

## Artículo

# Obtención de vino a partir del fruto de *Passiflora edulis* y evaluación de su capacidad antioxidante

Miranda-Murillo Valeria<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> programa de Química farmacéutica, facultad de ciencias y biotecnología, Universidad CES; Miranda.valeria@uces.edu.co

\* Correspondencia: Miranda.Valeria@uces.edu.co; Tel.: +57 3004278442

**Abstract:** This study explores the feasibility of producing wine from the fruit of *Passiflora edulis*, known in Colombia as Gulupa or purple passion fruit. Although this fruit is widely cultivated and has antioxidant benefits due to its content of vitamin C, carotenoids, and flavonoids, its potential for wine production has not yet been fully evaluated. The study was conducted in two main phases: the standardization of the winemaking methodology and the optimization of fermentation conditions. Different concentrations of yeast (0.4 g/L, 0.8 g/L, and 1.2 g/L) and substrates (glucose and sucrose) were evaluated. Comprehensive analyses of the final product were performed, including pH, Brix degrees, alcohol content, total acidity, antioxidant capacity using the ORAC method, and levels of ethanol and methanol. The findings revealed that the wine derived from *P. edulis* has notable antioxidant properties when using a yeast concentration of 0.8 g/L combined with glucose as the substrate. While the wine met Colombian standards of NTC 708 in terms of pH and alcohol content, it exhibited total acidity levels above acceptable limits. This study highlights the potential of *P. edulis* as a promising raw material for high-antioxidant wine production, adding value to local agro-industrial resources.

**Keywords:** agroindustry; biotechnology; fermentation; exotic fruits

## 1. Introducción

Colombia es conocida por su diversidad en productos agropecuarios y frutas exóticas, muchos consumidos localmente y con renombre internacional. Sin embargo, el fruto de la Gulupa o también conocida como maracuyá morado (*Passiflora edulis*, *Passifloraceae*), no goza de la misma popularidad (1) Esta planta, es una liana que puede crecer de forma silvestre o en cultivos industriales (2). Originaria de América del Sur, específicamente de Brasil, la *P. edulis* se ha distribuido por todo el continente, llegado también a Asia, África y Oceanía. A pesar de su amplia distribución, no todas las frutas cosechadas cumplen con los estándares de calidad necesarios para su exportación, permaneciendo en el mercado local con un valor comercial menor.

El consumo de frutas exóticas presenta un valioso aporte a la salud cuando hay presencia de compuestos bioactivos como vitaminas y antioxidantes, ayudando a combatir el desequilibrio electrónico que puede ocasionar especies reactivas como los radicales libres (3). Por su parte, el fruto de *P. Edulis* ha sido investigado y se ha identificado que contiene vitamina C, carotenoides y flavonoides (4), estos compuestos, son importantes ya que actúan como antioxidantes, protegiendo el daño celular ocasionado, coadyuvando en el proceso digestivo, siendo capaces de retardar o prevenir la oxidación, además de participar en la protección contra los rayos UV y agentes patógenos (5). En

**Citation:** To be added by editorial staff during production.

Academic Editor: Firstname Last-name

Received: date

Revised: date

Accepted: date

Published: date



**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Latinoamérica principalmente se produce en Colombia, siendo el 90% de la producción nacional destinado para la exportación. Los principales departamentos productores son Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Huila, siendo Antioquia responsable del 36,9% de las 7.600 toneladas que se produce en Colombia (6), viendo que presenta una importancia económica notable para las regiones que la producen.

En los últimos años, se ha observado un significativo aumento en el consumo de vino, especialmente entre la población de mediana edad (7). Este incremento no solo se debe al valor del producto, ya que existe un amplio rango de precios que lo hace accesible para muchas personas (8), sino también a los amplios beneficios asociados al consumo de productos fermentados. El vino actúa como un anticoagulante y ofrece protección contra enfermedades cardiovasculares, además de ser una fuente de antioxidantes y compuestos bioactivos derivados del proceso de fermentación (9). El consumo moderado de vino especialmente vino tinto, ha sido asociado con efectos beneficiosos en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, como la enfermedad cardiovascular y la diabetes tipo 2. Según un metaanálisis de Baur et al. (2019), se encontró que el consumo regular y moderado de vino tinto puede estar vinculado a un menor riesgo de enfermedades del corazón, principalmente debido a su contenido de polifenoles, que actúan como antioxidantes. Además, un estudio clínico realizado por Chiva-Blanch y Estruch (2010) demostró que una dieta mediterránea que incluía vino tinto se asoció con una reducción significativa en la incidencia de diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares en una población mayor de 55 años. Estos hallazgos destacan la importancia de considerar el vino como un componente de una dieta equilibrada y saludable en la prevención de enfermedades crónicas(10) En el sector de los vinos, los artesanales han tomado una relevancia en el sector, convirtiéndose en una oportunidad de hacer emerger las economías locales, darles valor a sus recursos y generar oportunidades de crecimiento al sector logrando así que estos productos estén no sólo al alcance y para el consumo de la población nacional si no también proyectándose a un mercado internacional (11).

