

# Evaluación de la calidad de vinagres de alcohol de uso doméstico

## Evaluation of the quality of alcohol vinegars for domestic

José Castro Soto <sup>A</sup> y Nairobis López Martínez <sup>B</sup>

**Resumen**— El vinagre es un saborizante y preservante natural cuyo uso en la industria de alimentos es amplio. En la investigación se planteó el objetivo de evaluar parcialmente la calidad en diversas marcas de vinagre de alcohol doméstico mediante análisis físico y químico. Se realizó un muestreo aleatorio simple representado por diez (10) marcas comercializadas en Ciudad Bolívar. Los resultados muestran que todas las marcas cumplen con valores por debajo de pH = 3. En cuanto a la acidez total, M<sub>5</sub> presenta una acidez total de 5,0% con una desviación estándar de <0,01%. Por otro lado; M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub>, M<sub>9</sub> y M<sub>10</sub> presentaron valores ligeramente por encima del 5% establecido por la norma, mientras que M<sub>1</sub>, M<sub>6</sub>, M<sub>7</sub> y M<sub>8</sub> valores ligeramente por debajo de 5%. Finalmente, M<sub>2</sub> presentó la menor concentración 3,5% con una desviación estándar de 0,02%. En cuanto a las densidades todas las marcas cumplen con la norma, sin embargo M<sub>2</sub> con una densidad de 1,0036 g·mL<sup>-1</sup> con una desviación estándar de 0,0003 g·mL<sup>-1</sup>, se encuentra por debajo del rango establecido. En conclusión, se encontró que M<sub>5</sub> es el producto con mejor calidad de todos los evaluados, por otra parte M<sub>2</sub> mostró algunas faltas en la acidez total y su densidad.

**Palabras clave:** acidez, calidad, densidad, pH, vinagre.

**Abstract**— Vinegar is a natural flavoring and preservative whose use in the food industry is wide. In the research, the objective was set to partially evaluate the quality in various brands of domestic alcohol vinegar through physical and chemical analysis. A simple random sampling was carried out, represented by ten (10) brands marketed in Ciudad Bolívar. The results show that all brands comply with values below pH = 3. Regarding total acidity, M<sub>5</sub> presents a total acidity of 5.0% with a standard deviation of <0.01%. On the other hand; M<sub>3</sub>, M<sub>4</sub>, M<sub>9</sub> and M<sub>10</sub> presented values slightly above the 5% established by the standard, while M<sub>1</sub>, M<sub>6</sub>, M<sub>7</sub> and M<sub>8</sub> values slightly below 5%. Finally, M<sub>2</sub> presented the lowest concentration 3.5% with a standard deviation of 0.02%. Regarding densities, all brands comply with the standard, however M<sub>2</sub> with a density of 1.0036 g·mL<sup>-1</sup> with a standard deviation of 0.0003 g·mL<sup>-1</sup>, is below the established range. In conclusion, it was found that M<sub>5</sub> is the product with the best quality of all those evaluated, on the other hand M<sub>2</sub> showed some faults in total acidity and density.

**Keywords:** acidity, quality, density, pH, vinegar.

## 1 INTRODUCCIÓN

Desde las civilizaciones antiguas, el vinagre alcanzó una gran importancia económica pero también sociocultural. Actualmente, la tendencia es el uso de vinagres de calidad en aplicaciones gastronómicas [1]. El vinagre ha formado parte de la alimentación humana desde tiempos remotos, siendo empleado como condimento y como conservante, además de ingrediente en remedios simples para hombres y animales. El vinagre es un producto cuyo valor y apreciación por parte de los consumidores está aumentando los últimos tiempos [2].

La palabra vinagre procede etimológicamente del latín “*vinum acre*”, de la que deriva la locución francesa “*vin aigre*” equivalente al vino agrio, pero en esta acepción su procedencia no queda relegada al vino, sino que cualquier sustrato amiláceo es susceptible de ser utilizado [2]. El vinagre según el diccionario de la lengua española lo define como un líquido agrio y astringente, producido por la fermentación ácida del vino y compuesto principalmente de ácido acético y agua,

que se usa especialmente como condimento [3]. Por su parte, la norma venezolana COVENIN 47 (1990), lo define como el producto natural que se obtiene a partir de líquidos que contiene azúcares, mediante dos (2) reacciones bioquímicas sucesivas: a) fermentación alcohólica y b) fermentación acética [4].

La primera reacción consiste en la fermentación alcohólica, sus carbohidratos se convierten en etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (ver Ecuación 1) por las enzimas presentes en la levadura [5]. Las levaduras que se encuentran en los alimentos pueden ser beneficiosas o perjudiciales. Las fermentaciones producidas por levaduras intervienen en la elaboración de alimentos como el pan, la cerveza, los distintos tipos de vino, el vinagre y los quesos de maduración externa, cultivándose también para obtener enzimas y alimentos [6].

