

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y SENSORIAL DE *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews CON DIFERENTES ESQUEMAS DE BENEFICIADO

PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERIZATION OF *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews WITH DIFFERENT CURING SCHEMES

Luna-Guevara, J.J.¹; Luna-Guevara, M.L.¹; Amador-Espejo G.G.²; Herrera-Cabrera, B.E.³; Arévalo-Galarza, M.L.⁴; Ruiz-Espinosa, H.^{1*}

¹ Colegio de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ingeniería Química. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Av. San Claudio y 18 Sur, Ciudad Universitaria, C.P. 72570, Puebla, México.

² Catedrático CONACYT-Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional. Carretera Sta. Inés Tecuexcomac-Tepetitla. Km 1.5. CP. 90700, Tlaxcala. México. ³ Colegio de Postgraduados-Puebla, Carretera Federal México-Puebla Km. 125.5, Santiago Momoxpan, 72760. Puebla, Pue. ⁴ Recursos Genéticos y Productividad- Fruticultura-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México.

***Autor de correspondencia:** hector.ruiz@correo.buap.mx

RESUMEN

La vainilla es una especie aromática importante y valuada a nivel global; es originaria de México, quien es el quinto productor en el mercado internacional. Los frutos (silicuas) de vainilla desarrollan características fisicoquímicas y sensoriales únicas a través de un proceso fermentativo mayoritariamente tradicional (beneficiado), y a partir de ellos se obtiene un extracto rico en vainillina, que es el principal agente aromático. Aunque existe una Norma Mexicana (NMX) que regula aspectos de calidad de las vainas, diversos criterios son poco precisos y carece de una descripción de los atributos sensoriales. Se muestrearon frutos beneficiados de diferentes locaciones de Puebla y Veracruz, México, para caracterizarlos fisicoquímicamente y correlacionarlos con la NMX; además se desarrolló un perfil sensorial de acuerdo a su origen geográfico y esquema de beneficiado. Ninguna de estas variables pudo explicar claramente las variaciones en parámetros fisicoquímicos y en los perfiles sensoriales obtenidos, por lo que se sugiere un estudio más controlado para obtener conclusiones más consistentes.

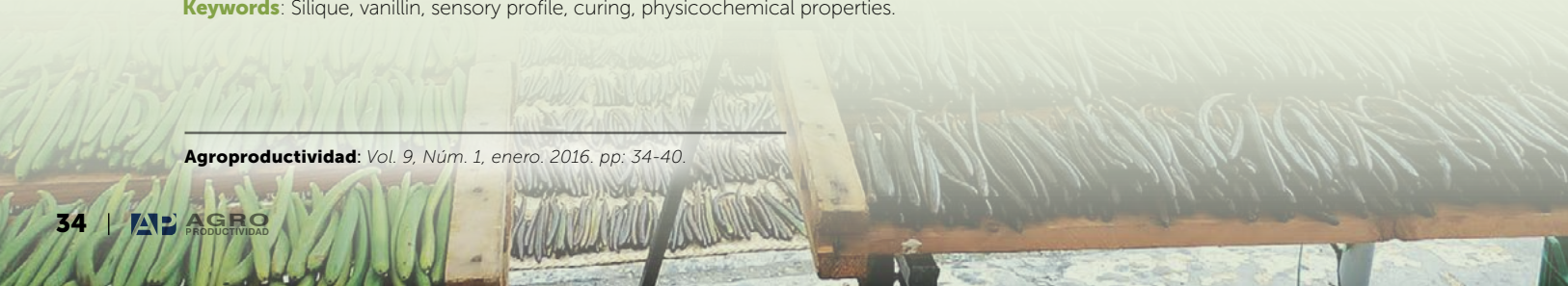
Palabras clave: Silicua, vainillina, perfil sensorial, beneficiado, propiedades fisicoquímicas.

ABSTRACT

Vanilla is an important and valuable aromatic species worldwide; it is native from Mexico, currently the fifth most important producer in the international market. The vanilla fruits (siliques) develop unique physicochemical and sensory traits through a mostly traditional fermentative process (curing) and from these a vainillin-rich extract is obtained, which is the principal aromatic agent. Although a Mexican Norm (NMX) regulates pod quality characteristics, various criteria are not very precise and lacks a description of sensory attributes. Cured fruits were sampled from different locations in Puebla and Veracruz and physicochemically characterized to correlate them to the NMX; besides a sensory profile was developed based on their geographic origin and curing scheme. None of these variables could clearly explain variations on physicochemical parameters and sensory profiles obtained. Thus, a more controlled study is suggested to obtain more consistent conclusions.