El enfoque de esta investigación fue evaluar la viabilidad en la obtención de un fermento a partir de la *Passiflora edulis*, aplicando metodologías a nivel de laboratorio y evaluando finalmente su capacidad antioxidante, buscando así la transformación de esta materia prima en un producto de valor agregado.

## 2. Materiales y Métodos

En el presente estudio todos los cultivos y las evaluaciones de la investigación se realizaron en el Laboratorio de Microbiología Aplicada (LabMiA) y en el Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica (CECIF) de la Universidad CES, Antioquia, Colombia. El material biológico empleado en la ejecución del proyecto fue donado por la Asociación de productores sembrando futuro ubicada en San Vicente Ferrer, Antioquia.

### 2.1. Ensayos preliminares

El estudio se desarrolló en dos fases. Primero centrándose en la estandarización del método para la elaboración de vino (Figura 1) y en la segunda fase el proceso de fermentación. En la Figura 1 se describe el proceso preliminar empleado para la estandarización del vino, el cual fue usado como base para la optimización del uso de levadura y sustrato, como para su producción final.

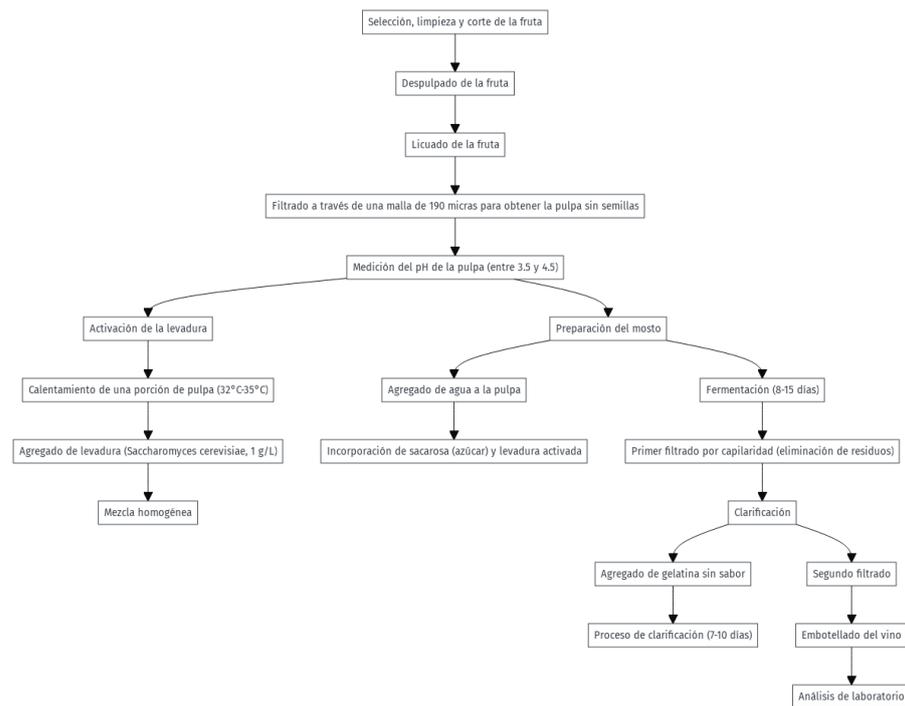


Figura 1. Primera fase de estandarización de la metodología para la elaboración del vino.

## 2.2. Evaluación del proceso de fermentación del vino de *Passiflora Edulis*

Para la etapa de optimización se planteó un diseño experimental libre al azar, donde se planteó como factores la concentración de levadura (0.4 g/L, 0.8 g/L y 1.2 g/L) y sustrato (glucosa y sacarosa) empleado para el proceso de fermentación. Como variables respuestas se cuantificó los grados Brix logrados en el proceso después de una semana de fermentación y la capacidad antioxidante del producto cuantificada por el método de ORAC, como se describen en los numerales 2.2.1 y 2.2.2.

