



## ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES ENOLÓGICAS DE LA NARANJILLA CON FINES GASTRONÓMICOS EN PACTO-PICHINCHA

### STUDY OF THE OENOLOGICAL PROPERTIES OF NARANJILLA FOR GASTRONOMY USES, PACTO-PICHINCHA PROVINCE

Jhony Méndez\*, Edison Molina, Rodrigo Valdiviezo, Catalina  
Armendariz y Arnulfo Portilla

Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria.  
170521 Quito, Ecuador.

\*Autor para correspondencia: [jmendez@uce.edu.ec](mailto:jmendez@uce.edu.ec)

Manuscrito recibido el 02 de junio de 2020. Aceptado, tras revisión, el 05 de agosto de 2021. Publicado el 1 de marzo de 2022.

#### Resumen

El presente estudio buscó brindar una alternativa económica a los pobladores de la parroquia Pacto, como iniciativa a la producción, optimización en postcosecha e industrialización del área frutícola local, considerando además las potencialidades turísticas de la zona, donde el enoturismo representa una oportunidad. El objetivo planteado fue encontrar la viabilidad técnica para la elaboración de vino a partir de la naranjilla. El enfoque de investigación aplicado fue de carácter mixto, y se hizo una exhaustiva revisión bibliográfica sobre las técnicas de elaboración del vino. El ensayo evaluó la cantidad de azúcares en el mosto (18, 21 y 24 °Brix), adición de agua (4:1) (Ma) y mosto íntegro (Mo). Se determinó el rendimiento, el tiempo de fermentación, y las propiedades organolépticas del producto final (color, olor y sabor) mediante una escala hedónica de 5 puntos y características fisicoquímicas de vinos con mejor aceptación. Como inóculo se utilizó *Saccharomyces cerevisiae* comercial. El rendimiento promedio para Ma fue 70,6% p/p y Mo 45,0% p/p, y se observó fermentación hasta 288 horas. La adición de agua afectó negativamente al sabor; sin embargo, la valoración organoléptica general tuvo una ponderación entre 3 y 4 de 5 puntos. Los vinos con mejor aceptación fueron Mo24 y Ma21, apegados a requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana para vino de frutas, caracterizándose como semidulce. Es necesario trabajar en la mejora y la transferencia del proceso técnico establecido, especialmente para obtener mayores rendimientos, disminución de la acidez e incorporar nuevos estudios con frutas tropicales en beneficio del agro, gastronomía, turismo y desarrollo local.

**Palabras clave:** *Solanum quitoense* Lam, lulo, turismo, vino de fruta.

### Abstract

The present study sought to provide an economic alternative to the inhabitants of the Pacto parish, as an initiative for production, postharvest optimization and industrialization of the local fruit growing area, also considering the tourist potential of the area, where wine tourism represents an opportunity for the area. The aim was to find the technical viability for the elaboration of wine from naranjilla. The applied research approach was mixed, and an exhaustive literature review was made on the winemaking techniques. The test evaluated number of sugars in the must (18, 21 and 24 ° Brix), addition of water (4:1) (Ma) and whole must (Mo). Yield, fermentation time, organoleptic properties of the final product (color, smell and flavor) were determined using a 5-point hedonic scale and physicochemical characteristics of wines with better acceptance. Commercial *Saccharomyces cerevisiae* was used as inoculum. The average yield for Ma was 70.6% w/w and Mo 45.0% w/w, fermentation was observed up to 288 hours. The addition of water adversely affected the taste; however, the general organoleptic evaluation had a weighting between 3 and 4 out of 5 points. Wines with the best acceptance were Mo24 and Ma21, adhering to the requirements of the Ecuadorian Technical Standard for fruit wine, characterized as semi-sweet. It is necessary to work on the improvement and transfer of the established technical process, especially to obtain higher yields, decrease acidity and incorporate new studies with tropical fruits for the benefit of agriculture, gastronomy, tourism and local development.

**Keywords:** *Solanum quitoense* Lam, lulo, tourism, fruit wine.

---

Forma sugerida de citar: Méndez, J., Molina, E., Valdiviezo, R., Armendariz, C. y Portilla, A. (2022). Estudio de las propiedades enológicas de la naranjilla con fines gastronómicos en Pacto-Pichincha. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 35(1):124-136. <http://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.10>.

---

IDs Orcid:

Jhony Méndez: <http://orcid.org/0000-0003-3362-6889>  
Edison Molina: <http://orcid.org/0000-0001-7702-5079>  
Rodrigo Valdiviezo: <http://orcid.org/0000-0002-2665-9570>  
Catalina Armendariz: <http://orcid.org/0000-0001-8235-7537>  
Arnulfo Portilla: <http://orcid.org/0000-0001-8665-1848>

## 1 Introducción

La zona subtropical húmeda de Ecuador permite la biodiversidad de cultivos, especialmente de frutales nativos y aquellos que se han adaptado con mucha facilidad a la micro región del Chocó Andino de diversos lugares del mundo (Endara, 2017), como es el caso de la zona nororiental de la parroquia Pacto, que se destaca por ser un área de mayor biodiversidad frutícola y potencial agro productivo (GAD parroquial de Pacto, 2012). La diversa producción, altos rendimientos anuales y la falta de procesos de industrialización de frutas en esta zona, genera inestabilidad en la comercialización de estos productos, provocando pérdidas económicas para los agricultores y su fácil desvinculación de esta actividad, además de la migración hacia la ciudad.

Aprovechar las características nutricionales de las frutas naturales o procesadas, no solo mejora la calidad de la dieta, también son indispensables para mantener la salud (Swami y Divate, 2014) por ser fuente de vitaminas, minerales, carbohidratos y compuestos biológicos activos.

