

Effect of traditional curing of *Vanilla planifolia* on the phytochemicals of *Vanilla pompona* Schiede fruits

Efecto del beneficiado tradicional de *Vanilla planifolia* en los fitoquímicos de frutos de *Vanilla pompona* Schiede

Viveros-Antonio, Cecilia¹; Delgado-Alvarado, Adriana^{1*}; Herrera-Cabrera, Braulio E.¹; Arévalo-Galarza, Ma. De Lourdes²; Hernández-Ruiz, Jesús³

¹Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla 205, Col. Santiago Momoxpan, San Pedro Cholula, Puebla, México. C. P. 72760. ²Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. México. ³Universidad de Guanajuato. Carretera Irapuato-Silao km 9, Ex Hacienda El Copal, Irapuato, Guanajuato, México. C. P. 36500.

*Autor de Correspondencia: adah@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of two Mexican traditional curing processes of *Vanilla planifolia* in the concentration of total phenolic compounds (TPC), total flavonoids (TFLAV), total saponins (TSAP) and total triterpenes (TTRIT) in fruits of *Vanilla pompona* from three localities in tropical Mexico.

Design/methodology/approach: Fruit maturity of 31 weeks were subjected to two curing processes (C1 and C2). The phytochemicals in green fruits (GF) and cured fruits (CF) were quantified by spectrophotometric methods. The data were analyzed under a completely randomized design, with an analysis of variance and under a mean comparison by Tukey ($\alpha=0.05$).

Results: The concentration of phytochemicals in the fruits of *V. pompona* was reduced by the curing process. The effect was more evident in the TPC and the TSAP, since in the CF of the three localities and of both curing processes, the content decreased significantly. The concentration of TFLAV (1.255 and 1.238 g·100 g⁻¹) and TTRI (9.583 and 8.536 g·100 g⁻¹) showed no variation by the C2 process, since they had a similar concentration in the GF and CF respectively. The CF of C2 conserved a higher concentration of the four phytochemicals evaluated.

Limitations on study/implications: The two traditional curing processes used for fruits of *V. pompona*, negatively affected the concentration of phytochemicals.

Findings/conclusions: The concentration of TPC and TSAP in the cured fruits from Cazuelas (B1), Morelos (B1) and Puntilla Aldama (B2) was markedly reduced in comparison to that of the GF. The C2 process with sun-killed had a minor effect in decreasing phytochemicals in the CF.

Keywords: vainilla, curing process, phytochemicals, fruits.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de dos procesos de beneficiado tradicional mexicano de *Vanilla planifolia* en la concentración de compuestos fenólicos totales (CFT), flavonoides totales (FLAVT), saponinas totales (SAPT) y triterpenos totales (TRIT) en frutos de *Vanilla pompona* de tres localidades de la zona tropical en México.



Diseño/metodología/aproximación: Frutos de 31 semanas de madurez se sometieron a dos procesos de beneficiado (B1 y B2). Los fitoquímicos en los frutos verdes (FV) y frutos beneficiados (FB) se cuantificaron por métodos espectrofotométricos. Los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar, con un análisis de varianza y bajo una comparación de medias por Tukey ($\alpha=0.05$).

Resultados: La concentración de fitoquímicos en los frutos de *V. pompona* se redujo por el proceso de beneficiado. El efecto fue más notable en los CFT y las SAPT, ya que en los FB de las tres localidades y de ambos beneficiados, el contenido disminuyó significativamente. La concentración de FLAVT (1.255 y 1.238 g·100 g⁻¹) y de TRIT (9.583 y 8.536 g·100 g⁻¹) no mostró variación por el proceso del B2, pues tuvieron una concentración similar en los FV y FB respectivamente. Los FB del B2 conservaron una concentración mayor de los cuatro fitoquímicos evaluados.

Limitaciones del estudio/implicaciones: Los dos beneficiados tradicionales utilizados en frutos de *V. pompona*, afectaron negativamente la concentración de fitoquímicos.

Hallazgos/conclusiones: La concentración de CFT y SAPT en los frutos curados de Cazuelas (B1), Morelos (B1) y Puntilla Aldama (B2) se redujo marcadamente en comparación con la de los FV. El proceso del B2 con matado al sol tuvo un efecto menor en disminuir los fitoquímicos en los FB.