Keywords: Siliques, vainillin, sensory profile, curing, physicochemical properties.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 1, enero. 2016. pp: 34-40.



INTRODUCCIÓN

La vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) es una especie cultivada, de la cual se obtiene un extracto que se utiliza para añadir sabor y aroma a diversos productos alimenticios primordialmente, aunque también tiene aplicaciones en otras industrias, incluyendo farmacéutica, de cosméticos y tabacalera. La vainilla, originaria del México precolombino, posee un gran potencial productivo y económico, sobre todo en la región del trópico húmedo donde se cuenta con las condiciones óptimas de suelo y clima que favorecen su desarrollo (Hernández-Hernández *et al.*, 2011a). México pasó de ser el mayor centro de producción a nivel mundial, a ocupar el quinto lugar, equivalente a 4% del volumen neto anual. Los principales estados productores son Veracruz, Oaxaca, San Luis Potosí y Puebla (SHCP, 2014). La mayor parte de la producción de vainilla se concentra en el estado de Veracruz con 75% del total nacional, y la zona principal de producción se sitúa en la región colindante entre Veracruz y Puebla denominada Totonacapan, que comprende la región costera limitada al norte y sur por los ríos Cazonnes y La Antigua, respectivamente e incluye poblaciones en la Sierra Norte de Puebla y Sierra Madre Oriental. En 2012, el rendimiento de fruto verde fue de 325 kg ha⁻¹, lo cual se utilizó para producir 65 t ha⁻¹ de silicuas (frutos) beneficiadas. Aunque importante, este rendimiento representó una disminución significativa con relación a lo obtenido en años anteriores (600 t ha⁻¹ en 2007; 480 t ha⁻¹ en 2009) atribuido al beneficiado; por tanto, se requiere plantear alternativas que mejoren la eficiencia del proceso de beneficiado con el fin de sostener el valor agregado del fruto beneficiado.

El beneficiado de la vainilla es un proceso de fermentación, mediante el cual los frutos verdes, los cuales carecen de aroma, se modifican drásticamente hasta exhibir un color café oscuro y brillante y perfiles de aroma y sabor, provenientes de una mezcla de cientos de compuestos donde destaca la vainillina (Reyes-López *et al.*, 2008). Estos cambios se atribuyen a una serie de reacciones químicas catalizadas enzimáticamente que incluyen la formación de pigmentos y compuestos aromáticos y saborizantes a partir de sustancias precursoras presentes en el fruto maduro. El beneficiado consta de diversas operaciones, incluyendo recepción, despezonado, enmaletado, matado de fruto, asoleado, sudado, depósito y empaque. Dependiendo del grado de incorporación al proceso de maquinaria adecuadamente diseñada y calibrada, el beneficiado se clasifica como tradicional, semi

tecnificado y tecnificado. Las variaciones en la ejecución de estas operaciones le dan un carácter único al beneficiado y pueden modificar las características fisicoquímicas y sensoriales del producto terminado (Figura 1).

Aunque la competencia de los extractos sintéticos es sustancial, diversos factores propios del sistema de producción de vainilla limitan el desarrollo adecuado de este cultivo y reducen su aprovechamiento; estos incluyen una producción irregular y de temporal, bajo nivel de tecnificado y prevalencia de criterios subjetivos para clasificar materia prima, así como, determinar la evolución de las características de las vainas durante el beneficiado y establecer criterios de calidad del producto terminado. Esto último se realiza bajo la guía de un especialista práctico (maestro vainillero) que conduce el proceso de acuerdo a su experiencia y no basado en criterios fisicoquímicos y límites de control establecidos. Además, la Norma Mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009 define las especificaciones de las silicuas (frutos) beneficiadas (clasificadas en grados *Extra* y *Categorías I, II y III* y tipos *Gourmet* y *Ordinaria*) basadas en criterios de apariencia color, brillo, olor, humedad, tamaño, textura y contenido de vainillina, sin embargo, los términos empleados son poco claros y dificultan la clasificación. Por ejemplo, el color de las vainas se denomina como *negro*, *café oscuro* o *café*, el cual se evalúa sensorialmente y emplea una escala cromática Pantone para definir los tonos observados, pero no existe algún criterio que relacione el nombre de los colores con el código cromático sugerido. Similares limitantes se presentan con la manera en que se nombran los atributos de textura (*flexible*),