Diversos estudios demuestran que la fermentación de frutas y vegetales puede ser una técnica viable en la conversión a nuevos productos procesados, con características físico-químicas y organolépticas modificadas, pero de gran aceptación para el consumidor (Swami y Divate, 2014). El producto obtenido se denomina vino de fruta (Fracassetti y col., 2019), especificando la fruta de la que proviene el jugo utilizado para su producción (Matei, 2017).

Con excepción de la uva, las frutas que se han investigado para la elaboración de vino se señalan: manzanas, albaricoques, bayas, cerezas, ciruelas, fresas, naranjas, mangos, plátanos, piñas, peras, papayas, jugo de jaca, melones (Veeranjaneya y Reddy, 2009; Swami y Divate, 2014; Ogado y col., 2015; Fracassetti y col., 2019), optimización de proceso para vino de morera (Wang y col., 2013) a partir de pulpa de cacao (Dias y col., 2007), guanábana (Ho y col., 2020), coco con miel de abeja (Balogu y Towobola, 2017) etc., además, en fermentaciones con mezclas entre frutas y con mosto de uva. Teniendo como resultado una variedad de bebidas alcohólicas que pueden clasificarse como vino natural (9 - 14 % de alcohol), vinos de postre y aperitivo

(15 - 21 % de alcohol) entre otras. Las variedades de vinos van a depender de la región y el clima por las frutas que se producen, los tipos de fermentación y aditivos incluidos para mejorar el sabor (Matei, 2017). Mejores características organolépticas y rendimientos de vinos, pueden llegar a establecerse estudiando diferentes cepas de microorganismos fermentadores (Veeranjaneya y Reddy, 2009; Ogado y col., 2015; Baidya, Chakraborty y Saha, 2016; Fracassetti y col., 2019).

Entre la producción frutícola de Pacto destaca el cultivo de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) híbrido Puyo, variedad que ha sido la más cultivada a nivel nacional (60% del total) (Revelo y Sandoval, 2003) pero sus precios son bajos en el mercado y su utilización depende de la preferencia del consumidor, siendo el mayor consumo para las variedades denominadas "Común" (Guayasamín, 2015). De manera general, la fruta es apetecida por su sabor cítrico (Gancel y col., 2008; Loizzo y col., 2019), lo que permite diferentes usos gastronómicos, e interés nutricional por sus compuestos bioactivos como polifenoles, con capacidad antioxidante superior a Kiwi, melón o sandía, entre otras (Acosta, Pérez y Vaillant, 2009), especialmente en estado de madurez sobremaduro (Cerón, Higuera y Cardona, 2010). Actualmente, las investigaciones para la producción de vino a partir de la naranjilla son limitadas, encontrándose únicamente un estudio en línea realizado por (Granados y col., 2013) para un aperitivo vínico.

Por lo expuesto, este trabajo busca encontrar la viabilidad técnica para la elaboración de vino a partir de la naranjilla cultivada en la Parroquia Pacto, como iniciativa a la producción, optimización en postcosecha e industrialización del área frutícola local, considerando además las potencialidades turísticas de la zona, donde el enoturismo representa una oportunidad (Montaner Montejano, 1996) y (Tresserras, Serrano y Medina, 2011), pues la idea del turismo del vino conjuga la enología con la gastronomía, en el interés de motivar desplazamientos hacia lugares de cultura culinaria y enológica, donde estos aspectos sean de suma importancia al momento de decidir un viaje turístico.

Se evaluó el rendimiento del producto final obtenido con acondicionamiento del mosto a diferentes cantidades de azúcares fermentables y dilución con

agua, las características organolépticas (sabor, color, olor), y en los tratamientos con mejor aceptación se analizaron las propiedades fisicoquímicas establecidas por la Normativa Ecuatoriana vigente para vino de frutas.

## 2 Materiales y Métodos

### 2.1 Materia prima

Se obtuvieron 50 kilogramos (kg) de fruta de *S. quitoense* Lam., procedente de fincas de la parroquia Pacto, cantón Quito, provincia de Pichincha y se trasladaron al laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador. Se seleccionaron frutas sanas sin importar su tamaño, en estado de madurez 4 y 5 (color amarillo-naranja en la fruta = 75 y 100%, respectivamente) según (Andrade y col., 2015), posteriormente se realizó la limpieza y el lavado.

Para obtener el mosto, la fruta se trituró y la pulpa se separó mediante tamizado, dejando la corteza y las semillas como residuo, tal como se indica en la Figura 1.

### 2.2 Caracterización inicial del mosto

Se analizó pH, acidez titulable y sólidos totales disueltos o grados brix (°Bx). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

### 2.3 pH

Se agregó 20 mL de mosto previamente filtrado y homogenizado en un vaso de precipitación de 25 mL y posteriormente se realizó la lectura de pH con un potenciómetro digital marca Horiba – Laqua, equipado con un electrodo de vidrio y calibrado previamente con soluciones estándar de 4,0; 7,0 y 10,0 de pH a 20 °C de temperatura.

### 2.4 Sólidos solubles totales

Con ayuda de un gotero, se agregaron 4 gotas de mosto en el lector óptico de un refractómetro digital marca Milwaukee (lectura de 0 a 85 °Bx) previamente encerado con agua destilada, y se procedió a leer los °Bx.

### 2.5 Acidez titulable

En un vaso de precipitación de 50 mL se pesó 5 mL de mosto, se agregó una cantidad similar de agua destilada y se colocó en un sistema de agitación magnética. Se realizó una titulación potenciométrica con una disolución de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración normal igual a 0,0445, el volumen del titulante obtenido (bureta graduada ± 0,05 mL) se registró a una lectura de pH igual a 8,3 (potenciómetro digital marca Horiba – Laqua). El valor de acidez titulable se expresó en porcentaje de ácido cítrico.

