

# INFLUENCIA DEL PROCESO DE BENEFICIADO TRADICIONAL MEXICANO EN LOS COMPUESTOS DEL AROMA DE *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews

## INFLUENCE OF THE TRADITIONAL MEXICAN CURING PROCESS ON AROMA COMPOUNDS OF *Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews

**Xochipa-Morante, R. C.<sup>1</sup>; Delgado-Alvarado, A.<sup>1\*</sup>; Herrera-Cabrera, B. E.<sup>1</sup>; Escobedo-Garrido, J. S.<sup>1</sup>; Arévalo-Galarza, L.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Programa de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. *Campus* Puebla. Colegio de Postgraduados. Boulevard Forjadores de Puebla No. 25, Santiago Momoxpan, Municipio San Pedro Cholula Estado de Puebla. 72760 Puebla, Puebla, México. <sup>2</sup> Programa de Recursos Genéticos y Productividad. *Campus* Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Carretera México-Texcoco, Km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México.

**\*Autor de correspondencia:** adah@colpos.mx

### RESUMEN

El control de calidad durante el beneficio de la vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) es un proceso complejo, ya que la realización de cada paso depende del índice de madurez del fruto, condiciones climáticas, cantidad de frutos a beneficiar, y mano de obra entre otros factores. En el presente estudio se describen las etapas y variantes que se consideran en el proceso de curado de frutos (silicuas) procedentes de una plantación de vainilla de la región del Totonacapan, México, y procesadas en diferentes beneficios, con el fin de evaluar la calidad final. Se aplicó una entrevista a los responsables de cinco beneficios de Veracruz y uno de Tamazunchale, San Luis Potosí, acerca de los pasos del proceso de beneficio. Posteriormente a cada beneficiador se le otorgaron frutos de vainilla de 32 semanas de edad, para beneficiarse junto con frutos del mismo beneficiador (frutos de referencia). Después de tres meses de proceso se evaluó el contenido de compuestos aromáticos (vainillina, *p*-hidroxibenzaldehído, ácido vanílico, ácido *p*-hidroxibenzoico) de los frutos. Los resultados mostraron que el beneficiado tradicional comprende siete etapas generales con variaciones entre beneficios principalmente en las etapas de marchitado y lavado, que afecta significativamente la calidad aromática de la vainilla beneficiada.

**Palabras Clave:** compuestos aromáticos, Totonacapan, San Luis Potosí, Papantla, Veracruz, vainillina.

### ABSTRACT

Quality control during vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) curing is a complex process, since the performance of each step depends on the maturity index of the fruit, the climatic conditions, the amount of fruits to be cured, and the workforce among other factors. In this study, the stages and variants considered in the curing process of fruits (silicles) are presented, from a vanilla plantation in the Totonacapan region, Mexico, and processed in different curing plants, with the aim of evaluating the final quality. An interview was applied to the people responsible of five curing plants from Veracruz, and one from Tamazunchale, San Luis Potosí, about the steps in the curing process. Later, each curing plant was given 32-week-old vanilla fruits, to be cured with fruits from the curing plant itself (reference fruits). After three months of processing, the content of aromatic compounds (vanillin, *p*-hydroxybenzaldehyde, vanillic acid, *p*-hydroxybenzoic acid) of the fruits was evaluated. Results show that traditional curing comprises seven general stages with variations between curing plants, primarily in the stages of wilting and washing, which significantly affect the aromatic quality of the cured vanilla.

