a continuación:

$$d = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 1 \quad (1)$$

Donde,

d = la densidad.

m₂ = la masa de picnómetro con muestra.

m₁ = la masa de picnómetro con agua.

m₀ = la masa de picnómetro vacío.

pH

Se determinó según lo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0181. Para ello se introdujo el electrodo de un potenciómetro marca HANNA en los extractos, y posteriormente se realizaron las lecturas de pH (Servicio Ecuatoriano de Normalización- INEN, 1991).

Sólidos solubles

Para la determinación de sólidos solubles se utilizó el método AOAC 981.12, para lo cual se tomaron dos gotas de extracto y se depositaron en el prisma de un refractómetro (HANNA), se esperó un tiempo de 5 segundos y se realizó la lectura de los sólidos solubles (AOAC International, 1980a).

Acidez titulable

Se empleó el método de referencia AOAC 942.12. Para ello se utilizaron 5 mL de extracto, se añadió alcohol etílico al 96 % en un volumen igual a 5 veces el peso de la muestra y 5 gotas de solución indicadora de fenolftaleína. Se agitó hasta alcanzar una total disolución y se valoró con solución alcohólica de hidróxido de potasio KOH 0,1 mol/L (AOAC International, 1980b). El índice de acidez se calculó de la siguiente manera:

$$AcT = \frac{56.1 * V * Z}{g} \quad (2)$$

Donde,

V = mL de KOH 0,1 mol/L consumidos.

Z = concentración molar en equivalentes de la solución de KOH.

56,1 = miliequivalentes de KOH expresados en mg.

m = masa de la muestra en gramos.

Análisis microbiológico

La presencia de *Salmonella*, recuento de aerobios, mohos y levaduras en los extractos hidroalcohólicos de *V. planifolia* se llevó a cabo según la metodología establecida por Baez-Martínez (2014).

Análisis sensorial

Para el análisis sensorial se organizó un panel de 30 jueces aleatorios no entrenados, utilizando un test de preferencia por ordenamiento para evaluar la aceptabilidad y seleccionar el tratamiento con mejores características según las categorías evaluadas: aroma, sabor y astringencia. Al panel se le solicitó que después de la catación respondieran cuánto les gustó o disgustó cada uno de los tratamientos. Siendo: 1 = Me disgusta extremadamente y 9 = Me gusta extremadamente. En este análisis se incluyó

la comparación de los tratamientos en estudio más una muestra de esencia de vainilla comercial marca El Sabor.

Análisis estadísticos

Se realizó un análisis de varianza ANOVA y la prueba mínima de comparación de acuerdo con Tukey ($p < 0,05$), mientras que los resultados de los análisis sensoriales fueron evaluados aplicando una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. Es necesario mencionar que tanto la caracterización fisicoquímica como la sensorial fueron analizadas por triplicado y los resultados fueron procesados por el programa informático Infostat (Di Rienzo et al., 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica

Como se puede observar en la Figura 1, la concentración de solvente influyó en el pH de los extractos, evidenciándose diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. El T3 presentó un pH superior de $4,96 \pm 0,03$, mientras que el tratamiento de la marca comercial obtuvo un valor de $3,77 \pm 0,0$. En el caso de los extractos obtenidos de *V. planifolia* se puede observar que a mayor concentración de solvente el pH se incrementó. Estos resultados fueron inferiores a los presentados por Rivera Abascal et al. (2020), quienes evaluaron el efecto de la obtención por ultrasonidos de extractos de *V. planifolia* a tiempos que variaron entre 20 – 40 min, utilizando etanol como solvente a una concentración de 40 %. Sin embargo, fue superior al presentado por el mismo autor por el método de Soxhlet. Para Salah Eddine et al. (2016), el pH puede influir en la capacidad antioxidante de extractos, observándose una mayor capacidad de eliminar radicales libres a pH de entre 4-5; con esto concuerda Bayliak et al. (2016), quienes observaron que en medios alcalinos la actividad captadora de radicales libres baja.