Figura 1. Beneficiado tradicional del fruto de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews.

aparición (*gruesa, delgada*) y aroma (*dulce, característico*). Por tanto, resulta necesario establecer criterios fisicoquímicos y sensoriales más objetivos y consistentes para describir a las silicuas beneficiadas, así como, la relación de estos parámetros con esquemas específicos de beneficiado. Con base en lo anterior, se realizó la caracterización sensorial a través de pruebas descriptivas y la determinación de parámetros fisicoquímicos (textura instrumental, actividad de agua, contenido de humedad de frutos de vainilla cultivada en la región de Puebla-Veracruz y sometida a diversos tipos de beneficiado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de frutos de vainilla analizados provinieron de la región perteneciente a la planicie costera del estado de Veracruz y la sierra norte del estado de Puebla. La muestra de frutos fue de los municipios Ayotoxco de Guerrero y Pantepec, en el estado de Puebla, y Papantla y San Rafael en el estado de Veracruz: Se seleccionaron frutos con la misma madurez fisiológica (nueves meses posteriores a la polinización), eligiendo aquellos con un tamaño que osciló entre 15 y 20 cm de longitud, las cuales se sometieron a un proceso de beneficiado de acuerdo al proceso tradicional acostumbrado en cada ubicación, tales como, beneficiado tradicional (Pantepec y San Rafael) o semitecnificado (Ayotoxco, Papantla). Los frutos evaluados provenían de beneficiados en el periodo 2008-2010, debidamente almacenados.

Variables fisicoquímicas

Se evaluaron color, textura, actividad de agua y contenido de humedad a los frutos con madurez fisiológica sometidos a beneficiado. Las determinaciones se realizaron por triplicado. Las pruebas realizadas se describen a continuación.

Peso y tamaño: Se tomó una muestra de tres frutos de cada región indicada y calidad. Se procedió a medirlas y pesarlas, haciendo así, una selección en categorías de acuerdo al grado de calidad indicado en la NMX-FF-074-SCFI-2009 (Cuadro 1).

Actividad de agua: Se hizo un corte longitudinal para poder tomar una cantidad de muestra significativa (0.5-1 g de vaina) con espátula delgada; posteriormente, se colocó la muestra en charola de plástico y se midió la actividad de agua con higrómetro de punto de rocío Decagon Aqualab Series 3 (Decagon, Pullman, E.U.A).

Humedad: Se evaluó por medio del método gravimétrico (NOM-116-SSA1-1994) en un horno de convección forzada Binder ED-53L (Tuttlingen, Alemania). Para ello,

se prepararon charolas de aluminio con arena, poniéndolas a 90 °C por 3 h. La muestra de 2.5 a 4.5 g, se tomó de la misma sección de vaina en cada ocasión, homogeneizándola con la arena. La deshidratación se llevó a cabo a 60 °C, para evitar evaporación de compuestos volátiles, hasta alcanzar peso constante. La humedad de las vainas se expresó por la relación: masa inicial y masa final de la muestra evaporada:

$$\text{Humedad}(\%) = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} * 100$$

donde: M_1 =Peso de cápsula con arena o gasa (g); M_2 =Peso de cápsula con arena o gasa más muestra húmeda (g); M_3 =Peso de cápsula con arena o gasa más muestra seca (g).

Textura: Se determinó la firmeza de los frutos empleando un texturómetro TA.XT Plus (Texture Technologies, Surrey, UK), empleando una sonda de cuchilla tipo Warner Bratzler. Las pruebas se hicieron a una velocidad de 5 mm s⁻¹ con un recorrido final de 10 mm.

pH: Se obtuvo la pulpa cortando longitudinalmente un fruto retirando las semillas por raspado, separándolas de la cáscara con un chuchillo (NMX-F-317-S-1978). Se emplearon muestras de 1-2 g molidas en un vaso de precipitado pequeño, hasta formar un puré. El electrodo del potenciómetro se introdujo al vaso, procurando que éste fuera cubierto de manera uniforme, obteniendo la medición de pH tras equilibrar la lectura por aproximadamente un minuto.