**Keywords:** aromatic compounds, Totonacapan, San Luis Potosí, Papantla, Veracruz, vanillin.

## INTRODUCCIÓN

**La vainilla** mexicana (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) por su excelente calidad aromática con notas dulces e intensas, olor a tabaco y carácter cremoso (Tenailleu *et al.*, 2004), se utiliza en las industrias agroalimentaria, refresquera, licorera, farmacéutica, cosmética, tabacalera y artesanal (ASERCA, 2002). Entre los parámetros que determinan su calidad están el origen geográfico, especie, madurez de los frutos y proceso de beneficiado (Karthik y Balamohan, 2013). En México durante siglos se ha llevado a cabo el proceso de curado o beneficio que permite el desarrollo de sabor y aroma característico de la vainilla. En este proceso se libera la glucovainillina acumulada en diferentes partes del fruto verde, que se hidroliza por acción catalítica de las enzimas  $\beta$ -glucosidasa y celulosa, para la formación de los compuestos responsables del aroma (Sharma *et al.*, 2006; Waliszewski, 2007). En las principales zonas de producción como el Totonacapan y la Huasteca Potosina, en México, los beneficiadores aplican diferentes procesos que definen de acuerdo a las condiciones climáticas, disponibilidad del producto, destino o uso de la vainilla, o si utilizan el sistema tradicional (bajo sol) o tecnificado (horno de convección) (Jaramillo *et al.*, 2013). Aun cuando ambos sistemas son diferentes tienen en común cuatro etapas principales: marchitado, sudado, secado y acondicionado (Ramachandra-Rao y Ravishankar, 2000). Sin embargo, dentro de cada uno de estos pasos existen variantes dependiendo de cambios en el clima donde se ubica el beneficiado, madurez de los frutos, volumen de los mismos a beneficiar, así como, disponibilidad y experiencia en la mano de obra (Curti, 1995; Odoux, 2011). Como resultado de la interacción de esos factores que cada beneficiador enfrenta y aplica al proceso, se presenta gran variabilidad en la calidad de los frutos beneficiados, que impacta significativamente en su perfil de aroma, y que puede o no satisfacer los estándares nacionales e internacionales. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue conocer a detalle las etapas y pasos que se consideran en seis procesos de beneficiado que se realizan tradicionalmente en la región del Totonacapan Puebla-Veracruz y en la Huasteca Potosina, México, con el fin de evaluar el efecto del proceso de beneficiado en la calidad de vainilla expresado por el contenido de los componentes más abundantes del aroma (vainillina, ácido vaníllico, *p*-hidroxibenzaldehído y ácido *p*-hidroxibenzoico), que contribuya a entender los puntos críticos de control en el proceso de curado de la vainilla mexicana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó el clon de vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) denominado quimiotipo seis (Q6), el cual fue caracterizado previamente por sus componentes del aroma (Salazar-Rojas *et al.*, 2011), y que se destaca por sus notas intensas a vainillina, con una participación de medio a alto de los compuestos menores (ácido vaníllico, *p*-hidroxibenzaldehído y ácido *p*-hidroxibenzoico). Durante el 2013, en una plantación comercial ubicada en el ejido 1° de Mayo en Papantla Veracruz, México se polinizaron y etiquetaron 120 flores del Q6. Después de 32 semanas, los frutos se cosecharon y agruparon en seis lotes de 20 frutos cada uno; se entregaron a cinco beneficiadores de la Región del Totonacapan y uno en la Huasteca Potosina (Cuadro 1) para realizar el proceso de beneficio. Además, cada beneficiador proporcionó 20 frutos propios que beneficio durante el mismo periodo como frutos de referencia (R1-R6). Una vez concluido el beneficiado (100-120 días), los frutos del Q6 y de referencia se recolectaron de cada beneficiador y depositaron en bolsas ziploc, para su análisis en laboratorio. Durante el proceso de beneficiado del 2014, se entrevistó a un beneficiador clave de la región de Papantla, para estructurar y estandarizar un cuestionario. Una vez aprobado y ajustado se aplicó a cada beneficiador (B1-B6) (Cuadro 1). Las entrevistas se grabaron para obtener la descripción detallada de los procesos de beneficiado. Finalmente, en una segunda visita a cada beneficiador se validó el contenido de la información transcrita de las entrevistas para asegurar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

### Cuantificación de los componentes del aroma

Después del beneficio de las frutos, se cuantificó el contenido de compuestos aromáticos (vainillina, ácido vaníllico, *p*-hidroxibenzaldehído y ácido *p*-hidroxibenzoico) por cromatografía líquida de alta presión (HPLC)

**Cuadro 1.** Información de los beneficios entrevistados.

Beneficiador	Localidad/Nombre de las Organizaciones	Municipio
B1	Consejo Estatal de Productores Vainilleros Veracruzanos	Papantla, Veracruz
B2	Ejido Primero de Mayo	Papantla, Veracruz
B3	Rancho Santa Beatriz	Papantla, Veracruz
B4	Sociedad de Productores Rural (SPR) Rancho 20 Soles	Papantla, Veracruz
B5	Puntilla Aldama	San Rafael, Veracruz
B6	Sociedad de Productores Rural (SPR) Tilixochitl	Tamazunchale, San Luis Potosí

(Betazzi *et al.*, 2006; Sharma *et al.*, 2006). Mediante el análisis de varianza y prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) se compararon los frutos de los diferentes beneficios (B1-B6) y los de referencia (R1-R6), con cada variable evaluada en los principales compuestos del aroma, para determinar diferencias significativas entre los distintos procesos de beneficiado (SAS, 2002).