En el caso de los sólidos solubles (Figura 2), se evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, evidenciándose que este parámetro aumentó con relación a la concentración del solvente. En el caso del tratamiento comercial, presentó una mayor concentración de sólidos solubles. Estos resultados fueron similares a los presentados por Calva-Estrada et al. (2018), quienes evaluaron las características fisicoquímicas de extractos encapsulados de vainilla obtenidos por maceración. De la misma manera fueron mayores a los presentados por Suceveanu et al. (2018), quienes reportaron un valor de $26,07$ °Brix en extractos artesanales de menta obtenidos por maceración usando etanol al 60 %. Los autores recalcaron que la concentración del solvente y el tiempo de extracción pueden incidir en la concentración de sólidos solubles.

Con relación al contenido de acidez de las muestras se situaron entre 0,11 y 0,33, evidenciándose que a menor concentración (T1), la acidez fue mayor, es decir que la concentración del solvente sí influyó (Figura 3). Sin embargo, con respecto al

tratamiento de la marca comercial, fue el que presentó una mayor acidez. Es necesario mencionar que la acidez cumple un rol importante en las características sensoriales de los alimentos (Qiu 2023).

En la densidad, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos analizados (Figura 4), sin embargo, se observó que en el caso de los extractos naturales (T1, T2, T3), la concentración del solvente no influyó en este parámetro. Los valores obtenidos se encontraron entre lo que especifica la norma ISO 5565-2, la cual establece que la densidad de estos extractos debe ser superior a $0,83 \text{ g/cm}^3$ (Internacional Organization for Standardization, 2011).

Estos fueron inferiores a los encontrados por Clarenzia et al. (2020), quienes analizaron el efecto de las condiciones y el tiempo de almacenamiento de esencia de vainilla sintética en la densidad del producto, observando que a condiciones de refrigeración a cuatro semanas este parámetro fue superior a la obtenida en condiciones ambientales, lo cual también incide en la composición y concentración de algunos componentes dentro del extracto y por ende en su actividad biológica, lo que también es sustentado por Waszkowiak y Gliszczyńska-Świgło (2016).

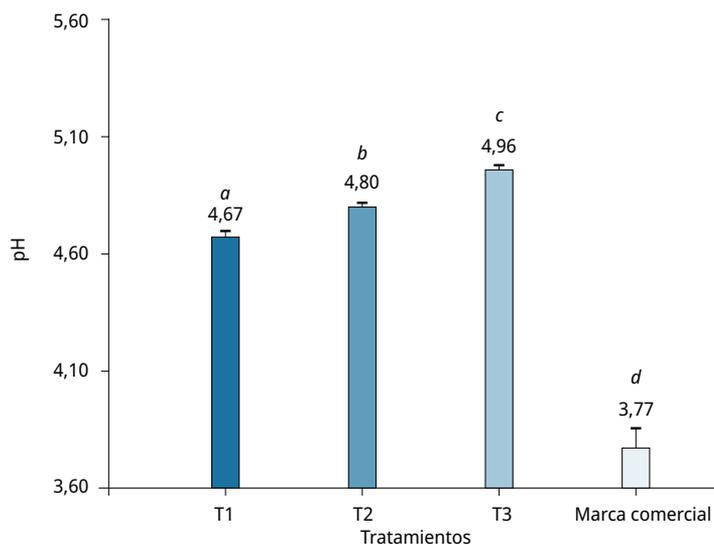


FIGURA 1. Resultados obtenidos en la variable pH. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p < 0,05$) \pm Desviación estándar.