Palabras clave: vainilla, beneficiado tradicional, fitoquímicos, frutos.

etapas (Brunschwig *et al.*, 2017). Sin embargo, para *V. pompona* a diferencia de *V. planifolia* es limitada la información sobre el proceso de curado de los frutos, sin detallar las etapas del proceso de beneficiado (Galeas *et al.*, 2015), ni su efecto en la acumulación de fitoquímicos en los frutos (Ramachandra y Ravishankar, 2000). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos procesos de beneficiado tradicional mexicano de *V. planifolia* en la concentración de compuestos fenólicos totales, flavonoides totales, saponinas totales, triterpenos totales de frutos de *V. pompona*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Durante el periodo de floración (mayo a junio 2016) se polinizaron de 20 a 30 flores de *V. pompona*. Los frutos verdes se recolectaron 31 semanas después de la polinización en la localidad de Cazuelas, Veracruz, en una plantación sin manejo agronómico, en donde los tutores son arboles de cedro blanco (*Cedrela odorata* L.). En Puntilla Aldama, Veracruz en un cultivo de traspatio, y en la localidad de Morelos, Oaxaca, en una población silvestre de *V. pompona* dentro de un bosque de árboles de pino (*Pinus patula* Schiede) y encino (*Quercus* sp.).

La cuantificación de fitoquímicos se realizó en frutos verdes y en frutos sometidos a dos variantes del proceso de beneficiado o curado tradicional mexicano. El peso promedio de cada fruto verde fue de 23 a 38 g y de frutos beneficiados estuvo en un rango de 6 a 11 g. Mientras que el tamaño promedio de frutos verdes fue de 12 a 17 cm y en frutos beneficiados de 11 a 15 cm.

INTRODUCCIÓN

La especie *Vanilla pompona* Schiede es una de las tres especies del género *Vanilla* que se producen comercialmente, crece de manera natural en las islas Guadalupe, Martinica y Dominica (Ehlers y Pfister, 1997), en algunas regiones de Guyana y Surinam (DeFilipps *et al.*, 2004), Costa Rica (Azofeifa-Bolaños *et al.*, 2014), Honduras, Panamá (Soto y Dressler, 2009) y México, en donde su cultivo es limitado, aunque se ha documentado una distribución natural importante en Oaxaca, Nayarit, Michoacán, Guerrero, Veracruz y Jalisco (Herrera-Cabrera *et al.*, 2017).

Con el propósito de incrementar aroma y sabor, los frutos de *V. planifolia* se someten a un proceso de beneficio, en el que se activan una serie de reacciones enzimáticas que producen compuestos aromáticos (Odoux, 2011). Dicho proceso tiene como intención propiciar el contacto entre los precursores del sabor y las enzimas que catalizan la hidrólisis de los compuestos precursores a vainillina, el componente principal, así como otros compuestos del sabor, que incluyen cerca de 250 constituyentes identificados (Adedeji *et al.*, 1993). Existen diferentes procesos de beneficiado. En México el beneficiado tradicional dura de tres a cinco meses, mientras que en Madagascar dura de 35 a 45 días (Ramachandra y Ravishankar, 2000). Investigaciones previas señalan que el curado o beneficiado artesanal mexicano de los frutos de *V. planifolia*, consta principalmente de cuatro etapas (Havkin-Frenkel *et al.*, 2004; Xochipa-Morante *et al.*, 2016). En otras especies como *V. tahitensis*, el beneficiado de los frutos lo realizan en tres

Beneficiado de los frutos

El beneficiado de los frutos de *V. planifolia* se realiza en cuatro etapas, generalmente: marchitamiento, sudoración, secado y acondicionamiento (Ramachandra y Ravishankar, 2000), utilizado en la Región del Totonacapan. Los frutos de la localidad de Cazuelas y Morelos se sometieron al sistema de beneficiado tradicional realizado por un beneficiador en la localidad de Primero de Mayo, Papantla, Veracruz (Beneficiado 1: B1) (Figura 1) descrito por Xochipa-Morante et al. (2016).