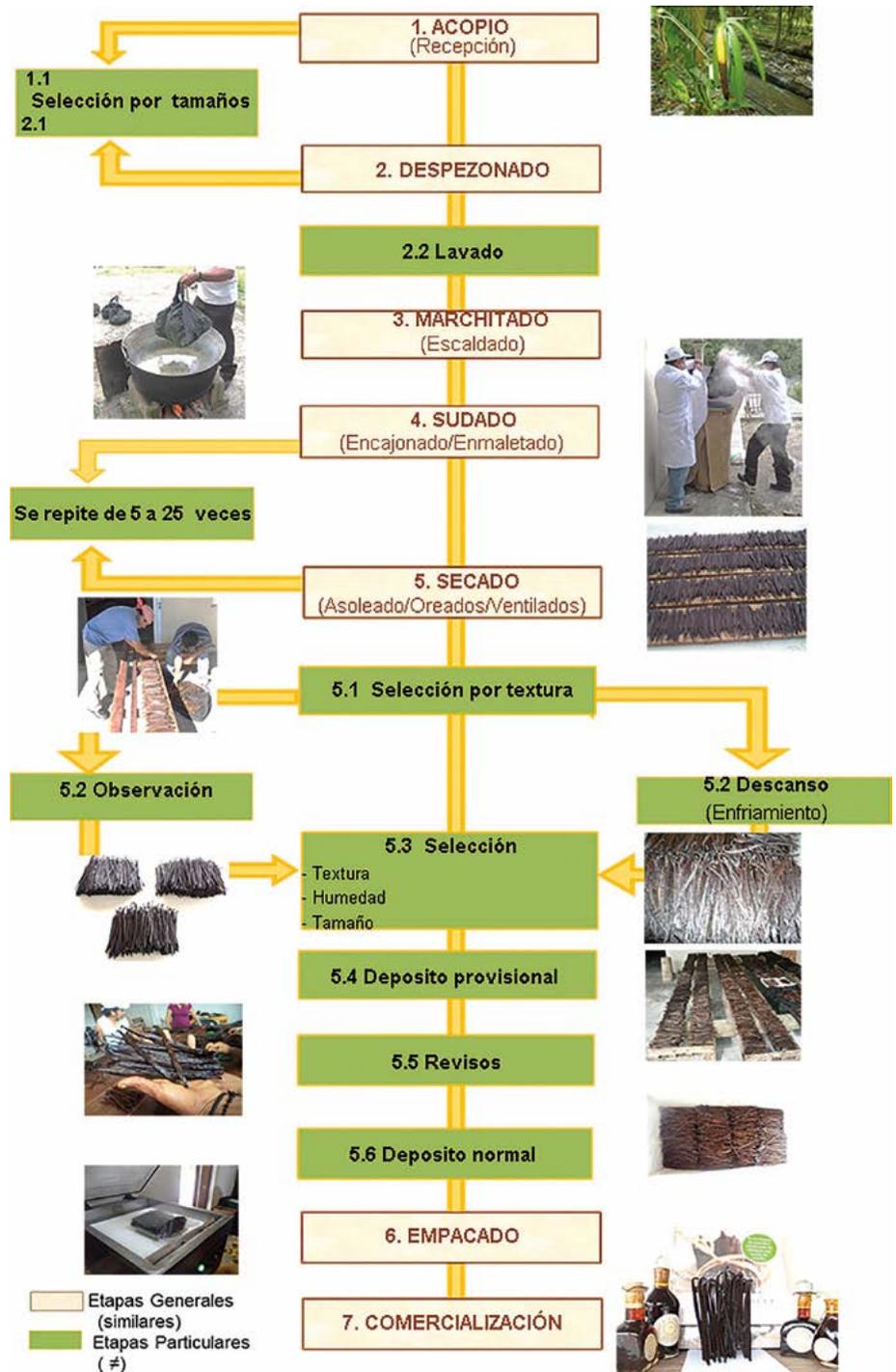
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El beneficiado de la vainilla conserva y agrega valor a los frutos para su comercialización, por lo que es de gran importancia que se realice de manera adecuada, para que puedan desarrollar el aroma y sabor característicos. La Figura 1 presenta en forma resumida, el esquema del proceso de beneficiado de la vainilla, y se indica el orden de las etapas generales seguidas de diferentes actividades particulares, con base en seis procesos de beneficiado practicados en las regiones de estudio. Cabe mencionar que la mayoría de los beneficiadores también son productores, de manera que el proceso de beneficio se realiza en el hábitat donde se cultiva la vainilla.