Color: Se realizaron con un colorímetro Hunterlab (ColorFlex EZ, Reston, VA, EUA) con iluminante D65 a 10°. Para la medición se cortaron los frutos en cuatro partes iguales, las cuales se colocaron sobre una base de vidrio transparente con una cubierta opaca. El colorímetro se calibró previamente con tejas negra y blanca. Se empleó la escala CIE Lab (L^* , a^* y b^*) realizando mediciones por triplicado. Se obtuvo la diferencia neta de color (ΔE) entre el color triestímulo de cada muestra y los colores Pantone establecidos en la NMX-FF-074-SCFI-2009 a través de:

$$\Delta E^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

Se definió el color Pantone correspondiente como aquel que presentó la mínima diferencia de color.

Evaluación Sensorial. Para la evaluación sensorial, se reunió un grupo de personas (n=25) para elegir

participantes de acuerdo a su interés, disponibilidad de tiempo y a los resultados de una cuestionario de preselección, donde se determinó si el aspirante cumplía con los requisitos de aptitud (no fumadores, sanos) y actitud (flexible, cooperativo, capaz de trabajar en equipo) para conformar un panel sensorial; a través de pruebas de perfil sensorial. Los panelistas reconocieron y describieron atributos asociados con los frutos de vainilla beneficiados, por comparación con estándares y empleando una escala de 100 puntos con cinco categorías, desde *baja* hasta *alta* estableciendo de manera consensuada si el estímulo de la referencia está presente y la intensidad asociada con el mismo, así como, las notas primordiales inherentes al producto evaluado. El panel seleccionado evaluó, siguiendo buenas prácticas de análisis sensorial los siguientes atributos: aroma global, sabor global, sabores básicos (dulce, ácido, amargo, umami, salado) y sabores característicos de vainilla (metálico, astringente, ahumado, acre, pungente, tostado, arenoso, aroma a nardo, dulce, clavo, pimienta negra, canela, uva pasa, madera, tierra húmeda, chile seco, cacao, tamarindo, ajonjolí, mohoso) (Toth *et al.*, 2011).

Análisis Estadístico. Se estableció un diseño completamente aleatori-

zado, con 4 locaciones y 6 niveles de calidad, de acuerdo a la norma correspondiente. Todas las pruebas se realizaron por duplicado. Los resultados obtenidos se analizaron mediante un modelo lineal general (GLM) realizando una comparación entre medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para cada parámetro evaluado en todas las muestras empleando el software estadístico Minitab 17 (Minitab Inc; State College, PA, EUA). Para el análisis sensorial se determinó el número de atributos de aroma requeridos para describir las muestras. El número de variables dependientes (atributos) se redujo por Análisis de Componentes Principales (PCA) empleando XLSTAT Pro (Addinsoft, 2010, EUA), estableciendo el número de factores subyacentes requerido y la proporción de la varianza total (Hariom Shyamala *et al.*, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clasificación por calidad

El Cuadro 1 muestra los valores de calidad de frutos de vainilla de acuerdo a la norma NMX-FF-074-SCFI-2009; y según esta clasificación, de las 10 muestras evaluadas, sólo cuatro podrían pasar el filtro de calidad para su comercialización, incluyendo los frutos de la región de Papantla (*Extra gourmet*), una de la región de San Rafael (Cate-

goría 1 Gourmet) y una de Ayotoxco (*Categoría 2 Ordinaria*). Para los propósitos de este trabajo, se consideraron dos categorías adicionales a la clasificación de humedad de los frutos, *Seca* (<15% de humedad) y *Húmeda* (>30% de humedad) dado que algunas de estas vainas exhibían un perfil sensorial deseable, aún incumpliendo con el estándar de humedad. Bajo este criterio extendido, todas los frutos evaluados pudieron ser clasificados, ubicando a la mayoría en la categoría 1 de tamaño (≥ 17.5 cm) ($n=4$) y en la categoría *Extra* (≥ 20 cm) ($n=4$). Asimismo, se observó que la clasificación de vainas en términos de humedad y tamaño no está en función del tipo de beneficiado empleado. Esto se comprueba al tener muestras con beneficiado semitecnificado clasificadas por debajo del nivel mínimo de humedad (20%) y muestras que se clasificaron por encima del nivel máximo (30%) también beneficiadas por procedimiento semitecnificado en la región de Ayotoxco, Puebla, donde se obtuvo además, la mayor dispersión en cuanto a calidad de los frutos evaluados (Cuadro 2).