El proceso consistió, principalmente, en el matado de los frutos verdes con agua caliente (escaldado) a 90 °C por 3 segundos, posteriormente el sudado, en donde los frutos se almacenaron en cajones de madera en la sombra, después se sometieron a aproximadamente 21-25 ciclos de un proceso llamado "asoleado-sudado", luego los frutos nuevamente se colocaron en las cajas de madera, con el objetivo de deshidratar y provocar el desarrollo del aroma y el color del fruto de la vainilla. El beneficiado en *V. pompona* tardó alrededor de 16 semanas.

Los frutos de la localidad de Puntilla Aldama se sometieron a un segundo proceso de beneficiado tradicional (Beneficiado 2: B2) (Figura 1), realizado en la misma localidad de colecta. El proceso consistió también de cuatro etapas; el matado de los frutos se realizó utilizando bolsas de nylon expuestas al sol (40 °C) por cuatro horas durante tres días; para el sudado los frutos se almacenaron en cajones de madera, después se sometieron a aproximadamente 20-25 ciclos de "asoleado-sudado", y nuevamente los frutos se colocaron en las cajas de madera, para deshidratar y provocar el desarrollo del aroma y el color del fruto de la vainilla. El beneficiado tardó 16 semanas en promedio (Xochipa-Morante et al., 2016).

Análisis químicos

Preparación de extractos

Compuestos fenólicos totales (CFT) y flavonoides totales (FLAVT). Se prepararon extractos en metanol a una concentración de 500 mg·mL⁻¹. Las muestras se colocaron en un baño ultrasónico (Ultrasonic Cleaner AS5150B)

durante 30 min a temperatura ambiente. Después los extractos se dejaron en maceración por 12 h. Triterpenos totales (TRIT). A 1 g de muestra fresca se adicionaron 5 mL de etanol al 70 % (v/v) y se dejó en maceración por 10 h. El extracto se centrifugó a 3,354 g por 5 min y el sobrenadante se evaporó en rotaevaporador (Heidolph, Laborota 4000), posteriormente el residuo vegetal se lavó cuatro veces con butanol:agua (1:1), donde la fase acuosa se descartó y la orgánica se evaporó en rotaevaporador. Al residuo se le agregó éter etílico y se mantuvo a 4 °C por 12 h. Saponinas totales (SAPT). Se prepararon extractos en agua a una concentración de 200 mg·mL⁻¹. Las muestras se colocaron en un baño ultrasónico (Ultrasonic Cleaner AS5150B) por un lapso de 30 min a temperatura ambiente. Posteriormente los extractos se dejaron en maceración por 12 h.

Previo a la cuantificación, a los frutos verdes y beneficiados se les determinó el contenido de humedad en termobalanza (Ohaus MB45) para expresar la concentración de los fitoquímicos con base en materia seca (MS). Los CFT se determinaron por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu basado en Herald et al. (2012). La concentración se expresó como equivalentes del ácido gálico en g·100 g⁻¹ de materia seca (MS). Los FLAVT se analizaron con base en el método de Silva-Beltrán et al. (2015). La concentración se expresó en equivalentes de quercetina en g·100 g⁻¹ MS. Para el análisis de TRIT se utilizó el método colorimétrico basado en Chang y Lin



Figura 1. Frutos verdes y frutos beneficiados de *Vanilla pompona* Schiede de dos variantes de beneficiado tradicional mexicano. B1: Beneficiado 1, B2: Beneficiado 2.

(2012) y su concentración se expresó en equivalentes de ácido oleanólico en $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ MS}$. SAPT se analizaron de acuerdo al método de Ahmed y Wang (2015) y se expresaron en $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ MS}$.