### Descripción del proceso

**Acopio:** Consiste en cuantificar el volumen, y conocer el estado de madurez y calidad de la vainilla que se recibe del productor. El Cuadro 2 muestra la cantidad de frutos de referencia procesadas durante el trabajo y la selección que realizan los beneficiadores B1 y B4 por el tamaño y apariencia de los frutos, mientras que B2, B3 y B5 lo realizan al momento de despezonar con el fin de acomodar uniformemente los frutos sin dañarlos cuando se depositan en el cajón (Cuadro 2).

**Despezonado:** Esta es una etapa crítica, realizada por personal con



**Figura 1.** Esquema general del proceso tradicional mexicano de beneficio de la vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews); Región Totonacapan Puebla-Veracruz y Huasteca Potosina.

experiencia, que consiste en separar manualmente el pedúnculo floral oprimiendo la base del raquis, ejerciendo presión y girando el pedúnculo con la yema de los dedos, evitando romper la punta del fruto, pues es vía de escape de los aceites y semillas del fruto, lo que demerita la calidad de la vainilla. El objetivo de un buen despezonado es mantener la integridad del fruto.

**Lavado del fruto:** A diferencia de los demás beneficiadores, B4 antes del despezonado sumerge dos veces los frutos en una solución de agua con cloro al 0.6% de concentración (10 mL de cloro comercial al 6% por cada 100 mL de

**Cuadro 2.** Actividades durante el acopio de frutos de *Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews.

Beneficio	Cantidad y estado de madurez			Selección del fruto por tamaño y/o calidad			
	Volumen		Edad meses	V. grandes (cm)	V. chicas (cm)	V. pinta rajadas	V. zacatillo (cm)
	(kg)	(t)					
B1		20	8-10	18-20	12-16		
B2	50	36	8-9	18-22	15-17	Mayor grado de madurez	<14
B3		30-35	9	>12	<12	Abiertas de la punta	
B4	10	1	8-9	>18	<14	Rajadas	
B5	10	1	8-9	>15	<15		
B6	200		8-9	No realiza preselección			

Frutos de referencia (R) a beneficiar.

agua), esta operación puede repetirse varias veces hasta que el agua de lavado quede clara, en el B6, el fruto se lava con agua después del despezonado.

**Marchitado:** Consiste en detener la actividad fisiológica del fruto verde, además de evitar que el ápice del mismo se abra. El método tradicional y más común es utilizando agua caliente bajo diferentes condiciones (Cuadro 3) y después de su inmersión, los frutos deben tener un color entre verde y café, el cual es el indicador de que se hizo un buen marchitado del fruto.

**Sudado:** Después del marchitado, los frutos se colocan en cajones de madera de cedro o de pino, con una dimensión aproximada 2.5×1.2×0.8 m de largo, ancho y alto respectivamente, y se tapan con tres cobijas (algodón, lana o poliéster), petates (hoja seca de palma trenzada) y una lona. Los frutos se dejan reposar toda la noche para incrementar la temperatura y que transpiren, a esta actividad se le conoce como primer sudor. Al finalizar esta etapa los frutos deben ser de color café "chocolate" y aroma suave. La humedad de los frutos es

de entre 60-70%. Si los frutos no cambian el color, se colocan en bolsas de nylon negro y se exponen al sol hasta que se oscurezcan y el color se homogenice. Los siguientes sudores se realizan paralelamente con el secado o soleado.

**Secado/soleado:** Posterior al sudado, cada mañana los frutos se sacan del cajón y se colocan sobre lonas o tarimas al aire libre para exponerlas a los rayos del sol e incrementar su temperatura entre 45-60 °C por periodos de 30 minutos a 2 h (Cuadro 4). Al medio día se recogen los frutos y por la tarde se depositan nuevamente en el "cajón sudador" acomodándolas en forma alternada (cuatrapeada) para que no se dañen y garantice que la temperatura se mantenga (hasta ese momento cuenta como segundo sudado). Este ciclo (exposición al sol y guardado en cajones), debe realizarse dos o tres veces a la semana, hasta completar de 5 a 25 sudores o soles (para ser un sol, tuvo que haberse dado un sudor). El número de soles lo determina el beneficiador y depende de la humedad y grosor de los frutos, con el objetivo

de tener frutos homogéneos. Una vez cumplido lo anterior, los frutos han quedado homogéneos, han perdido dos terceras partes de su peso, desarrollado un color café chocolate oscuro, están brillosas, y con una textura rugosa (similar a una uva pasa) (Cuadro 4).