### 2.6 Fermentación del mosto

Se colocó mosto de naranjilla (1 kg/frasco) en un total de 18 frascos de vidrio ámbar de 4 L de capacidad, provistos con dos mangueras plásticas delgadas para la evacuación de gas y toma de muestra. Luego, el mosto de 9 envases fue diluido con 250 mL de agua (Ma) (relación 4:1), mientras que el resto se mantuvo íntegro (Mo); adicionalmente, tanto los mostos Ma y Mo fueron ajustados con sacarosa hasta alcanzar una concentración final de 18, 21 y 24 °Bx. El cálculo se realizó mediante la siguiente ecuación y se verificó con el mismo procedimiento utilizado para determinar los sólidos solubles.

$$\text{Gramos de azúcar} = \frac{^{\circ}\text{Brix}_{\text{final}} - ^{\circ}\text{Brix}_{\text{inicial}} \times \text{Gramos de mosto}_{\text{inicial}}}{100 - ^{\circ}\text{Brix}_{\text{final}}}$$

Una vez que se establecieron las condiciones iniciales del mosto, se obtuvieron 6 tratamientos (Tabla 1) con tres repeticiones, obteniéndose un total de 18 unidades experimentales.

En cada unidad experimental (1 kg de mosto) se añadió 50 mg de metabisulfito de potasio, se agitó vigorosamente y se dejó reposar por 20 minutos. Posteriormente, se inoculó 1 g de levadura *Saccharomyces cerevisiae* comercial granulada seca (células vivas > 85%), misma que se activó durante 15 minutos en 10 mL de una disolución de sacarosa (1,7% p/p) a una temperatura de 38 °C conforme a la recomendación del fabricante; además, se agregó 20 mg de fosfato de amonio.

Todos los frascos fueron agitados, tapados y colocados en una estantería en forma aleatoria con la punta de una de las mangueras sobre un recipiente con agua y la otra sellada herméticamente. Se procedió a tapar el ensayo con plástico negro y se mantuvieron durante 480 horas (h) a temperatura ambiente.

**Tabla 1.** Tratamientos para la elaboración de vino a partir de mosto de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.).

Tratamientos	Combinaciones
1	Mo18
2	Mo21
3	Mo24
4	Ma18
5	Ma21
6	Ma24

Mo= mosto íntegro

Ma= mosto con agua en relación 4:1  
18, 21, 24= diferentes concentraciones de sólidos solubles (°Brix) del mosto

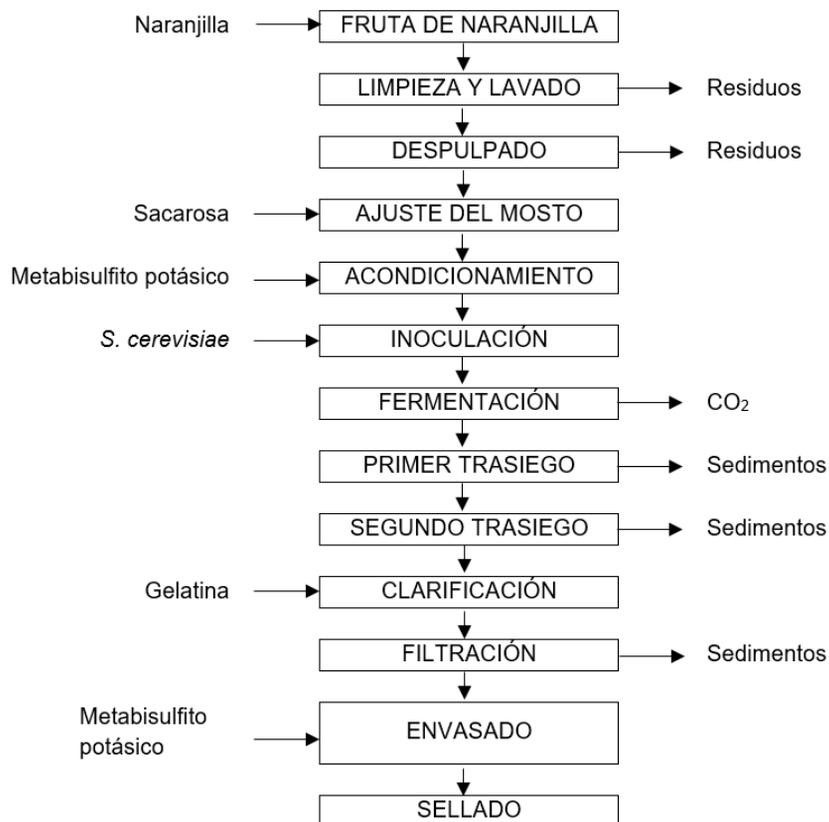
## 2.7 Dinámica de fermentación de sólidos solubles

Para observar la dinámica de fermentación de los azúcares, se realizó un seguimiento a la cantidad de °Bx restantes dentro de las 72, 168, 288 y 480 horas,

para lo cual, se extrajeron 2 mL de producto fermentado por la manguera acondicionada para el efecto. El análisis de °Bx se realizó por triplicado de manera similar a lo descrito para el mosto inicial.

## 2.8 Trasiego y clarificación

Transcurrido el tiempo de fermentación, se procedió a trasvasar el producto fermentado de cada tratamiento con ayuda de la manguera de toma de muestra, evitando arrastrar sedimentos (Trasiego 1) y se dejó reposar durante 12 horas. Se ejecutó un segundo trasiego y se agregó gelatina sin sabor (0,08 g/L), se homogenizó y se mantuvo por 24 horas a 8 °C sin movimiento. Posteriormente se separaron los precipitados por filtración (papel filtro cualitativo Whatman Nro. 1 y sistema de filtración al vacío), se envasó en botellas vineras de 750 mL, se adicionó metabisulfito de potasio (100 mg/L) y se sellaron con corchos para vino.