Para cada unidad experimenta se realizó la debida selección e higienización de *P. edulis* y obteniendo la pulpa sin semilla por medio del licuado y filtrado con malla. Posterior a la obtención de la pulpa, se le midió el pH, y adicionalmente se realizó la activación de la levadura, en donde se calentó una cantidad de pulpa a una temperatura entre 32°-35°C, para así agregar la levadura Instant success®. Para continuar con el proceso de montaje, se consideraron condiciones específicas. En primer lugar, se aseguró que los grados Brix iniciales y una concentración de mosto determinada por los ensayos preliminares. Una vez completado el tiempo de fermentación, se realizó un primer filtrado por capilaridad para asegurar que se obtuviera fermento sin residuos. Las muestras fueron guardadas para sus posteriores análisis.

### 2.2.1. Determinación de grados Brix

Los grados Brix de las muestras fue determinado empleando un refractómetro digital PAL-1 Brix 0-53%. Atgo.

### 2.2.2. Evaluación de la capacidad antioxidante por el método ORAC

La capacidad antioxidante se evaluó mediante el método de Absorción de Radicales de Oxígeno (ORAC). El método ORAC es una técnica que evalúa la capacidad antioxidante

de una muestra contra radicales libres de oxígeno, haciendo uso de una sonda fluorescente (por ejemplo, fluoresceína) para evaluar la actividad antioxidante de la muestra; la fluoresceína emite fluorescencia cuando es excitada por la luz en una longitud de onda específica, sin embargo, cuando la sonda fluorescente está expuesta a radicales libres su fluorescencia se reduce debido a la oxidación de la molécula (12).

La reacción química se inicia al generar radicales libres a partir del agente AAPH (2,2'-azobis(2-metilpropionamida) dihidrocloruro) en soluciones saturadas de aire (proporcionando el O<sub>2</sub> necesario para que este interactúe); Estos radicales oxidan la fluoresceína en la muestra y disminuyen su fluorescencia en un tiempo determinado, la capacidad antioxidante de la muestra se correlaciona inversamente con la reducción de la fluorescencia de la fluoresceína (12).

### 2.3. Elaboración y caracterización del vino de *Passiflora Edulis*

Una vez analizada y evaluado el diseño experimental, el montaje final consistió en tres muestras, las cuales se fermentaron durante 14 días, en donde a los 9 días de fermentación, se alimentaron con sustrato, estas muestras fueron caracterizadas en el grado alcohólico, acidez, capacidad antioxidante, grados Brix, cuantificación de etanol y metanol como se describe a continuación.

#### 2.3.1. Determinación del Grado Alcohólico

EL grado alcohólico de las muestras se determinó mediante el método descrito en la NTC-5113 por medio de un alcoholímetro (13).

#### 2.3.2. Determinación de acidez total

La determinación de acidez total se realizó según el método especificado NTC-5114 (14).

#### 2.3.3. Cuantificación del contenido de Etanol y metanol

La cuantificación del contenido de etanol y metanol se realizó por cromatografía de gases, según la metodología descrita en el capítulo (611) "Determinación de alcohol" y (616) "Densidad Aparente y Densidad por Asentamiento de los polvos" del USP 42.

### 2.4. Análisis estadístico

La variabilidad de los datos durante el diseño experimental se evaluó mediante el Análisis de Varianza (ANOVA). Para la comparación de medias, se aplicó la prueba de Mínima Diferencia Significativa (LSD) y la prueba de Fisher. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el Software Statgra centurion XVII3.

## 3. Resultados

### 3.1 Ensayos preliminares

En la Tabla 1 se muestran los resultados del proceso de estandarización de la elaboración del vino de gulupa (Figura 1) donde se evaluaron los parámetros de pH, grados Brix, contenido de etanol y metanol.

Tabla 1. Resultados de los ensayos preliminares de la elaboración del vino.

Parámetros	NTC 708	Promedio
pH	2,8 - 4,0	3,78 ± 0,20
Grados brix	18°-24°	7,75 ± 0,35
Contenido Etanol (%v/v)	>6	13,5 ± 0,71
Contenido Metanol (mg/L)	<1000	54 ± 3,24

152

### 3.2 Evaluación del proceso de fermentación del vino de *Passiflora Edulis*

153

En la Tabla 2, se muestran las corridas del diseño de experimentos arrojado por el software, cada corrida fue realizada por duplicado, mostrándose los resultados de cada una con su respectiva desviación estándar.