**Selección por textura:** Inmediatamente después del secado, B2 selecciona los frutos crudos, blandos y entresecos, si están crudos se regresan al cajón sudador, pero si están blandos (mayor flexibilidad, color achocolatado y con 30% de humedad) requieren exponerse al sol por media hora,

**Cuadro 3.** Parámetros del marchitado de frutos de *Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews.

Beneficio	Temperatura		Tiempo
	(°C)	Forma de medición	
B1	Punto de ebullición	Al tanteo	5-6 s
			8-9 s
			13-14 s
B2	70	Al tanteo (tacto)	V. mojada: 5-10 min
	70		V. entreseca: 5-6 s
	90		3 s
	Punto de ebullición		1 s
B3	75-80	Termómetro	2 s
B4	90	Termómetro	1-10 s
B5	Punto de ebullición	Al tanteo	5 min
B6	Punto de ebullición	Al tanteo	10 s

**Cuadro 4.** Parámetros del secado de los frutos de *Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews.

Beneficio	Número de soles	Temperatura (°C)
B1	25	45
B2	8-20	45
B3	Frutos maduros: 18-20	50-55
	Frutos tiernos: <15	
B4	20	50-60
B5	20-25	Al sol
B6	Frutos gruesos: 15-20	50
	Frutos delgados: 5-10	

mientras que los frutos entresecos, ásperos y rígidos con 25% de humedad seorean por 3 ó 4 minutos.

**Observación:** Después del secado en el B1, se seleccionan las vainillas que cumplen los requisitos y se colocan en un cajón para observarlas durante 5 a 10 días. El objetivo de este paso es verificar que los frutos no desarrollen hongos, mohos o liberen agua (sudán). Finalizado este tiempo, los frutos aumentan la liberación del aroma característico de la vainilla.

**Descanso/Enfriamiento:** Consiste en extender los frutos a la sombra por tres y hasta ocho días, y en ciertos casos hasta un mes, con el objetivo de verificar que no se encuentren frutos gruesos o con hongos. Los beneficios B2, B5 y B6 depositan los frutos en tarimas forradas con tela para reducir su temperatura después del asoleado.

**Selección por textura, humedad o tamaño:** Dependiendo del criterio del beneficiador, en esta etapa los frutos se separan por humedad, tamaño o calidad, además se determina si continúan deshidratándose o están listas para empacarse (Cuadro 5).

**Depósito provisional:** El beneficio B2 es el único que realiza el depósito provisional para separar el fruto con una textura rígida y seca, hacer paquetes de 15-20 kilos de frutos y

libres de plagas y hongos; B4 considera que para vender los frutos se tienen que dejar como mínimo un mes en el depósito y revisar cada 15 días. B6 deposita en cajas los frutos que tienen entre 25% y 30% de humedad, cada 15 días o cada mes durante ocho meses muestrea los frutos para que no se “enmielen” (pegajosos) o salgan hongos, hasta que generen el aroma característico de la vainilla.

**Empacado:** Consiste en acomodar y sellar uniformemente las frutos beneficiados una vez que aparentemente cumplen con las características físicas que marca la Norma Oficial Mexicana (NOM-182-SCFI-2011). Los beneficiadores en esta etapa clasifican los frutos beneficiados conforme a los criterios de aspecto y longitud. Una vez clasificados B2 las envuelve en papel encerado y empaca en bolsas de plástico, B5 en tres bolsas de nylon grueso, y el resto al vacío hasta su comercialización (Cuadro 6).

**Comercialización:** De acuerdo con la calidad organoléptica de la vainilla beneficiada será el mercado destino. Con la información proporcionada

los deposita en cajones forrados con papel encerado. Esos frutos se dejan en el depósito provisional por 10 días.

**Revisión:** A los 10 días, el beneficio B2 saca los frutos del depósito provisional para hacer una revisión minuciosa, de no encontrar ningún agente de contaminación se regresan al depósito, y a los 15 y 20 días vuelve hacer otra revisión. Si en esas tres revisiones los frutos no se contaminaron o se dañaron, están listas para empaque y venta.

**Depósito normal:** Tres de los beneficiadores llevan a cabo este almacenamiento, por ejemplo B2 destina al depósito normal los frutos de calidad garantizada,

**Cuadro 5.** Selección de frutos de *Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews por tamaño, calidad y humedad.