Análisis estadístico

Para los valores de CFT, FLAVT, SAPT y TRIT se realizaron cuatro repeticiones de frutos verdes y beneficiados para cada localidad de recolecta y beneficiado. Los datos se analizaron bajo un diseño completamente al azar. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) usando el paquete estadístico SAS versión 9.0 (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variación de fitoquímicos de frutos verdes a beneficiados

El análisis de fitoquímicos de frutos de 31 semanas de maduración de *V. pompona* de las tres localidades evidenció una concentración mayor de CFT en frutos verdes, en comparación con los frutos beneficiados independientemente del proceso de beneficiado (Figura 2). Es posible que la disminución en la concentración de estos compuestos en el fruto beneficiado, se atribuya a que durante el proceso de curado, los metabolitos se degradan por la acción de las enzimas (Frenkel *et al.*, 2011) y por los diferentes tratamientos térmicos utiliza-

dos (Odoux, 2011). Particularmente se observó una reducción significativa de CFT en los frutos procedentes del beneficio 1 (B1), tanto de Cazuelas, en los que hubo una disminución de 55 % como en los de Morelos que se redujeron 69 %, no existiendo reportes similares para *V. pompona*. Sin embargo, en los frutos de *V. planifolia*, el contenido de compuestos fenólicos se incrementa durante el beneficiado (Ibarra-Cantún *et al.*, 2018). De manera similar, la concentración de FLAVT en los frutos beneficiados de Cazuelas y de Morelos del B1, tuvieron valores de concentración 43 % y 49 % más bajos que los frutos verdes. Pero los frutos de Puntilla Aldama del B2, no mostraron reducción en comparación con los frutos verdes. Este dato es notable porque estos frutos se mataron en bolsas de nylon expuestas al sol (Figura 2). Liu *et al.* (2016) señalan que algunos tipos de flavonoides son termosensibles, lo que sugiere que los frutos del B1, durante el proceso de matado con agua caliente, pudieron degradarse y por eso mostraron una concentración menor que los frutos verdes.

En los TRIT, también hubo una reducción significativa de la concentración en los frutos beneficiados del B1, que se redujo 73 % en los frutos de la localidad de Cazuelas y 71 % en los de Morelos, pero los frutos del B2 de Puntilla Aldama no presentaron cambios (Figura 2). En la localidad de Puntilla Aldama, la concentración de FLAVT