154

155

156

Tabla 2. Matriz experimental para la evaluación del efecto del sustrato y la concentración de levadura en la producción de vino de Gulupa.

157

158

Sustrato	Levadura g/L	°Brix	ORAC mmol trolox/L
Glucosa	0,4	10,0 ± 0,5	65,19 ± 1,90
Glucosa	0,4	10,0 ± 0,5	67,87 ± 1,89
Glucosa	0,8	9,5 ± 0,5	78,59 ± 1,25
Glucosa	0,8	10,0 ± 0,5	76,82 ± 1,22
Glucosa	1,2	9,5 ± 0,5	70,31 ± 0,92
Glucosa	1,2	10,0 ± 0,5	69,01 ± 1,02
Sacarosa	0,4	7,0 ± 0,5	75,19 ± 1,70
Sacarosa	0,4	8,0 ± 0,5	65,31 ± 1,76
Sacarosa	0,8	7,0 ± 0,5	68,62 ± 1,43
Sacarosa	0,8	5,0 ± 0,5	65,19 ± 1,56
Sacarosa	1,2	7,0 ± 0,5	67,34 ± 1,00
Sacarosa	1,2	6,5 ± 0,5	68,75 ± 1,45

Los valores se expresan como media estándar (n = 3).

159

El ANOVA se utilizó para evaluar la importancia del efecto de los factores sobre las variables respuestas. Para cada término en los modelos, un valor F mayor y un valor p menor implicarían un efecto estadísticamente significativo en la variable de respuesta respectiva. La Tabla de ANOVA para el proceso de fermentación (Tabla 3) muestra que, para ambas variables independientes estudiadas, se presenta un efecto estadísticamente significativo en su expresión lineal ( $p < 0.05$ ). Por su parte, la interacción de los factores estudiados solo presenta efectos estadísticamente significativos para la actividad antioxidante.

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

Tabla 3. Tabla ANOVA para la evaluación del efecto del sustrato y concentración de levadura en la producción de Fermento de Gulupa.

Parámetro	°Brix	ORAC
	<i>p-valor</i>	<i>p-valor</i>
Modelo	< 0.0001	0,0053
A-Sustrato	< 0.0001	0,0039
B-Levadura	-----	0,0066
AB	-----	0,016
Carencia de ajuste	0,8087	0,4057
R <sup>2</sup>	0,9758	0,9356
R <sup>2</sup> Ajustado	0,9728	0,8713

Las gráficas de barras en función a las respuestas obtenidas a partir de la ecuación polinómica se muestran en las Figura 2 y 3.

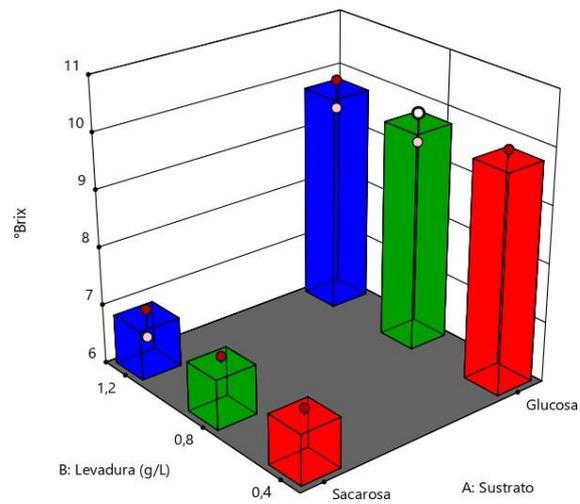


Figura 1. Efecto del sustrato y la concentración de la levadura sobre los °Brix del proceso de fermentación

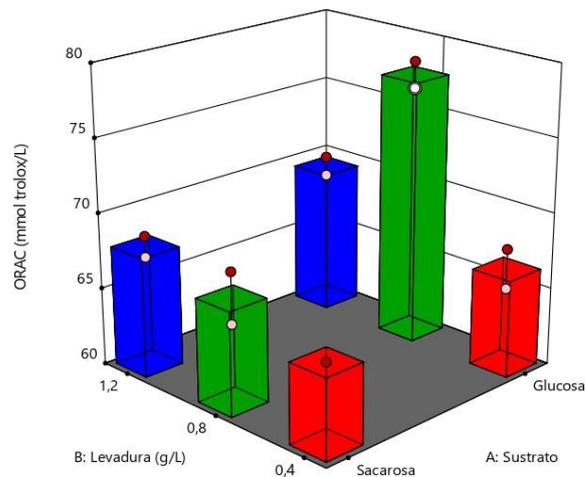


Figura 2. Efecto del sustrato y la concentración de la levadura sobre la capacidad antioxidante del proceso de fermentación

Determinando las condiciones de fermentación se usó la función de deseabilidad, donde se maximizó la capacidad antioxidante y se dejó en el rango los grados Brix como se muestra en la Tabla 4, donde también se compara el valor predicho por el software y el resultado obtenido experimentalmente.