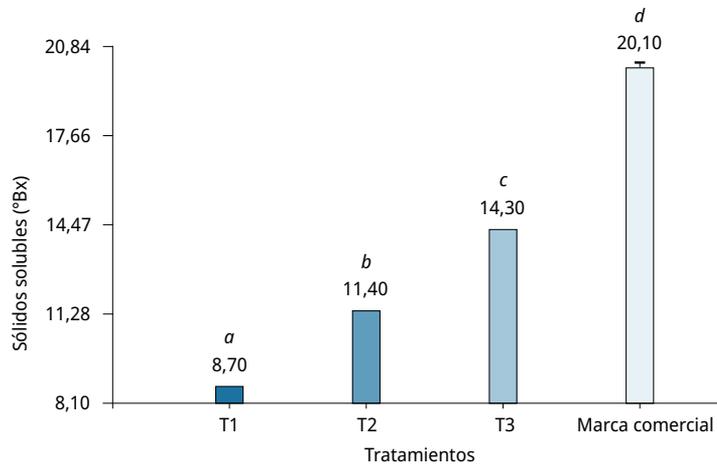


FIGURA 2. Resultados obtenidos en la variable sólidos solubles. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p < 0,05$) \pm Desviación estándar.

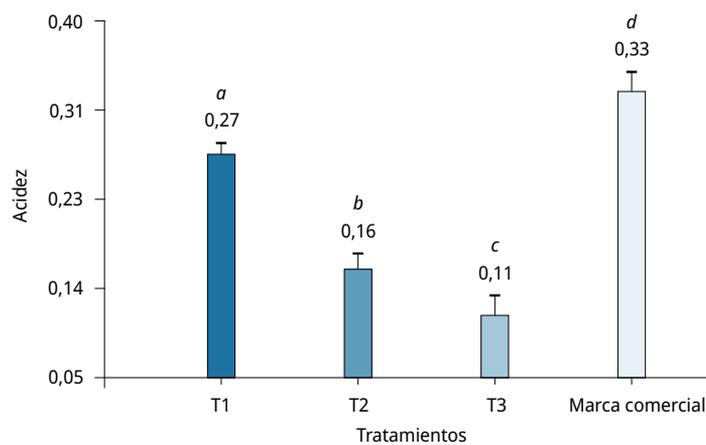


FIGURA 3. Resultados obtenidos en la variable acidez titulable. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p < 0,05$) \pm Desviación estándar.

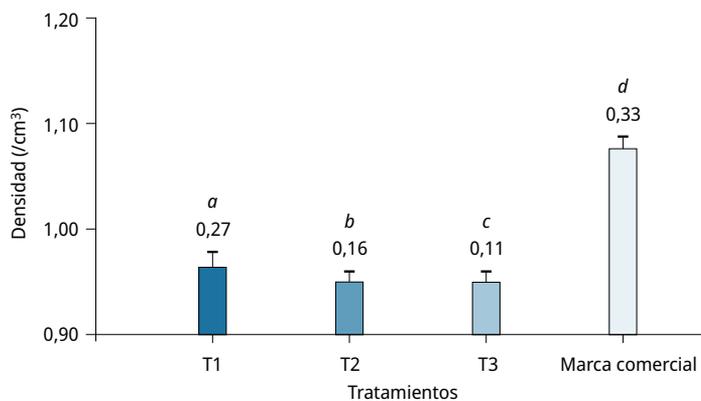


FIGURA 4. Resultados obtenidos en la variable densidad. Letras diferentes representan diferencias significativas ($p < 0,05$) \pm Desviación estándar.

Caracterización microbiana

TABLA 1. Caracterización microbiológica.

Tratamientos	Salmonela (UFC/g)	Mohos (UFC/g)	Levaduras (UFC/g)	Recuento de aerobios (UFC/g)
T1	No detectado	<1x10	1x10	1x10
T2	No detectado	<1x10	<1x10	<1x10
T3	No detectado	<1x10	<1x10	<1x10

Los resultados de análisis microbiológicos arrojaron que en 25 g de cada muestra no hubo presencia de *Salmonella spp.* En el caso de mohos y levaduras, los tratamientos 2 y 3 presentaron < 1x10 ufc/g, mientras que el T1 mostró 1x10 ufc/g. Con ello se demuestra que los extractos analizados cumplen con los requisitos de calidad establecidos en la norma Draft Tanzanian Standard TZS AFDC 05 (6194) (Tanzania Bureau of Standards, s.d.) para *Salmonella spp.*, mohos y levaduras.