**Figura 1.** Diagrama de flujo para la elaboración del vino de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.)

## 2.9 Evaluación sensorial

La evaluación del grado de aceptación del producto final (vino de naranjilla) se determinó mediante el análisis sensorial descriptivo (Pszczólkowski y Cepi De Lecco, 2016) de color-limpidez, olor y gusto-sabor-tacto-fin de boca por parte de 20 jueces no entrenados, pero que casualmente degustan bebidas fermentadas, con preferencia al vino. La evaluación se inició con los tratamientos Mo y al siguiente día Ma. Para la prueba se presentó a cada panelista 3 copas vineras con 5 mL de vino, codificadas de acuerdo con °Bx y una ficha con una escala hedónica de 5 puntos (Tabla 2), para la valoración de cada característica sensorial.

**Tabla 2.** Escala hedónica para la evaluación de color, sabor, olor del vino de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.).

Percepción	Ponderación
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

## 2.10 Análisis estadístico

El efecto de la dilución con agua al mosto y los °Bx sobre el rendimiento y el grado de aceptación del vino se determinó mediante un análisis multifactorial  $2 \times 3$  (mosto: agua y mosto íntegro  $\times$  °Bx). La separación de medias en ambos casos se realizó mediante Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 2.11 Evaluación fisicoquímica del producto final (vino de naranjilla).

Los vinos con mayor aceptación fueron evaluados fisicoquímicamente para verificar el cumplimiento de los requisitos que establece la Norma Técnica Ecuatoriana (INEN, 2016) para vino de frutas. Los parámetros analizados correspondieron al grado alcohólico, acidez total (ácido tartárico) y acidez volátil, anhídrido sulfuroso total, metanol, azúcares totales. Todos los análisis se realizaron en el laborato-

rio del Organismo de Servicio al Público (OSP) de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

## 3 Resultados y Discusión

### 3.1 Caracterización del mosto de naranjilla.

La Tabla 3 muestra los valores de pH, acidez titulable y °Bx de mosto de *S. quitoense* Lam. encontrados en el presente estudio y además en reportes de literatura de anteriores investigaciones realizadas con esta fruta. Se observó que el pH del mosto es similar al encontrado en otras investigaciones, sin embargo, la acidez titulable y los sólidos solubles fueron menores. Esta variación puede estar relacionada a factores propios de cultivo donde se realizaron las investigaciones y la madurez de la fruta (González y col., 2014).

El pH del mosto (3,13) estuvo dentro del rango (3,0 a 4,0) que de acuerdo con (Dias y col., 2007; Swami y Divate, 2014; Matei, 2017) es considerado adecuado para una buena fermentación dependiendo de la fruta e inóculo. Además, el valor de pH encontrado garantiza un ambiente ácido a las levaduras y rendimiento de metabolitos (Matei, 2017), por lo que no fue necesario realizar ajustes (Coronel, 2008).

La acidez titulable mostró ser relativamente alta en relación a otras frutas utilizadas para la elaboración de vino, como fresas, moras, ciruelas, manzanas, entre otras, donde el valor no sobrepasa el 1% (Matei, 2017); por ello, el mismo autor recomienda su regulación con compuestos químicos como carbonato de calcio, para evitar sabores agrios en el producto final; sin embargo, para el presente estudio no se realizó este tratamiento debido a que se requería evaluar características del vino de naranjilla con sus propiedades naturales.

Por otra parte, los °Bx encontrados en el mosto (6,3) no fueron los adecuados para una fermentación alcohólica, donde el rango fluctúa entre 16 a 20 °Bx (Coronel, 2008), por lo que se necesitó hacer ajustes mediante la adición de sacarosa hasta completar los valores propuestos a evaluarse.

**Tabla 3.** Características fisicoquímicas del mosto de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en estudio y reportes divulgados en literatura.

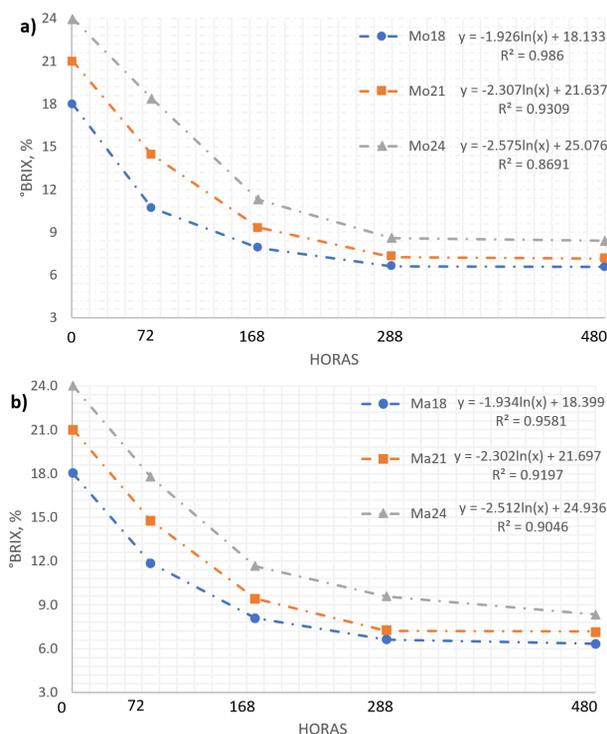
Parámetro	Valor encontrado	Otros reportes		
		(Acosta, Pérez y Vaillant, 2009)	(Brito y col., 2012)	(González y col., 2014)
pH	3,13	3,20 ± 0,04	3	2,89 – 2,94
Acidez titulable (equivalente gramo de ácido cítrico/100 g)	2,02	2,63 ± 0,07	2,56	3,78 – 3,21
Sólidos solubles (°Brix)	6,3	9,1 ± 0,5	10,8	6,58 – 9,04