Tabla 4. Validación del diseño experimental en el proceso de fermentación.

Parámetro	Condición predicha	Experimental	Error absoluto (%)
A: Sustrato	Glucosa	Glucosa	N.A.
B: Levadura	0,8 (g/L)	0,8 (g/L)	N.A.
°Brix	9,833	9,5	-3,50
ORAC (mmol Trolox/L)	77,711	70,801	-9,75
Deseabilidad	0,934	--	--

Values are expressed as mean  $\pm$  standard deviation (n = 3)

### 3.3 Caracterización del vino de *Passiflora Edulis*

Los resultados obtenidos del proceso de caracterización del vino se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de los parámetros de caracterización del vino.

Parámetros	NTC 708	Muestra Final
pH	Mínimo 2,8 y máximo 4,0	3,46
Grados brix	18°-24°	14°
Grado Alcohol	6°	6,38°
Contenido Etanol (%v/v)	>6	5.6

Contenido Metanol (mg/L)	<1000	--
Acidez total (g/dm <sup>3</sup> )	Mínimo 3,5 y Máximo 10	19,35
ORAC (mmol trolox/L)	-----	108,24 ± 1,34

#### 4. Discusión

La evaluación del fermento de Gulupa a través de análisis sistemáticos ha proporcionado resultados significativos en relación con los parámetros establecidos por la NTC 708 (15) y la capacidad antioxidante del producto. Los datos presentados en la Tabla 1 evidencian que el pH del fermento de Gulupa se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTC 708, sugiriendo que cumple con los requisitos normativos colombianos para vinos de frutas. No obstante, los resultados de la Tabla 2 indican que el fermento no alcanza el rango de °Brix estipulado por la misma norma (18°-24°). Esta disminución en los grados Brix puede ser atribuida a la conversión de azúcares en etanol y dióxido de carbono durante el proceso de fermentación, lo que explica la reducción en la concentración de azúcares.

Conforme a los datos de la Tabla 5, el fermento de Gulupa cumple con el mínimo requerido de 6° de contenido de alcohol establecido por la NTC 708 (14), lo que indica que ha alcanzado un nivel aceptable para su clasificación como vino de frutas. Sin embargo, los resultados de la Tabla 6 revelan que la acidez total del fermento excede el rango aceptable de 3.5 a 10 g/dm<sup>3</sup> según la NTC 708 (15), sugiriendo una elevada concentración de ácidos que podría impactar negativamente su perfil sensorial y estabilidad. Un nivel elevado de acidez puede ser indicativo de la presencia de compuestos ácidos no deseados, lo que requiere atención en el proceso de producción.

El tipo de sustrato utilizado en el proceso de fermentación es un factor crítico que influye en la capacidad antioxidante del vino. Investigaciones han demostrado que la selección de diferentes sustratos, como glucosa y fructosa, puede modificar de manera significativa el perfil de polifenoles y la actividad antioxidante del vino. Según un estudio de Chiva-Blanch et al. (2013), el uso de glucosa como sustrato durante la fermentación resulta en una mayor concentración de compuestos fenólicos, lo que se traduce en un aumento de la actividad antioxidante del producto final. Además, la variabilidad en la composición de sustratos no solo afecta la capacidad antioxidante, sino también el desarrollo de aromas y sabores en el vino, lo que subraya la importancia de la optimización de este componente para la obtención de productos de alta calidad (16) (17) En este sentido, los resultados de la Tabla 2 indica que entre las 12 muestras evaluadas en el proceso de optimización, la Muestra 3 exhibió la mayor capacidad antioxidante y que los análisis estadísticos documentados en donde se establece el uso de glucosa como sustrato y una concentración de levadura de 0.8 g/L fueron los más efectivos para maximizar la capacidad antioxidante del fermento, con un valor p < 0.05 que respalda la significancia de estos factores. La Tabla 3 corrobora la importancia de estos hallazgos, destacando que los parámetros óptimos se correlacionan estrechamente con una mayor actividad antioxidante, lo que resalta el potencial del fermento de Gulupa como una opción viable en la elaboración de productos con propiedades funcionales. Estos resultados sugieren nuevas direcciones para la investigación en la mejora de procesos fermentativos en la agroindustria.