Análisis sensorial

TABLA 2. Caracterización sensorial de los extractos de vainilla vs marca comercial.

Tratamientos	Color	Aroma	Textura	Apariencia general
T1	5, 40 ^A	5, 87 ^A	5,50 ^A	5,70 ^A
T2	5,67 ^{AB}	6,03 ^A	5,53 ^A	5,60 ^A
T3	6,27 ^{AB}	6,00 ^A	5,83 ^{AB}	6,23 ^{AB}
Marca comercial	6,60 ^B	7,23 ^B	6,57 ^B	6,70 ^B
K*W. (H)	10,80	13,84	8,66	10,80

Letras diferentes representan diferencias significativas ($p < 0,05$). K*W = Prueba de Kruskal Wallis para datos no paramétricos.

Los resultados obtenidos en la caracterización sensorial se presentan en la Tabla 2, donde se determinó que la marca comercial presentó mayor intensidad en las categorías analizadas. Mientras que los tratamientos T1, T2 y T3 difieren significativamente en el color, textura y apariencia general; en el aroma no se observaron diferencias en los extractos naturales. Sin embargo, autores como Clarenzia et al. (2020) indican que los extractos naturales están constituidos por una gran variedad de compuestos que tienen un mayor potencial y por ende pueden brindar mejores características sensoriales a los alimentos, en especial con respecto al sabor.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación demostraron que la concentración del solvente influyó en las características fisicoquímicas (aroma, sólidos solubles, acidez), mientras que en el caso de la densidad no evidenció diferencias significativas. Se pudo observar también que los extractos hidroalcohólicos obtenidos de *V. planifolia* presentaron niveles permisibles de mohos, levaduras, *Salmonella* y recuento de mesófilos, según lo establecido en normas de calidad internacionales. Por otro lado, en el análisis sensorial se observó que el T3 presentó resultados similares al tratamiento control (esencia de vainilla comercial). Es importante indicar que se deben continuar con estudios que consideren otras condiciones de obtención de extractos con la finalidad de mejorar las cualidades sensoriales de este producto, así como también el análisis de su composición química y actividades funcionales.

Por su parte, es necesario mencionar que existe muy poca información sobre extractos de *V. planifolia*, sus características y actividades biológicas, lo que representó una limitante durante el análisis, la interpretación y la discusión de las variables estudiadas con otros autores. *V. planifolia* es un cultivo que se encuentra en desarrollo vegetativo en la mayor parte del país, por lo que aún no existen productos obtenidos a partir de esta orquídea. Por tanto, en Ecuador todavía no hay una normativa que establezca los requisitos de calidad para estos productos. Por esta razón se tomaron como referencia normas internacionales y estudios realizados para la interpretación y discusión de resultados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de la presente investigación agradecen a Iván Saltos, propietario de la finca Cantero, por su contribución en conocimiento y material vegetal. Este tipo de acciones impulsa el desarrollo científico y fomenta la agroindustria de la vainilla en el país.

REFERENCIAS

- AOAC International, 1980a. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 13a ed. Gaithersburg: AOAC. Official Method 981.12.
- AOAC International, 1980b. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 13a ed. Gaithersburg: AOAC. Official Method 942.12.
- Baez-Martínez, V. H., 2014. *Estudio de la calidad microbiológica de vainas de vainilla (Vanilla planifolia) sometidas a diferentes tipos de beneficiado* [En línea]. (Tesis de Pregrado). Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [Consulta: 14 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/36b4e3cf-aa66-44fe-bbbd-1cfb624163ed/content>
- Barrientos, C., 2004. La prueba de Kruskal-Wallis como herramienta para evaluar las diferencias en la distribución de tallas de las poblaciones de peces. En: *Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán*, 19(228), pp. 47.