Tamaño de vainas

El tamaño de las vainas evaluadas se muestra en el Cuadro 2. En este aspecto, se puede observar un rango de tamaño de las vainas entre los

Cuadro 1. Clasificación por calidad de vainas de vainilla por parámetros específicos.

| Parámetro | Grado de calidad | | | | | |
|--------------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|
| | Extra | Categoría I | | Categoría II | | Categoría III |
| | Gourmet | Gourmet | Ordinaria | Gourmet | Ordinaria | Ordinaria |
| Aspecto | G, SR, SM, F, B | G, SR, SM, F, B | D, CR, R | G, SR, SM, F, B | D, CR, R | G ó D; R, RR |
| Humedad (%) | 25 a 30 | 25-30 | 20- 24 | 25-30 | 20-24 | 15-20 |
| Vainilla (%) | 2.0 - 2.4 | 2.0 - 2.4 | 1.6 - 2.0 | 2.0 - 2.4 | 1.6 a 2.0 | 1.6 |
| Tamaño (cm) | ≥ 20 | $\geq 17,5$ | | ≥ 15 | | <15 |
| Color | N- C oscuro | N-C oscuro | C, CR | C claro, FR | C, CR | C, CR |

Gruesa (G), Delgada (D), Flexible (F), Brillante (B), Sin rayas (SR), Con rayas (CR), Sin manchas (SM), Negro (N), Café (C), Puede estar rajada (R), Puede estar rayada (RR), Con filamentos rojos (FR).

**Cuadro 2.** Parámetros fisicoquímicos evaluados en frutos de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews de la región Puebla y Veracruz, México.¹

| Muestra | Calidad ³ | Beneficiado ² | Tamaño (cm) | Humedad (%) | Fuerza (N) | Aw | pH |
|-------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Sn Rafael 1 | C1G ⁴ | 1 | 19±0.5 ^{ABa} | 26.64±1.90 ^{BCb} | 0.132±0.02 ^{Ca} | 0.94±0.01 ^{Aa} | 5.9±0.1 ^{ABa} |
| Sn Rafael 2 | ES | 1 | 20.4±0.4 ^{Aa} | 10.70±1.85 ^{EFb} | 0.239±0.04 ^{BCa} | 0.82±0.04 ^{BCDa} | 5.7±0.0 ^{ABa} |
| Pantepec | C1S | 1 | 19.8±0.8 ^{Aa} | 6.36±0.24 ^{Fb} | 0.202±0.01 ^{BCa} | 0.82±0.04 ^{BCDa} | 5.8±0.1 ^{ABa} |
| Ayotoxco 1 | C1S | 2 | 19.6±0.6 ^{Aa} | 12.34±0.53 ^{DEa} | 0.529±0.06 ^{Ab} | 0.4±0.02 ^{Ea} | 5.7±0.6 ^{ABa} |
| Ayotoxco 2 | C3S | 2 | 14.5±0.5 ^{Da} | 16.56±2.23 ^{Da} | 0.266±0.01 ^{BCb} | 0.79±0.03 ^{CDa} | 5.5±0.9 ^{Ba} |
| Ayotoxco 3 | EH | 2 | 20±1 ^{Aa} | 32.33±2.06 ^{Aa} | 0.271±0.11 ^{BCb} | 0.88±0.01 ^{ABa} | 6.1±0.4 ^{ABa} |
| Ayotoxco 4 | C1H | 2 | 17.5±0.9 ^{BCa} | 32.82±2.67 ^{Aa} | 0.224±0.08 ^{BCb} | 0.88±0.01 ^{ABa} | 6.1±0.2 ^{ABa} |
| Ayotoxco 5 | C2O ⁴ | 2 | 15.7±0.6 ^{CDa} | 23.87±2.04 ^{Ca} | 0.195±0.03 ^{BCb} | 0.85±0.01 ^{BCa} | 5.9±0.0 ^{ABa} |
| Papantla 1 | EG ⁴ | 2 | 20.6±0.7 ^{Aa} | 26.15±1.57 ^{BCa} | 0.325±0.08 ^{Bb} | 0.86±0.01 ^{Ba} | 6.5±0.3 ^{ABaa} |
| Papantla 2 | EG ⁴ | 2 | 20.9±0.9 ^{Aa} | 29.30±1.35 ^{ABa} | 0.303±0.03 ^{Bb} | 0.77±0.02 ^{Da} | 6.6±0.0 ^{Aa} |