## 5. Conclusión

Los análisis realizados demuestran que, al cumplir con los parámetros establecidos por la NTC 708 y las normativas complementarias aplicadas en este estudio, el fermento de Gulupa puede clasificarse como vino de frutas o aperitivo vínico según la reglamentación colombiana. Estos resultados confirman la viabilidad del fermento de Gulupa para ser considerado dentro de estas categorías bajo las normas colombianas.

## 6. Referencias

1. Descripción características maracuya.pdf [Internet]. [citado 12 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/9567/Descripcion%20caracteristicas%20maracuya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Caracterización química y evaluación de la actividad antioxidante de la pulpa de *Passiflora edulis* Sims (gulupa) | Granados Conde | Revista Cubana de Plantas Medicinales [Internet]. [citado 12 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/513>
3. Loizzo MR, Lucci P, Núñez O, Tundis R, Balzano M, Frega NG, et al. Native Colombian Fruits and Their by-Products: Phenolic Profile, Antioxidant Activity and Hypoglycaemic Potential. *Foods*. 3 de marzo de 2019;8(3):89.
4. Caracterización de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims var. *Edulis*) producida en el municipio de Cajamarca – Cañón de Anaime, Tolima Colombia | Sello Editorial UNAD [Internet]. Disponible en: <https://libros.unad.edu.co/index.php/selloeditorial/catalog/book/231>
5. Espinosa Trujillo JM, Rodríguez Guevara LY. Caracterización fisicoquímica y actividad antioxidante de gulupa (*passiflora edulis* Sims var. *edulis*) colectada en la región de Anaime municipio de Cajamarca. 21 de abril de 2020; Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/33494>
6. (99+) Gulupa | Juan Sebastian Paredes Avila - Academia.edu [Internet]. Disponible en: <https://www.academia.edu/38492441/Gulupa>
7. Alonso N, Castro K, Rodríguez L. Análisis del mercado nacional de vinos y estrategias de desarrollo. 3 de abril de 2018; Disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/17957>
8. Expovinos: explorando la cultura y el consumo de vino en jóvenes de Colombia [Internet]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/18028>
9. Actividad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis* Sims (Gulupa) durante la cosecha | *Rev. cuba. plantas med*;19(3): 154-166, jul.-set. 2014. | LILACS [Internet]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-735377>
10. Castaldo L, Narváez A, Izzo L, Graziani G, Gaspari A, Di Minno G, et al. Red Wine Consumption and Cardiovascular Health. *Molecules*. 8 de octubre de 2019;24(19):3626.
11. Director Ejecutivo - Ficha | Federación Nacional de Departamentos [Internet]. Disponible en: <https://fnd.org.co/federacion/director-ejecutivo/el-peso-especifico-de-las-bebidas-artesanales>

- 
12. Estandarización del método ORAC como herramienta básica de análisis de la capacidad antioxidante de diversas sustancias. [Internet]. Disponible en: <https://repository.ces.edu.co/handle/10946/3943> 278  
279  
280
13. NTC 5113-2003. Bebidas Alcohólicas. Métodos para Determinar El Contenido de Alcohol PDF | PDF | Destilación | Etanol [Internet]. Disponible en: 281  
<https://es.scribd.com/doc/144478525/NTC-5113-2003-Bebidas-alcoholicas-Metodos-para-determinar-el-contenido-de-alcohol-pdf> 282  
283  
284
14. NTC 5114 Determinación de Acidez y PH | PDF | Valoración | Química [Internet]. 285  
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/129844374/Ntc-5114-Determinacion-de-Acidez-y-Ph> 286  
287
15. Norma técnica colombiana NTC 708: bebidas alcohólicas, vinos de frutas. Bogotá: Icontec; 2003. 6 p. 288  
289
16. The health benefits of wine - PubMed [Internet]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10940346/> 290  
291
17. (PDF) The study of selected components of grape and fruit wines [Internet]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/344629572\\_The\\_study\\_of\\_selected\\_components\\_of\\_grape\\_and\\_fruit\\_wines](https://www.researchgate.net/publication/344629572_The_study_of_selected_components_of_grape_and_fruit_wines) 292  
293  
294  
295  
296  
297  
298  
299  
300  
301