- Baqueiro-Peña, I. y Guerrero-Beltrán, J., 2013. Vanilla (*Vanilla planifolia* Andr.), its residues and other industrial by-products for recovering high value flavor molecules: A review. En: *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 6(1), pp. 1-9.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2016.10.003>
- Bayliak, M.; Burdyluk, N. y Lushchak, V., 2016. Effects of pH on antioxidant and prooxidant properties of common medicinal herbs. En: *Open Life Sciences*, 11(1), pp. 298-317.
DOI: <https://doi.org/10.1515/biol-2016-0040>
- Calva-Estrada, S.; Mendoza, R.; García, O.; Jiménez-Fernández, V. y Jiménez, M., 2018. Microencapsulation of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews) and powder characterization. En: *Powder Technology*, 323(5), pp. 416-423.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.10.035>
- Clarensia, V.; Kurniawan, J. y Lo, D., 2020. The changes in density, flavor compounds, and sensory description of vanilla extract after expiration. En: *International Conference on Eco Engineering Developmen*. Yacarta: IOP.
DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/794/1/012150>
- D'Arrigo, P.; Rossato L. A. M.; Strini, A. y Serra, S., 2024. From waste to value: recent insights into producing vanillin from lignin. En: *Molecules*, 29(2), pp. 2-32.
DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules29020442>
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M. y Robledo, C.W., 2008. InfoStat [En línea]. Versión 2017.1.2. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. [Consulta: 5 de junio de 2021]. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Draft Tanzanian Standard [AFDC]. 2021. Natural Vanilla Extract Products — Specification. AFDC 05(6194) P3. Tanzania Bureau Of Standards. [https://www.tbs.go.tz/uploads/publications/en-1613397341-BCDC%201%20\(33\)%20DTZS.pdf](https://www.tbs.go.tz/uploads/publications/en-1613397341-BCDC%201%20(33)%20DTZS.pdf)
- ELshreif, H.; Elkhoudary, M.; Abdel-Salam, M.; Hadad, G. y El-Gendy, A., 2023. A review on food additives from the definition, and types to the method of analysis. En: *Records of Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 7(1), pp. 49-64.
DOI: <https://doi.org/doi:10.21608/rpbs.2023.190784.1210>
- Gallage, N. J. y Møller, B. L., 2018. Vanilla: the most popular flavour. En: Lange, B. y Wüst, M. *Biotechnology of natural products*. Berlín: Springer. pp. 3-24.
DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-67903-7_1
- García-Rollán, M.; Rivas-Márquez, M. N.; Bertran-Llorens, S.; Deuss, P. J.; Ruiz-Rosas, R.; Rosas, J. M.; Rodríguez-Miraso, J. y Cordero, T., 2024. Biobased vanillin production by oxidative depolymerization of kraft lignin on a nitrogen- and phosphorus-functionalized activated carbon catalyst. En: *Energy & Fuels*, 38(8), pp. 7018-7032.
DOI: <https://doi.org/DOI:10.1021/acs.energyfuels.4c00108>
- Internacional Organization for Standardization [2011]. ISO 5565-2. *Vanilla fragrans (Salisbury) Ames. Part 2: Test methods*. Ginebra: ISO.
- Mora-Barrantes, J.; Morera-Ramos, L.; Ulate-Salas, M.; Núñez-Agüero, V.; Acuña-Salazar, E. y Cordero-Carvajal, M., 2022. Clasificación del riesgo químico de solventes orgánicos mediante la aplicación del método "CHEM21 selection guide of classical- and less classical-solvents". En: *Tecnología en Marcha*, 35(1), pp. 28-43.
DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v35i1.5370>
- Nàjera Hernández, M. y Coutiño Cortès, A., 2023. Fermentación de vainas de *Vanilla planifolia*. En: *Ibsiencias*, 16(5), pp. 30-45.