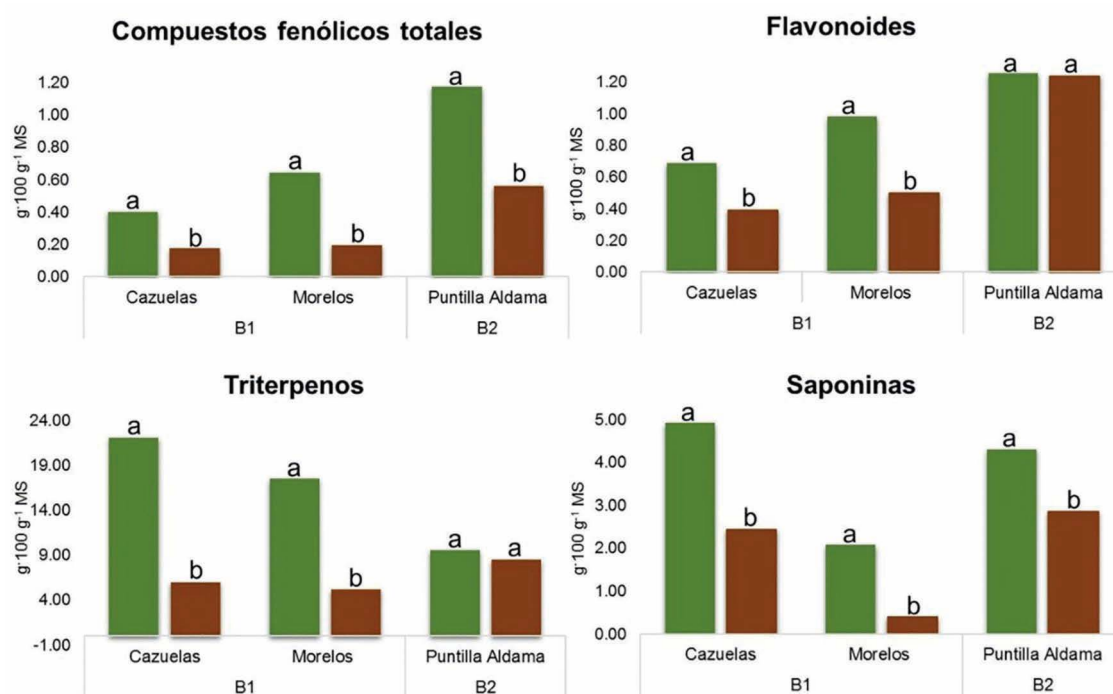


Figura 2. Fitoquímicos de frutos verdes (■) y frutos beneficiados (■) de *Vanilla pompona* Schiede de 31 semanas de maduración de las localidades de Cazuelas, Morelos y Puntilla Aldama. Letras diferentes dentro de columnas por localidad indican diferencia estadística según Tukey ($\alpha=0.05$). B1: Beneficiado 1, B2: Beneficiado 2. (n=4).

y TRIT fue similar, en frutos verdes y beneficiados (B2), aunque se redujo la concentración de CFT y de SAPT en los frutos beneficiados en comparación con la de frutos verdes. La concentración de SAPT disminuyó en los frutos de ambos tipos de beneficiados, aunque la disminución fue mayor en los frutos del B1, que mostraron una reducción de 81 % en los frutos de Morelos y de 50 % en los de Cazuelas (Figura 2).

Variación de fitoquímicos por el proceso de beneficiado

El análisis de fitoquímicos de acuerdo al tipo de matado de frutos, mostró coeficientes de variación mayores en saponinas totales (18.24 %), debido a que la concentración de estos fitoquímicos tuvo una amplia variación en los frutos beneficiados. Los compuestos fenólicos totales, mostraron los coeficientes de variación más bajos (7.80 %), debido a que la concentración fue más homogénea entre los frutos beneficiados de *V. pompona* (Cuadro 1).

El matado es considerado el paso más importante del beneficiado tradicional (Mariezcurrana et al., 2008), ya que esta etapa tiene como propósito detener el desarrollo vegetativo en los frutos frescos y promover la descompartmentación celular mediante la ruptura de las membranas para crear condiciones adecuadas para el contacto entre los sustratos y sus respectivas enzimas (Purseglove et al., 1981). En este trabajo, el matado en el B1 y el B2 de los frutos de *V. pompona*, fue la única etapa que tuvo los cambios mayores en comparación con las demás etapas del proceso. En el B1 el matado de los frutos verdes se realizó con agua caliente a 90 °C por 3 segundos. En el B2 se utilizaron bolsas de nylon expuestas al sol (40 °C) por cuatro horas durante tres días. Además, la variación de matado de frutos, puede ocasionar diferencias en el aroma y sabor de frutos beneficiados, debido a la diferencia en la termosensibilidad de las enzimas (Frenkel et al., 2011). Los frutos de la localidad de Cazuelas y Morelos que se sometieron al B1 tuvieron una concentración similar

Cuadro 1. Medias y coeficientes de variación de las variables evaluadas en frutos beneficiados de *Vanilla pompona* en localidades de recolecta de Veracruz y Oaxaca, México.

Fitoquímicos	Media (g·100 g ⁻¹ MS)	CV (%)	Cuadrados medios	
			Beneficiado	Error
Compuestos fenólicos totales	0.246	7.80	0.182***	0.0004
Flavonoides totales	0.560	8.64	0.832***	0.002
Triterpenos totales	6.585	12.60	9.066**	0.688
Saponinas totales	1.690	18.24	7.367***	0.095

***: P<0.0001, **: P<0.05.

de compuestos fenólicos totales (0.180 y 0.199 g·100 g⁻¹ MS) y triterpenos totales (6.016 y 5.202 g·100 g⁻¹ MS), mientras que los frutos de Puntilla Aldama sometidos al B2 tuvieron mayor concentración de compuestos fenólicos totales (0.566 g·100 g⁻¹ MS), flavonoides totales (1.238 g·100 g⁻¹ MS) y triterpenos totales (8.536 g·100 g⁻¹ MS) (Figura 3).

La variación en el proceso de beneficiado se atribuye a que no hay una estandarización del proceso, y puede haber variaciones en cada etapa de acuerdo al criterio del beneficiador (Odoux, 2011). Esto sugiere que el matado de los frutos utilizado en el B1 y B2 ocasionó variación en la concentración de fitoquímicos en los frutos de *V. pompona*.