### 3.2 Dinámica de fermentación

Las Figuras 2a y 2b muestran la dinámica de fermentación de los azúcares del mosto de naranjilla en tratamientos Mo y Ma, respectivamente, tomando como referencia los °Bx determinados durante el proceso. Se observó una disminución significativa de los °Bx hasta las 288 h en todos los tratamientos; sin embargo, a partir de ese tiempo la concentración de °Bx se mantuvo constante hasta las 480 h, a excepción de Ma24 que mostró un leve descenso. Todo esto indica que no habría necesidad de fermentar el mosto de *S. quitoense* Lam. por un tiempo

superior a las 288 h para la producción de vino, a una temperatura comprendida entre 16 a 19 °C, misma que correspondió a la fluctuación durante el proceso.

Adicionalmente, se observó que los °Bx finales fueron superiores a 6%, mismos que varían en relación con los °Bx iniciales, lo que demuestra el cese de la fermentación de los azúcares sin que estos se hayan consumido en su totalidad, hecho que pudo estar relacionado a la inactivación de las levaduras por efecto de la concentración de alcohol y balance de nutrientes (Swami y Divate, 2014).



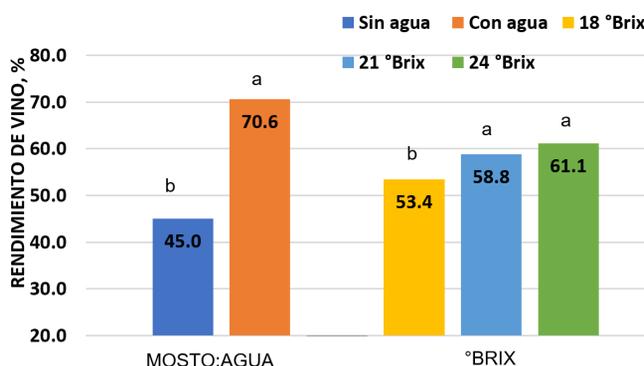
**Figura 2.** Dinámica de la fermentación de los azúcares en la producción de vino de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.).  
a) Tratamientos sin adición de agua al mosto, b) Con adición de agua al mosto (relación 1:4)

### 3.3 Rendimiento del producto final (vino de naranjilla).

La adición de agua al mosto de naranjilla antes de la fermentación permitió obtener más cantidad de vino (70,6% p/p), en comparación con mosto sin dilución que mostró un rendimiento de 45,0% p/p (Figura 3). Pero además de mejorar el rendimiento con la cantidad de agua a ser añadida se puede extraer jugo fácilmente de algunas frutas y disminuir sabores astringentes fuertes o la acidez (Matei, 2017). Adicionalmente, se observó que el porcentaje de azúcares también influye sobre el rendimiento del vino, donde hubo la mayor cantidad se obtuvo

a 21 y 24 °Bx con 58,8 y 61,1%, respectivamente. De manera general, los rendimientos encontrados son similares a los estudios realizados en otras frutas como vino de mango, que reporta rendimientos de hasta 60% pero con incorporación de pectinasas que mejoran las condiciones de fermentación (Veeranjaneya y Reddy, 2009).

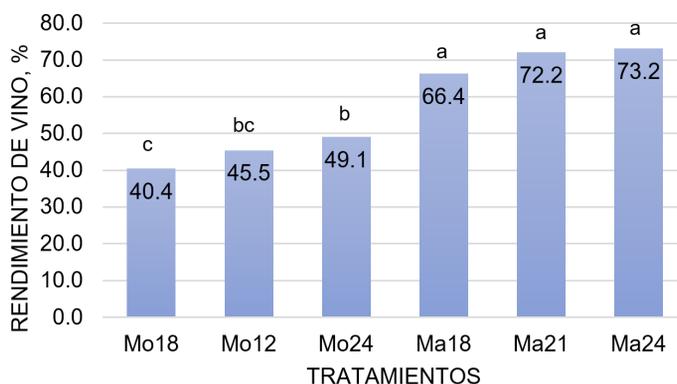
La alta cantidad de desechos obtenidos en el primer trasiego, el bajo rendimiento en mosto sin agua y a 18 °Bx, hace pensar a futuro en el uso de enzimas durante la maceración del mosto (Romero, 2008) como una alternativa para vino de *Solanum quitoense* Lam.



**Figura 3.** Efecto de la adición de agua y °Brix sobre el rendimiento de vino de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.). (Las letras distintas muestran diferencias estadísticas, Tukey  $p < 0,05$ )

La Figura 4 muestra el rendimiento del vino con respecto a los tratamientos. Los resultados corroboran lo anteriormente mencionado (Figura 3), donde Ma en las diferentes concentraciones de °Bx mues-

tra mejores rendimientos que Mo; sin embargo, conforme se incrementa el °Bx en Mo se obtuvo mayor cantidad de vino.