- Pardio, V.; Waliszews, K. y Flores, A., 2010. Effects of different vanilla extraction methods on sensory and colour properties of vanilla ice creams during storage. En: *Food Science+Technology*, 45(2), pp. 344-347.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02143.x>
- Qiu, X., 2023. Sour and tangy: The importance of acids in food and their impact on health. En: *Journal of Food Technology and Preservation*, 7(3), pp. 1-2.
- Quintana Lombeida, M. D. y Aguilar Herrera, J. V., 2020. Desarrollo de cultivos sostenibles de vainilla en Ecuador. En: *Talentos*, 7(1), pp. 71-79.
DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.33789/talentos.7.1.123>
- Razafimahatratra, E.; Robijaona, B.; Rakotojaona, A.; Ranjatoson, N.; Rabearisoa, R. y Koto-Te-Nyiwa, N., 2023. Microwave-assisted extraction of vanillin from Madagascar Vanilla planifolia beans: optimization and modeling. En: *Natural Resources for Human Health*, 3(3), pp. 370-378. DOI: <https://doi.org/10.53365/nrfhh/169229>
- Rivera Abascal, I.; Carmona García, R.; Lopez Cruz, J.; Nolasco Baltazar, D. y Pérez Silva, A., 2020. Caracterización fisicoquímica y sensorial de extractos hidroalcohólicos de vainilla obtenidos por extracción. En: *Coloquio de Investigación Multidisciplinaria*, 8(1), pp. 1740-1746.
- Salah Eddine, L.; Djamila, B. y Mohammed Redha, O., 2016. Solvent pH extraction effect on phytochemical composition and antioxidant properties of Algerian Matricaria Pubescens. En: *Journal of Pharmacy Research*, 10(3), pp. 106-112.
- Salas, Y.; Chavèz, L.; Hernández, I. y Hernández, J., 2017. Extracción y caracterización de aceite absoluto de Vainilla. En: *Revista de Sistemas Experimentales*, 4(13), pp. 1-7.
DOI: https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Sistemas_Experimentales/vol4num13/Revista_de_Sistemas_Experimentales_V4_N13_1.pdf
- Sambu, S.; Hemaram, U.; Murugan, R. y Alsofi, A., 2024. Toxicological and teratogenic effect of various food additives: an updated review. En: *BioMed Research International*, 2022(5), pp. 1-11. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2024/9792751>
- Servicio Ecuatoriano de Normalización-INEN, 2012. INEN 391: *Requisitos para la mezcla de aceites vegetales comestibles*. Quito: INEN.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización-INEN, 1991. INEN ISO 0181: *Conservas envasadas de pescado. Determinación de cloruros y el índice de PE-pH*. Quito: INEN.
- Sinsuebpol, C.; Burapapadh, K.; Chowjaroen, V. y Changsan, N., 2023. The radical scavenging activity of vanillin and its impact on the healing properties of wounds. En: *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 14(2), pp. 99-104.
DOI: https://doi.org/https://doi.org/10.4103/japtr.japtr_631_22
- Suceveanu, M.; Irina-Claudia, A.; Oana-Irina, P.; Luminita Finaru, G. y Adriana-Luminita, F., 2018. Physicochemical characterization and acceptability of some artisanal mint liqueurs. En: *Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 10(2), pp. 203-210.
- Suliman A, M. E.; Abdallah, E. M.; Alanazi N, A.; Ed-Dra, A.; Jamal, A.; Idriss, H.; Alshammari, A. S. y Shommo S, A. M., 2023. Spices as sustainable food preservatives: a comprehensive review of their antimicrobial potential. En: *Pharmaceuticals*, 16(4), pp. 1-36.
- Tanzania Bureau of Standards, s.d. AFDC 05(6194) P3: *Natural vanilla extract products — Specification*. [s.l.]: TBS.

Waszkowiak, K. y Gliszczyńska-Świgło, A., 2016. Binary ethanol–water solvents affect phenolic profile and antioxidant capacity of flaxseed extracts. En: *European Food Research and Technology*, 242(4), pp. 777–786.

DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00217-015-2585-9>

Yeh, C.; Chou, C.; Wu, C.; Chu, L.; Huang, W. y Chen, H., 2022. Effects of different extraction methods on vanilla aroma. En: *Molecules*, 27(14), pp. 1-12.

DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules27144593>