Beneficio	Humedad	Tamaño	Calidad
	(%)	(cm)	
B1	Deshidratada como uva pasa	12-22	Fruto recio
			Fruto negro
			Fruto brillante
			Fruto opaco
			Fruto con aceite
B2	30		Fruto blando (flexible, color achocolatado)
	25		Fruto entreseco (ásperos y rígidos)
B3	Deshidratada como uva pasa		
B4	>25		
	<25		
B5		>15	
		<15	
B6	>30		
	<30		

**Cuadro 6.** Empacado de frutos beneficiados de referencia (*Vanilla planifolia* Jacks ex Andrews).

Beneficio	Clasificación										Empacado Forma
	Aspecto					Longitud					
	Característica					Calidad					
	Aroma	Color	Brillo	Flexibilidad	Humedad (%)	1 (cm)	2 (cm)	3 (cm)	4 (cm)	5 (cm)	
B1	Suave	Negra	Brillosa	Flexible a lo largo de todo el fruto	22	18-20	13-17	>12			Al vacío
B2	Dulce con notas a chocolate	Achocolatado			20-25	18-22	15-17				Papel encerado Bolsas de plástico
B3	Notas suaves	Café achocolatado			25-32	20-25	18-19.9	16-17.9	14-15.9	12-13.9	Al vacío
B4	Dulce con toque a anís, canela o achocolatado	Café oscuro achocolatado			27-30	>18	14-17	<14			Al vacío
B5	Suave	Café oscuro			20-25	>15	<15				Bolsas de nylon
B6	Dulce	Achocolatado			25-30	>18	16-17	<15			Al vacío

por los beneficiadores, se identificó que además de vender al mercado nacional, B1, B3 y B5 exportan. Los beneficios B2, B4 y B6 dependiendo del tamaño y calidad de las frutas, los destinan para la elaboración de artesanías, extractos, o venta al menudeo (Figura 2).

### Contenido de compuestos aromáticos

Los resultados de la cuantificación de los cuatro compuestos aromáticos, mostró diferencias significativas entre beneficiadores (B) con su referencia (R) (Cuadro 7). La concentración de ácido *p*-hidroxibenzoico estuvo



**Figura 2.** Formas de comercialización de la vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) procesada por cada tipo de beneficiador.

**Cuadro 7.** Compuestos principales del aroma de seis beneficios de *Vanilla planifolia* Jack ex Andrews.

Beneficio	ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico (mg kg <sup>-1</sup> )	ácido vaníllico (mg kg <sup>-1</sup> )	<i>p</i> -hidroxibenzaldehído (mg kg <sup>-1</sup> )	vainillina (mg kg <sup>-1</sup> )
B1	180.21 <sup>cd</sup>	1027.42 <sup>a</sup>	722.74 <sup>ef</sup>	15809 <sup>dc</sup>
B2	607.76 <sup>a</sup>	741.04 <sup>bc</sup>	1092.24 <sup>bc</sup>	17000 <sup>bcd</sup>
B3	433.72 <sup>b</sup>	904.47 <sup>ab</sup>	1018.59 <sup>bcd</sup>	16238 <sup>cd</sup>
B4	87.75 <sup>d</sup>	418.72 <sup>e</sup>	835.94 <sup>de</sup>	18665 <sup>abcd</sup>
B5	337.88 <sup>b</sup>	718.26 <sup>bc</sup>	1176.88 <sup>b</sup>	17604 <sup>abcd</sup>
B6	695.78 <sup>a</sup>	731.94 <sup>bc</sup>	1501.26 <sup>a</sup>	20071 <sup>abc</sup>
R1	217.85 <sup>c</sup>	888.61 <sup>ab</sup>	739.91 <sup>ef</sup>	15295 <sup>d</sup>
R2	343.60 <sup>b</sup>	877.22 <sup>ab</sup>	879.54 <sup>cde</sup>	17935 <sup>abcd</sup>
R3	342.50 <sup>b</sup>	905.27 <sup>ab</sup>	879.69 <sup>cde</sup>	17592 <sup>abcd</sup>
R4	119.33 <sup>d</sup>	653.49 <sup>cd</sup>	582.52 <sup>fg</sup>	18938 <sup>abcd</sup>
R5	234.86 <sup>c</sup>	618.37 <sup>cde</sup>	1178.67 <sup>b</sup>	21944 <sup>a</sup>
R6	168.26 <sup>cd</sup>	493.26 <sup>de</sup>	489.42 <sup>g</sup>	20986 <sup>ab</sup>
<b>NOM-182-SCFI-2011</b>	<b>58-100</b>	<b>219-498</b>	<b>411-861</b>	<b>20000 (mínimo)</b>
<b>Havkin-Frenkel y Belanger (2011)</b>	<b>10-255</b>	<b>887-994</b>	<b>635-1549</b>	<b>9296-22757</b>