¹Medias ± DS. n=3; ²Beneficiado. 1=Tradicional; 2=Semitecnificado; letras mayúsculas diferentes en una misma columna representa diferencias significativas (P<0.05) con respecto al parámetro evaluado. Letras minúsculas diferentes en una misma columna representa diferencias significativas (P<0.05) con respecto al tipo de beneficiado empleado y el parámetro evaluado. ³Parámetros de calidad. C1G=Categoría 1 Gourmet; C2O=Categoría 2 Ordinario; EG=Extra gourmet, C1 (Norma mexicana NMX-FF-074-SCFI-2009). S=seco (<15% humedad); H=húmedo (>30% humedad) (parámetros arbitrarios). ⁴Cumplen con la norma NMX-FF-074-SCFI-2009.

20.9 y 14.5 cm, lo cual indica una dispersión importante del tamaño de las vainas. El ANOVA mostró diferencia significativa (p<0.05) entre los tamaños de las muestras. Posteriormente, el análisis de Tukey agrupó las muestras en 4 grupos diferentes, quedando San Rafael, Pantepec y Papantla en un grupo junto con dos muestras de Ayotoxco (entre 19 y 20 cm) y las demás muestras analizadas en 3 grupos. Asimismo, al evaluar si el tipo de beneficiado empleado tenía efecto significativo sobre el tamaño de las vainas, los resultados muestran que no existe tal efecto (p<0.05). El tamaño de la vaina puede verse afectado por las diversas condiciones del ambiente en el cual está creciendo la planta como son, la cantidad de agua disponible, la cantidad de luz, nutrientes en el suelo, calidad de la tierra, temperatura, entre otras (Hernández-Hernández *et al.*, 2011b).

La humedad de los frutos resulta crítica para los procesos de beneficiado, de los cuales se desarrollaran los compuestos químicos volátiles que le dan características únicas, debido a que la actividad enzimática dentro del fruto se ve afectada de manera importante por el contenido de humedad (Sreedhar *et al.*, 2007), y a este respecto, el análisis estadístico mostró diferencias significativas (p<0.05) entre los valores de humedad observados agrupándolos en seis diferentes conjuntos, sobresaliendo estadísticamente (p<0.05) que el tipo de beneficiado tradicional registró el contenido menor de humedad, respecto al semitecnificado. En este caso, sería necesario realizar mayor número de análisis, debido a la gran dispersión de los datos presentes.

Fuerza instrumental

Se evaluó la fuerza necesaria para doblar la vaina, lo cual refleja el grado de rompimiento de la estructura celular por efecto del proceso de beneficiado, y reacciones enzimáticas terminan por romper la estructura celular de la vaina pudiendo entrar en contacto la β -glucosidasa y la glucovainillina (Pacheco Reyes, 2009). Esta prueba simula la deformación manual a la que se someten los frutos para clasificarlos bajo el esquema tradicional de la Norma

Mexicana correspondiente. En este caso, el tipo de beneficiado resultó significativo (p<0.05) para el mantenimiento de la estructura celular, lo cual indica en mayor fuerza para el corte. De las muestras evaluadas, las clasificadas como extra gourmet de Papantla, resultaron con una mayor fuerza, lo cual demuestra que el tipo de beneficiado semitecnificado favorece menor destrucción de la estructura celular de los frutos. Por el contrario, las muestras beneficiadas tradicionalmente, tuvieron menor fuerza al corte, lo cual refleja mayor facilidad de deformación de la estructura. Asimismo se observó que no existe una correlación entre el porcentaje de humedad y la dureza de los frutos. Muestra de lo anterior, fue la vainilla de Pantepec que obtuvo el valor más bajo de humedad (6.36%), pero un valor intermedio de dureza (0.232 N).

aw y pH

Ambos parámetros son importantes para el metabolismo de los frutos durante el beneficiado, ya que pequeñas disminuciones pueden acarrear el incorrecto desarrollo

del perfil sensorial del fruto. Además, la posibilidad de crecimiento microbiano, principalmente hongos, se ve favorecida al aumentar estos parámetros. En el caso de la a_w , se obtuvieron valores en un intervalo muy amplio (0.40-0.94), independientes del contenido de humedad de los frutos. El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre frutos evaluados ($p < 0.05$), obteniendo diversos grupos en el análisis de medias sin que reflejara relación con el lugar de procedencia. Igualmente, el tipo de beneficiado aplicado tampoco mostró diferencia significativa ($p < 0.05$) en la actividad de agua de las muestras. Para el pH de los frutos, el intervalo de valores obtenido fue más reducido (5.5 y 6.6).