CONCLUSIONES

El contenido de fitoquímicos en los frutos beneficiados de *Vanilla pompona* Schiede presentó variación en los dos beneficiados tradicionales evaluados. Los compuestos fenólicos totales y las saponinas fueron los metabolitos que más se afectaron durante el beneficiado. La etapa de matado en el proceso de beneficiado fue

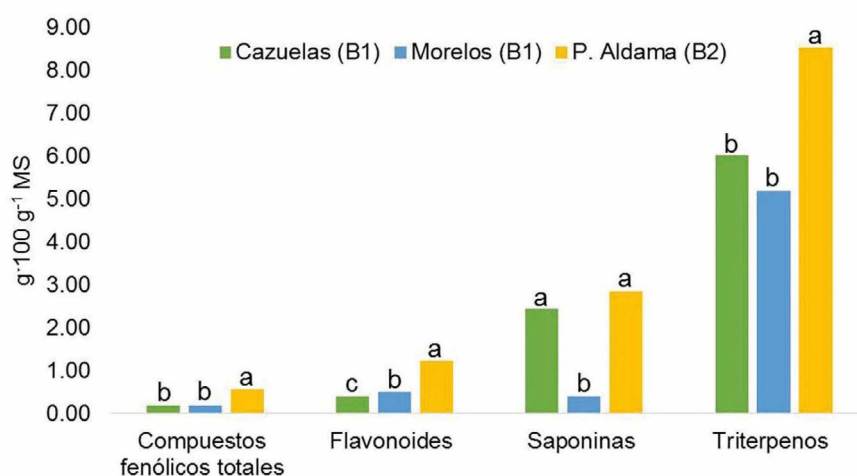


Figura 3. Concentración de fitoquímicos en frutos beneficiados de *Vanilla pompona* Schiede en dos tipos de beneficiado de las localidades de Cazuelas, Morelos y Puntilla Aldama, México. Letras diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística según Tukey ($\alpha=0.05$). B1: Beneficiado 1, B2: Beneficiado 2.

la variante que afectó negativamente la concentración de fitoquímicos en los frutos beneficiados. El proceso con matado al sol del B2 conservó un contenido mayor de fitoquímicos en los frutos beneficiados. Lo cual indica diferentes respuestas al proceso de beneficio de *V. pompona* con respecto a *V. planifolia*.