Medias con la misma letra en cada variable y por cada tratamiento no son estadísticamente diferentes (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

en el rango de 87.75 y 695.78 mg kg<sup>-1</sup>, los frutos del B4 y R4 fueron las de menor concentración, sin embargo, cumplen con la NOM-182-SCFI-2011, mientras que las de mayor concentración fueron del B2 y B6, incluso superando lo reportado por Havkin-Frenkel y Belanger (2011) con valores mayores hasta 255 mg kg<sup>-1</sup>. El rango de variación de ácido vaníllico fue de entre 418.72 y 1027.42 mg kg<sup>-1</sup>, mayor a lo reportado por Ranadive (1992), quien registró variación en el mismo compuesto en muestras cultivadas en diferentes regiones geográficas. Lo anterior sugiere que el contenido de ácido vaníllico puede estar influenciado por condiciones climáticas de los diferentes sitios donde se localizan los beneficiadores. Los frutos B4 y R6 tuvieron los valores más bajos pero cumplen con la NOM-182-SCFI-2011, mientras que las demás frutos sobrepasaron los valores indicados en la norma, siendo el B3 y los frutos de referencia R1, R2 y R3 las de mayor contenido.

En relación a *p*-hidroxibenzaldehído el intervalo fue muy amplio (489.42-1501.26 mg kg<sup>-1</sup>). Los frutos de R4 y R6 presentaron menor concentración, aunque dentro de la NOM-182-SCFI-2011, mientras que B6 registró la mayor concentración con valores superiores a lo indicado en la norma. Los frutos del B4, R4 y B6, sometidos a un tratamiento de lavado, a pesar de que cumplen con la NOM-182-SCFI-2011, las concentraciones de ácido *p*-hidroxibenzoico, ácido vaníllico y *p*-hidroxibenzaldehído son menores, posiblemente provocado por el lavado de los frutos verdes (utilizando agua con y sin cloro) ya que el proceso de beneficio de la vainilla involucra actividad microbiana (bacterias y levaduras). Lo cual se observa principalmente en los frutos beneficiados del proceso B4 (donde se obtuvo la menor concentración de los compuestos menores), en el que realizan el lavado después del despezonado del fruto. De manera que cuando se realiza esta actividad, el fruto al tener la abertura de donde

fue separado del raquis o rajaduras ocasionadas quizás por mal manejo en el despezonado, genera las condiciones que permiten la filtración del agua clorada al tejido celular, lo que es probable que al presentarse este fenómeno pudieran cambiar o desestabilizar las funciones de las poblaciones microbianas, que son necesarias para el pleno desarrollo de los compuestos aromáticos.

El contenido de vainillina de 15295 a 21944 mg kg<sup>-1</sup>, de los frutos de B6, R6 y R5 cumplen con la NOM-182-SCFI-2011, beneficios en donde se realiza el matado a temperatura de ebullición y tiempos más prolongados, condiciones similares a las utilizadas por Pardo *et al.* (2009) quienes describen que los frutos curados por medio de inmersiones en agua a punto de ebullición (80 °C) y durante un tiempo prolongado (10 s) forman mayor contenido de vainillina. Estos resultados demuestran que existen frutos de alta calidad, mientras que otros frutos registran valores inferiores a

la norma, ya que no alcanzan el contenido mínimo de vainillina (2%). Gassenmeier *et al.* (2008) compararon frutos de *V. planifolia* Jacks. ex Andrews beneficiadas en diferentes países y registraron que frutos mexicanos tienen alrededor de 1.9% de vainillina. Por lo tanto es importante destacar que los frutos B2, B3 y B5 con su referencia R2, R3 y R5 a pesar de tener un porcentaje menor al 2% de vainillina, tienen alto contenido de *p*-hidroxibenzaldehído, e intermedio de ácido vanílico y ácido *p*-hidroxibenzoico, que en conjunto crean un balance adecuado para una calidad aceptable de vainilla (Rivera-Espinoza y Muriel, 2013). No obstante es importante destacar que el contenido de vainillina puede incrementarse con el tiempo de almacenamiento.