Las muestras con el mayor valor de pH fueron aquellas con calidad Extra Gourmet de la región de Papantla (Cuadro 2), y la de menor calidad Ayotoxco (Calidad 3 Seca) con pH bajo de 5.5, de tal forma que los frutos con valores más elevados de pH registraron también los valores más elevados de humedad y calidad. De esta manera, el análisis estadístico mostró diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las muestras evaluadas con dos grupos diferenciados, sin alcanzar diferencia significativa ($p < 0.05$) con respecto al tipo de beneficiado usado en cada muestra.

Los frutos de vainillas muestreados no presentaron variaciones significativas de color entre sí (datos no mostrados); la diferencia mínima para los promedios de color

de todas las muestras se obtuvo con Pantone 4625 EC (European Coated) de acuerdo a la clasificación de la NMX-FF-074-SCFI-2009.

Análisis de Componentes Principales (PCA)

Con los datos del análisis sensorial obtenido para los descriptores *metálicos, ahumado, acre, tostado, arenoso (textura), olor dulce, clavo, pimienta negra, uva pasa, madera, tierra húmeda, cacao, tamarindo, ajonjolí y ácido, sabor y aroma general*, registraron en conjunto 74.6% de la descripción total, y los gráficos de componentes principales bidimensionales mostraron que el factor 1 aportó 58.4% del total de la variación, resultando ser el componente de mayor importancia, mientras que el segundo factor confirió 16.2% de variabilidad. El Cuadro 3 muestra los valores de los descriptores que explican a las muestras en mayor medida, mientras que la Figura 2 permite visualizar las relaciones existentes entre los 10 tipos de frutos de vainilla evaluados. La clasificación de acuerdo a los criterios de humedad y tamaño de la NMX-FF-074-SCFI-2009 y los parámetros fisicoquímicos analizados no fue de utilidad para encontrar similitudes entre los perfiles sensoriales de las muestras; ya que frutos provenientes de Ayotoxco (1, 2, 5) exhibieron perfiles sensoriales similares, al igual que las muestras de Ayotoxco (3, 4) y Papantla (1), San Rafael (1,2) y Papantla (2), mientras que las muestras de Pantepec fueron completamente distintas al resto, probablemente por poseer el menor nivel de humedad del total de las muestras. De acuerdo a los resultados del PCA de características sensoriales, la ubicación de origen de los frutos no resultó relevante para predecir el perfil de la vainilla y deben buscarse nuevos parámetros fisicoquímicos que correlacionen apropiadamente las características de aroma y sabor, así como, la concentración de vainillina u otros precursores mayoritarios. El tipo de beneficiado si parece afectar el perfil sensorial de las muestras, aunque la considerable variación en humedad entre las ellas sometidas a beneficiado tradicional (San Rafael y Pantepec) impidieron observar un efecto claro de esta variable (Figura 3).

Cuadro 3. Valores estadísticos de descriptores en el análisis de componentes principales (PCA).

| Descriptor | Primer componente | Segundo componente |
|----------------|-------------------|--------------------|
| Metálico | 0.221 | -0.267 |
| Ahumado | 0.248 | -0.079 |
| Acre | 0.278 | -0.327 |
| Tostado | 0.271 | -0.332 |
| Arenoso | 0.289 | -0.087 |
| Olor Dulce | 0.235 | 0.384 |
| Clavo | 0.262 | -0.284 |
| Pimienta negra | 0.310 | -0.143 |
| Uva pasa | 0.280 | 0.081 |
| Madera | 0.173 | 0.391 |
| Tierra húmeda | 0.228 | 0.248 |
| Cacao | 0.194 | -0.072 |
| Tamarindo | 0.212 | 0.425 |
| Ajonjolí | 0.315 | 0.144 |
| Ácido | 0.305 | 0.148 |

CONCLUSIONES

No se encontró una relación clara entre la magnitud de las variables fisicoquímicas exploradas (porcentaje de humedad, pH, actividad de agua, textura instrumental) y el perfil sensorial (aromas, sabores) de frutos de vainilla provenientes de distintas locaciones y esquemas de beneficiado.