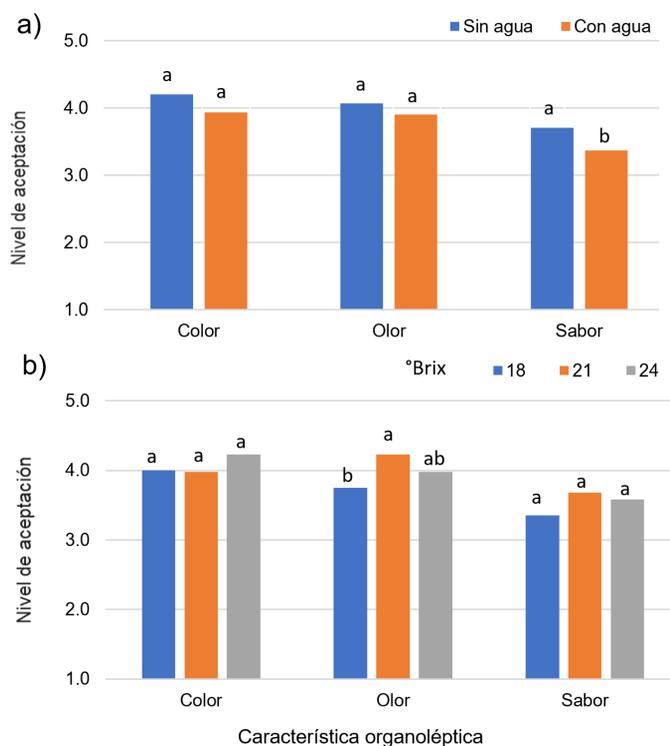


**Figura 4.** Rendimiento de vino de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) de acuerdo con los tratamientos. (Las letras distintas muestran diferencias estadísticas, Tukey  $p < 0,05$ )

### 3.4 Evaluación sensorial del vino de naranjilla

Se encontró que la adición de agua al mosto de naranjilla afecta negativamente el sabor del vino (Figura 5a), al igual que el color y olor; aunque, de acuerdo con la escala hedónica establecida, la valoración promedio del sabor del vino es “no me gusta ni me disgusta” a diferencia del color y olor que alcanza una ponderación “me gusta moderadamente” en vino sin agua. Estos resultados demostrarían disminución de compuestos aromáticos en la bebida, tal como lo encontrado por (Dias y col., 2007), donde la adición de agua disminuyó el sabor del vino a base de cocoa.

También, se encontró que los °Bx influyen estadísticamente sobre el olor del producto final, donde vinos con 21 y 24 °Bx alcanzan ponderación “moderadamente aceptable” para el consumidor a diferencia de 18 °Bx, en tanto que el color y sabor del vino no varía a diferentes °Bx iniciales en el mosto con valoraciones promedio de “me gusta moderadamente” y “no me gusta ni me disgusta”, respectivamente. De manera general, el bajo nivel de aceptabilidad para el atributo sabor, estuvo relacionado con observaciones anotadas por algunos catadores a sensación de acidez en el vino, correlacionándose directamente con la acidez inicial del mosto, misma que no fue ajustada en este estudio.

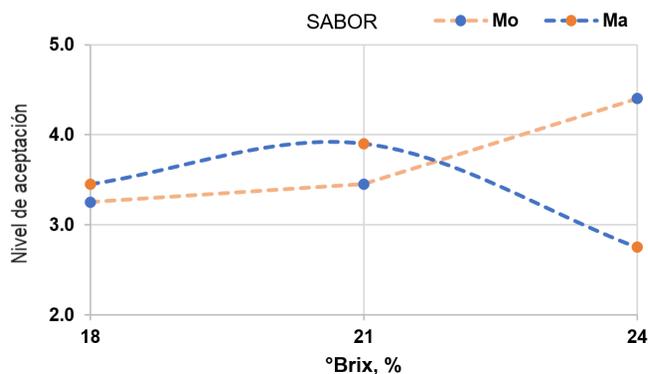


**Figura 5.** Nivel de aceptación del vino de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) de acuerdo con el color, olor y sabor, a) Valoración en función de la adición de agua, b) En función a los °Brix. (Las letras distintas muestran diferencias estadísticas, Tukey p < 0,05)

Se encontró una interacción (Figura 6) entre la adición de agua y 24 °Bx sobre el sabor de vino, evidenciándose un deterioro en este atributo bajo esas condiciones iniciales del mosto, que genera una sensación de “disgusto moderado”, a diferencia del sabor del vino sin adición y con la misma cantidad °Bx que “gusta moderadamente”. Este efecto puede

estar relacionado al cese de la fermentación por la concentración de alcohol o disminución de nutrientes como la fuente de nitrógeno (Swami y Divate, 2014), con posterior lisis de las levaduras y quedando componentes de la pared celular disueltos, tal como se señala en (Vasanth y col., 2017). Este hecho se corroboró con la alta turbidez presentada en el

vino, pues después del tratamiento de filtración pudieron haber quedado residuos orgánicos de sabor desagradable, lo que indicaría que al agregar agua no solamente se debe incrementar los azúcares, sino también los nutrientes para lograr un crecimiento celular estable.



**Figura 6.** Interacción entre la adición de agua al mosto y los °Brix sobre el sabor del vino de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.).

La Tabla 4 muestra la aceptación del consumidor al vino de naranjilla con respecto a los atributos sensoriales evaluados y de manera general, en los diferentes tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticas para color, olor, pero si para el sabor y aceptación general con los mismos rangos de clasificación. Así, los vinos con mayor aceptación fueron en los tratamientos Mo24 y Ma21, y menor para Ma24; mientras que, el resto se mantuvo en la misma categoría en nivel intermedio.

De acuerdo con la escala hedónica propuesta para la valoración de aceptabilidad del vino, los tratamientos Mo24 y Ma21 tuvieron valores superiores

a 4 en casi todas las características sensoriales, con excepción del sabor de Ma21 que obtuvo una media de 3,9. Esto demuestra que la aceptación del vino elaborado en esas condiciones se encuentra en una ponderación de “me gusta moderadamente”; de igual forma, la aceptabilidad general en los demás tratamientos evidencia que *S. quitoense* Lam. puede ser una fruta con gran potencial para la elaboración de vino, debido a que su consumo no produce sensaciones de desagrado; sin embargo, se debería trabajar en relación con Mo24 y Ma21, y realizar estudios para mejorar el rendimiento y disminución de la acidez, que es el factor que influye en el sabor.