## CONCLUSIONES

Independientemente de que los frutos de vainilla sean del mismo clon, mismo estado de madurez y sitio de producción, las diferentes actividades a las que se someten durante el proceso de beneficiado afectan el contenido de los componentes más abundantes del aroma (vainillina, ácido vanílico, *p*-hidroxibenzaldehído y ácido *p*-hidroxibenzoico) en cada región de estudio. Los resultados mostraron diferencias significativas dentro de cada paso del proceso del beneficio de la vainilla, dentro de los cuales el lavado y condiciones de marchitado tuvieron impacto significativo en la calidad aromática de la vainilla beneficiada.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada por el Fondo Sectorial de Investigación en materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos (SNITT-CONACYT-SAGARPA: 2012-04-190442 "Estrategia de investigación aplicada para el fortalecimiento, innovación y competitividad de la vainilla en México").

## LITERATURA CITADA

- ASERCA. 2002. De nuestra cosecha. La vainilla en México, una tradición con un alto potencial. Claridades agropecuarias. 101: 3-26.
- Betazzi F., Palchetti I., Sisalli S., Mascini M. 2006. A disposable electrochemical sensor for vanillin detection. *Analytica Chimica Acta*. 555: 134-138
- Curtí D.E. 1995. Cultivo y beneficiado de la vainilla en México. Folleto técnico para productores. Organización Nacional de Vainilleros Indígenas. Papantla, Veracruz. 96 p.
- Gassenmeier K., Riesen B., Magyar B. 2008. Commercial quality and analytical parameters of cured vanilla beans (*Vanilla planifolia*) from different origins from the 2006–2007 crop. *Flavour and Fragrance Journal*. 23: 194-201.
- Havkin-Frenkel D., Belanger F.C. 2011. *Handbook of Vanilla Science and Technology*, First Edition. Wiley – Blackwell Publishing USA. 22-141.
- Jaramillo V.J.L., Escobedo G.J.S., Barrera R.A., Herrera C.B.E. 2013. Eficiencia económica en el beneficiado de vainilla (*Vanilla planifolia* J.) en la región del Totonacapán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 4 (3): 477-483.
- Karthik K.R.B., Balamohan T.N. 2013. Factors affecting the quality of vanilla. *Journal of Agriculture and Allied Sciences* 2: 37-41.
- NOM-182-SCFI-2011. Vainilla de Papantla, extractos y derivados Especificaciones, información comercial y métodos de ensayo (prueba). *Diario Oficial de la Federación*.
- Odoux E. 2011. *Vanilla Curing*. En: Odoux E, Grisoni M (eds). *Vanilla. (Medicinal and aromatic plants-industrial profiles)*. CRC Press. Boca Raton Florida. 173-185.
- Pardio V.T., Mariezcurrena M.D., Waliszewski K.N., Sánchez V., Janczur M.K. 2009. Effects of killing conditions of vanilla (*Vanilla planifolia*, Andrews) pods during the curing process on aroma composition of pod ethanol extract. *International Journal of Food Science and Technology*. 44: 2417-2423.
- Ramachandra-Rao S., Ravishankar G.A. 2000. Vanilla flavour: Production by conventional and biotechnological routes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80: 189-304.
- Ranadive A.S. 1992. Vanillin and related flavour compounds in Vanilla extracts made from beans of various origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40: 1922-1924.
- Rivera-Espinoza Y., Muriel P. 2013. Vanilla. *Global Advanced Research Journal of Microbiology*. 2(11): 203-210.
- Salazar-Rojas V.M., Herrera-Cabrera B.E., Delgado-Alvarado A., Soto-Hernández M., Castillo-González F., Cobos-Peralta M. 2011. Chemotypical variation in *Vanilla planifolia* Jack. (Orchidaceae) from the Puebla-Veracruz Totonacapan region. *Genetic Research and Crop Evolution*. 59(5): 875-887.
- SAS. 2002. *SAS/STAT Users guide*, version 9. SAS Institute Inc, North Carolina.
- Sharma A., Verma S.C., Saxena N., Chadda N., Singh N.P., Sinha A.K. 2006. Microwave and ultrasound assisted extraction of vanillin and its quantification by high performance liquid chromatography in *Vanilla planifolia*. *Journal of Separation Science*. 29: 613-619.
- Tenailleu E.J., Lancelin P., Robins R.J., Akoka S. 2004. Authentication of the origin of vanilling using Quantitative Natural Abundance C NMR. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 7782-7787.
- Waliszewski K.N., Ovando S.L., Pardio V.T. 2007. Effect of hydration and enzymatic pretreatment of vanilla beans on the kinetics of vanillin extraction. *Journal of Food Engineering*. 78: 1267-1273.