LITERATURA CITADA

- Adedeji, J., Hartman, T.G. & Ho, C-T. (1993). Flavor characterization of different varieties of vanilla beans. *Perfumer & Flavorist*, 18, 25-33.
- Ahmed, H.O.A. & Wang, C. (2015). Determination of tea saponin in Camellia Seed Oil with UV and HPLC analysis. *World Journal of Engineering and Technology*, 3, 30-37. doi: 10.4236/wjet.2015.34C004
- Azofeifa-Bolaños, J.B., Paniagua-Vásquez, A. & García-García, J.A. (2014). Importancia y desafíos de la conservación de *Vanilla* spp. (Orquidaceae) en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 25, 189-202.
- Brunschwig, C., Collard, F.X., Lepers-Andrzejewski, S. & Raharivelomanana, P. (2017). Tahitian Vanilla (*Vanilla x tahitensis*): A Vanilla Species with Unique Features. In *Active Ingredients from Aromatic and Medicinal Plants*. In Tech, 29-47.
- Chang, C.L. & Lin, C.S. (2012). Phytochemical composition, antioxidant activity, and neuroprotective effect of *Terminalia chebula* Retzius extracts. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, 1-7. doi: 10.1155/2012/125247
- DeFilipps, R.A., Maina, S.L. & Crepin, J. (2004). Medicinal plants of the Guianas (Guyana, Surinam, French Guiana). Washington, DC: Department of Botany, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, pp 1-14.
- Ehlers, D. & Pfister, M. (1997). Compounds of vanillons (*Vanilla pompona* Schiede). *Journal of Essential Oil Research*, 9, 427-431. doi:10.1080/10412905.1997.9700743
- Frenkel, C., Ranadive, A.S., Tochihiuti, J.V. & Havkin-Frenkel, D. (2011). Curing of Vanilla, In: *Handbook of vanilla science and technology*. Havkin-Frenkel D. & Belanger F.C. (Eds.) Wiley-Blackwell Publishing Ltd., pp 80-106.
- Galeas, M., Lin, J. & Hartman, T. (2015). Chemical Characterization of *Vanilla pompona* Schiede. Part I. *Perfumer and Flavorist*, 40, 16-28.
- Havkin-Frenkel, D., French, J., Graft, N.M., Joel, D.M., Pak, F.E. & Frenkel, C. (2004). Interrelation of curing and botany in vanilla (*Vanilla planifolia*). *Acta Horticulturae*, 629, 93-102. doi: 10.17660/ActaHortic.2004.629.12
- Herald, J.T., Gadgil, P. & Tilley, M. (2012). High-throughput micro plate assays for screening flavonoid content and DPPH-scavenging activity in sorghum bran and flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 2326-2331.
- Herrera-Cabrera, B.E., Hernández, M., Vega, M., & Wegier, A. (2017). *Vanilla pompona*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: T105878897A105878899. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T105878897A105878899>.
- Ibarra-Cantún, D., Delgado-Alvarado, A., Herrera-Cabrera, B.E., Soto-Hernández, R.M., Salazar-Rojas, V.M. & Aguilar, M.I. (2018). Effect of the environmental condition of *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews cultivation on phytochemical concentration. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 24, 151-165. doi: 10.5154/rchsh.2017.08.031
- Liu, W., Yin, D., Li, N., Hou, X., Wang, D., Li, D. & Liu, J. (2016). Influence of Environmental Factors on the Active Substance Production and Antioxidant Activity in *Potentilla fruticosa* L. and Its Quality Assessment. *Scientific Reports*, 6, 1-17. doi: 10.1038/srep28591
- Mariezcurrera, M.D., Zavaleta, H.A., Waliszewski, K.N. & Sánchez, V. (2008). The effect of killing conditions on the structural changes in vanilla (*Vanilla planifolia*, Andrews) pods during the curing process. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1452-1457. doi:10.1111/j.1365-2621.2007.01691.x
- Odoux, E. (2011). Vanilla curing. In: Odoux E, Grisoni M (eds). *Vanilla. (Medicinal and aromatic plants-industrial profiles)* CRC Press. Boca Raton, Florida, 173-185.
- Purseglove, J. W., Brown, E. G., Green, C. L. & Robbins, S. R. J. (1981). Spices. In: *Tropical Agriculture* (edited by D. Rhind & G. Wrigley). pp. 664-735. New York, USA: Longman Publishing.
- Ramachandra, R.S. & Ravishankar, G.A. (2000). Vanilla flavour: Production by conventional and biotechnological routes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 189-304. doi: 10.1002/1097-0010(200002)80:3<289::AID-JSFA543>3.0.CO;2-2
- SAS Institute Inc. (2002). SAS/STAT 9.0. User's guide. Cary, NC. SAS Institute Inc. 421 p.
- Silva-Beltrán, N.P., Ruiz-Cruz, S., Cira-Chávez, L.A., Estrada-Alvarado, M.I., Ornelas-Paz, J.D.J., López-Mata, M.A. & Márquez-Ríos, E. (2015). Total phenolic, flavonoid, tomatine and tomatidine contents and antioxidant and antimicrobial activities of extracts of tomato plant. *International Journal of Analytical Chemistry*, 1-10. doi: 10.1155/2015/284071
- Soto, A.M.A. & Dressler, R.L. (2009). A revision of the Mexican and Central American species of *Vanilla Plumier* ex Miller with a characterization of their ITS region of the nuclear ribosomal DNA. *Lankesteriana International Journal on Orchidology*, 9, 285-354.
- Xochipa-Morante, R.C., Delgado-Alvarado, A., Herrera-Cabrera, B.E., Escobedo-Garrido, J.S. & Arévalo-Galarza, L. (2016). Influencia del proceso de beneficiado tradicional mexicano en los compuestos del aroma de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews. *Agroproductividad*, 9, 55-62.