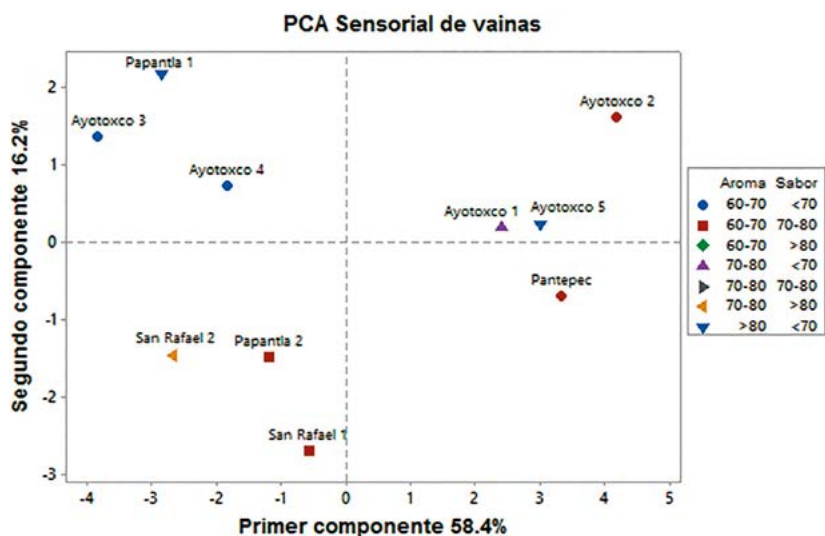


Figura 2. Análisis de componentes principales de perfiles sensoriales de frutos de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews, de diferentes localidades de Puebla y Veracruz, México, sometidas a distintos esquemas de beneficiado.



Figura 3. Frutos de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews, y de diferentes localidades de Puebla y Veracruz, México; verdes y sometidas a distintos esquemas de beneficiado.

AGRADECIMIENTOS

A los productores de vainilla de la región del Totonacapan, Puebla-Veracruz, México, y al Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT, por el financiamiento otorgado como parte del: Macroproyecto: Mejoramiento de la productividad integral del cultivo de vainilla en México, que fortalezca su competitividad (Clave 190442). Subproyecto (SP09): Implementación de estudios de inocuidad y control de procesos y su impacto sobre el perfil sensorial de la vainilla mexicana.

LITERATURA CITADA

Hariom Shyamala B.N., Prakash M., Bhat K.K. 2006. Vanilla flavor evaluation by sensory and electronic nose techniques. *J. Sensory Studies*. 21(2): 228-239.

Hernández-Hernández J. 2011a. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur – Suereste de México: Tropic Humedo 2011. (Paquete Tecnológico Vainilla (*Vanilla Planifolia* Jackson). Tlapacoyan Ver. Gobierno Federal de Veracruz. INIFAP. SAGARPA.

Hernández-Hernández J. 2011b. Mexican vanilla production. *En: D. Havkin-Frenkel, F.C. Belanger (ed). Handbook of vanilla science and technology*. Blackwell Publishing Co. West Sussex, UK.

NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.

NMX-FF-074-SCFI-2009. Productos no industrializados para uso humano-vainilla - (*Vanilla fragrans* (salisbury) ames*) -especificaciones y métodos de prueba. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas.

Pacheco Reyes I. 2009. Evaluación del efecto de sonicación – microondas en el beneficio de vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews). Tesis con el grado de maestría en ciencias. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca.

Reyes-López D., Rodríguez Morales, B., Kelso Bucio H., Huerta Lara M., Ibañez Martínez A. 2008. Beneficiado tradicional de vainilla. México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.

Financiera Nacional de Desarrollo. 2014. Panorama de la Vainilla. [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Vainilla%20\(jul%202014\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Vainilla%20(jul%202014).pdf) Verificado en 14/09/2015

Sreedhar R.V., Roshie K., Venkatachalam L., Narayan M.S., Bhagyalakshmi N. 2007. Specific pretreatments reduce curing period of vanilla (*Vanilla planifolia*) beans. *J. Agric. Food. Chem.* 55(8): 2947-2955.

Toth S., Lee K.J., Havkin-Frenkel D., Belanger F.C., Hartman T.G. 2011. Volatile compounds in vanilla. *En: D. Havkin-Frenkel, F.C. Belanger (ed). Handbook of vanilla science and technology*. Blackwell Publishing Co. West Sussex, UK.