**Tabla 4.** Evaluación sensorial del vino de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) de acuerdo a los tratamientos.

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Aceptación general
Mo18	4,1 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	3,3 <sup>bc</sup>	3,7 <sup>bc</sup>
Mo21	4,0 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>	3,5 <sup>bc</sup>	3,9 <sup>bc</sup>
Mo24	4,6 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>
Ma18	4,0 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	3,5 <sup>bc</sup>	3,7 <sup>bc</sup>
Ma21	4,0 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>ab</sup>
Ma24	3,9 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	2,8 <sup>c</sup>	3,5 <sup>c</sup>

Medias en la misma columna con letras distintas son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) de acuerdo con Tukey.

### 3.5 Análisis fisicoquímico del producto final (vino de naranjilla)

Los vinos con mayor aceptación (Mo24 y Ma21) de acuerdo con el análisis sensorial (Tabla 4), fueron evaluados fisicoquímicamente (Tabla 5) para verificar su cumplimiento con los requisitos que establece la NTE INEN 374-3 para vino de frutas.

Los resultados mostraron que el porcentaje de alcohol en los vinos fue del 15%v/v en Mo24 y 13%v/v para Ma21, valores que estarían directamente relacionados con la concentración inicial de azúcares fermentables en el mosto (Matei, 2017), siendo estas concentraciones aceptadas por la NTE INEN, que no especifica un máximo en el grado alcohólico. Según la clasificación de los vinos de frutas descrita por (Joshi y Attri, 2005; Swami y Divate, 2014) el producto obtenido en los tratamientos Mo24 se denominaría como un vino de postre y aperitivo, y el vino Ma21 como natural. La acidez total expresada como ácido tartárico fue de 23,2 y 19,4 g/L para Mo24 y Ma21, respectivamente. Esto demuestra que el vino obtenido tiene un carácter ácido, dato que concuerda con las observaciones encontradas en la catación, y producto de la acidez

inicial del mosto, misma que no fue ajustada. Este proceso se omitió para evaluar un procedimiento que no implique mayor utilización de recursos económicos, pero sin dejar a un lado en un futuro a la parte técnica, como la adición de reguladores de acidez, utilización de variedades de levaduras que permitan minimizar a este parámetro (Joshi y Attri, 2005) o el uso de la naranjilla en combinación con otra fruta. La baja acidez volátil encontrada 0,18 g/L en Mo24 y 0,09 g/L en Ma21 representa una fermentación adecuada en ambos tratamientos y que las características organolépticas del vino no están alteradas por acidez acética. La concentración de anhídrido sulfuroso total fue de 17,9 y 21,8 g/L en Mo24 y Ma21, respectivamente, valores que se encuentran dentro del rango permitido, y las cantidades encontradas son bajas, por lo que no influirán sobre las características sensoriales del vino (Dias y col., 2007). La no detección de metanol asegura la calidad de fermentación del vino de naranjilla en las condiciones establecidas. Finalmente, de acuerdo con la cantidad de azúcares totales encontrados en los tratamientos Mo24 (34,9 g/L) y Ma21 (30,5 g/L), la norma establecida categoriza a estos vinos de frutas como semidulces.

**Tabla 5.** Características fisicoquímicas del vino de naranjilla en tratamientos con mejor aceptación-requisitos de la Norma Técnica Ecuatoriana para vino de frutas.

PARÁMETROS	UNIDAD	VINO DE NARANJILLA		REQUISITOS*	
		Mo24	Ma21	Mínimo	Máximo
Grado alcohólico a 20 °C	% (v/v)	15,0	13,0	6,0	–
Acidez total (ácido tartárico)	g/L	23,2	19,4	3,5	–
Acidez volátil (ácido acético)	g/L	0,18	0,09	–	1,5
Anhídrido sulfuroso total	mg/L	17,9	21,8	–	400,0
Metanol	mg/L	0,01	0,01	–	1000,0
Azúcares totales	g/L	34,9	30,5	25,0 (semidulce)	50,0

Mo24= vino de naranjilla a partir de mosto sin adición agua y 24 °brix

Ma21= vino de naranjilla a partir de mosto con adición agua (4:1) y 21 °brix

\*NTE INEN 374-3 Requisitos de bebidas alcohólicas. Vino de frutas.

## 4 Conclusiones

Se estableció una técnica viable para la elaboración de vino semidulce a partir de la naranjilla, por cuanto, se demostró una buena aceptación en relación con las características sensoriales y, además, el producto obtenido cumple con todos los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana correspondiente. Se propone el uso de esta fruta en la enología a pequeña o mediana escala, por su bajo costo, disponibilidad y aromas agradables, lo que ayudaría enormemente a la vinculación de nuevas actividades económicas, generando oportunidades para el impulso del desarrollo territorial, por la posibilidad de incrementar flujos turísticos y tiempos de estancia, debido a la conjunción de la producción vinícola con la gastronomía.

Es necesario trabajar en la mejora y la transferencia del proceso técnico establecido, especialmente para obtener mayores rendimientos, disminución de la acidez e incorporar nuevos estudios con frutas tropicales e integrarlas al desarrollo de propuestas enológicas con participación de la comunidad anfitriona y los visitantes.

## Referencias

- Acosta, Ó., A. Pérez y F. Vaillant (2009). «Chemical characterization, antioxidant properties, and volatile constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) cultivated in Costa Rica». En: *Archivos latinoamericanos de nutrición* 59.1, 88-94. Online: <https://bit.ly/3GTQSa1>.
- Andrade, M. y col. (2015). «Caracterización de la naranjilla (*Solanum quitoense*) común en tres estados de madurez». En: *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 16.2, 215-221. Online: <https://bit.ly/3bSusHA>.
- Baidya, D., I. Chakraborty y J. Saha (2016). «Table wine from tropical fruits utilizing natural yeast isolates». En: *Journal of food science and technology* 53.3, 1663-1669. Online: <https://bit.ly/2ZXAGUx>.
- Balogu, T. y O. Towobola (2017). «Production and quality analysis of wine from honey and coconut milk blend using *Saccharomyces cerevisiae*». En: *Fermentation* 3.2, 16. Online: <https://bit.ly/3mOelRU>.
- Brito, B. y col. (2012). *Manejo poscosecha, características físicas y nutricionales de la naranjilla para el desarrollo de pulpas y deshidratados*. Inf. téc. INIAP. Online: <https://bit.ly/3odvjbL>.
- Cerón, I., J. Higueta y C. Cardona (2010). «Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de tres frutas cultivadas en la región andina». En: *Vector* 5.2011, 17-26. Online: <https://bit.ly/3o5llrF>.
- Coronel, M. (2008). «Los vinos de frutas». Tesis de grado. Online: <https://n9.cl/7aklq>. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Dias, D. y col. (2007). «Elaboration of a fruit wine from cocoa (*Theobroma cacao* L.) pulp». En: *International journal of food science and technology* 42.3, 319-329. Online: <https://bit.ly/3qv32QX>.
- Endara, V. (2017). *600 frutas de todo el mundo se producen al noroccidente de Quito*. El Telégrafo.
- Fracassetti, D. y col. (2019). «Innovative alcoholic drinks obtained by co-fermenting grape must and fruit juice». En: *Metabolites* 9.5, 86. Online: <https://bit.ly/3D9b6u9>.
- GAD parroquial de Pacto (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del la Parroquia de Pacto 2012-2025*. Online: <https://bit.ly/3wz0CS1>.
- Gancel, A. y col. (2008). «Identifying carotenoids and phenolic compounds in naranjilla (*Solanum quitoense* Lam. var. Puyo hybrid), an Andean fruit». En: *Journal of agricultural and food chemistry* 56.24, 11890-11899. Online: <https://bit.ly/3qoglcq>.
- González, D. y col. (2014). «Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados de madurez». En: *Acta agronómica* 63.1, 11-17. Online: <https://bit.ly/3bVLC0F>.
- Granados, C. y col. (2013). «Evaluación fisicoquímica y microbiológica del aperitivo vínico de lulo (*Solanum quitoense* L.)». En: *Información tecnológica* 24.6, 35-40. Online: <https://n9.cl/wj5oh>.
- Guayasamín, M. (2015). «Evaluación ex ante del impacto socio-económico del manejo convencional y mejorado del cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) en el Ecuador». Tesis de grado. Online: <https://bit.ly/3odRONI>. Universidad Central del Ecuador.
- Ho, C. y col. (2020). «Alcoholic fermentation of soursop (*Annona muricata*) juice via an alternative fermentation technique». En: *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100.3, 1012-1021. Online: <https://bit.ly/3BZ0i0a>.

- INEN (2016). NTE INEN 374. *Requisitos para bebidas alcohólicas. Vino de frutas*. Inf. téc.
- Joshi, V. y D. Attri (2005). «Panorama of research and development of wines in India». En: *Journal of Scientific and Industrial Research* 64.1, 9-18. Online: <https://bit.ly/3bSuIq2>.
- Loizzo, M. y col. (2019). «Native colombian fruits and their by-products: Phenolic profile, antioxidant activity and hypoglycaemic potential». En: *Foods* 8.3, 89. Online: <https://bit.ly/3c01ohn>.
- Matei, F. (2017). «Science and Technology of Fruit Wine Production». En: Academic Press. Cap. Technical Guide for Fruit Wine Production, págs. 663-703.
- Montaner Montejano, J. (1996). *Estructura del mercado turístico*. Editorial Síntesis.
- Ogodo, A. y col. (2015). «Production of mixed fruit (pawpaw, banana and watermelon) wine using *Saccharomyces cerevisiae* isolated from palm wine». En: *SpringerPlus* 4.1, 1-11. Online: <https://bit.ly/306CURz>.
- Pszczółkowski, P. y C. Ceppi De Lecco (2016). *Manual de vinificación: Guía práctica para la elaboración de vinos*. Ediciones UC.
- Revelo, J. y P. Sandoval (2003). *Factores que afectan la producción y productividad de la naranjilla (Solanum quitoense Lam.) en la Región Amazónica del Ecuador*. Inf. téc. INIAP. Online: <https://bit.ly/3H6swde>.
- Romero, M. (2008). «Extracción de compuestos fenólicos de la uva al vino. Papel de los enzimas de maceración». Tesis de doctorado. Online: <https://bit.ly/3H4to1L>. Universidad de Murcia.
- Swami S. and Thakor, N. y A. Divate (2014). «Fruit wine production: a review». En: *Journal of Food Research and Technology* 2.3, 93-100. Online: <https://bit.ly/3qn0tA5>.
- Tresserras, J., D. Serrano y F. Medina (2011). *Turismo del vino: análisis de casos internacionales. Turismo del vino*. Editorial UOC.
- Vasantha, H. y col. (2017). «Chemistry of fruit wines». En: Elsevier, págs. 105-176.
- Veeranjaneya, L. y O. Reddy (2009). «Production, optimization and characterization of wine from mango (*Mangifera indica* Linn.)» En: 8.4, 426-435. Online: <https://bit.ly/3qr8zaX>.
- Wang, C. y col. (2013). «Optimization of fermentation process for preparation of mulberry fruit wine by response surface methodology». En: *African Journal of Microbiology Research* 7.3, 227-236. Online: <https://bit.ly/301sTEJ>.