Esta definición indica que el alcohol contenido en la materia prima debe ser producido mediante fermentación alcohólica, por lo cual no se permite la práctica de añadir alcohol de origen sintético. El contenido máximo de etanol es del orden de 15%, debido a que concentraciones mayores inactivan las



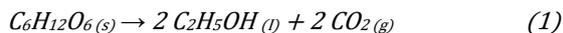
Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología  
 ISSN: 2810-8124 (en línea) / ISSN: 2706-543x  
 Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú

Vol. 7 Núm. 1 (2025) - Publicado: 2/03/25 - [Indexaciones](#)  
 Número: [doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025](https://doi.org/10.57166/riqchary/v7.n1.2025)  
 Páginas: 1- 8 | Recibido 04/02/2025 ; Aceptado 20/02/2025  
[doi.org/10.57166/riqchary.v7.n1.2025.128](https://doi.org/10.57166/riqchary.v7.n1.2025.128)

Autores:

- A. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-5786-4743>  
 José Castro-Soto, está en el Centro de Estudios en Química, Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. [jlcas-tros78@gmail.com](mailto:jlcas-tros78@gmail.com)
- B. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-0136-0482>  
 Nairobis López Martínez, está en el Centro de Estudios en Sistemas de Calidad y Ambiente, Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela, CO 8001. [nairobislopezm@gmail.com](mailto:nairobislopezm@gmail.com)

enzimas, deteniendo la fermentación [1].



En cuanto a la segunda y última fase del proceso, se tiene a la reacción de fermentación acética, es aquí donde comienza a formarse ácido acético ( $CH_3COOH$ ) en un medio aerobio y ácido; en presencia de bacterias *Acetobacter aceti*. Es líquido de olor picante, incoloro, soluble en agua, alcohol y éter. Es constituyente del vinagre [7]. Según [8], el sustrato se oxida parcialmente por medio de bacterias para producir ácido acético (ver Ecuación 2). Para que sea vinagre legal, debe contener como mínimo 4 g de ácido acético ( $CH_3COOH$ ) por 100 mL [6].



Originalmente, el vinagre, se elaboraba a partir de la producción de vinos que, debido a fallas en el resultado del producto final, no podían venderse como tales. Ya desde su origen, nace como una opción para aprovechar los residuos de la producción de vinos. De esta manera, es posible pensar en elaborar vinagres a partir de otras fuentes distintas al vino, vehiculizando residuos de otras producciones, tal como es el caso de las mermas de cerveza o las pulpas y cáscaras de diversidad de frutas, maximizando el uso de los recursos disponibles [9].

En este sentido, cualquier sustrato azucarado o amiláceo puede ser utilizado en la elaboración de vinagres. Así mismo, los métodos de elaboración serán diferentes. Por tanto, los vinagres se pueden clasificar en función del tipo de sustrato empleado o del método usado en su elaboración [2]. En Venezuela, esta variedad está dada por seis (6) tipos de vinagres, en la Tabla 1 se muestran la clasificación del vinagre según su origen.

TABLA 1

Clasificación de acuerdo a su origen según COVENIN 47-90.

Origen	Definición
De vino o de uvas	Obtenido de la fermentación alcohólica del jugo de uvas seguido de la acetificación por fermentación acética y con no menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.
De alcohol	Obtenido por la fermentación acética del alcohol etílico destilado y diluido y con no menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.
De glucosa	Obtenido por la fermentación de la glucosa y con no menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto al 20 °C.
De Malta	Obtenido de la fermentación alcohólica de la cebada malteada con y sin edición de cereales cuyo almidón se ha transformado en azúcar únicamente mediante el diastema de la cebada malteada

seguida de la acetificación del alcohol y con uno menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.

De frutas o de vino de frutas	Obtenido de la fermentación alcohólica del jugo de frutas seguido de la certificación por acetificación acética y con uno menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20° C.
Aromatizado	Obtenido a partir de los vinagres anteriores condimentado con hierbas aromáticas frutas o vegetales podrán utilizarse también extractos aromáticos que no ocasionen turbiedad y que hayan sido previamente aprobados por la autoridad competente.

La norma venezolana COVENIN 47-90 también lo clasifica según el contenido de ácido acético ( $CH_3CO_2H$ ) presente, ver TABLA 2.

TABLA 2

Clasificación de acuerdo a su concentración de ácido acético según COVENIN 47-90.

Tipo	Definición
Industrial	Es el producto que contiene no menos de 10 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.
Doméstico	Es el producto que contiene no menos de 5 g de ácido acético por 100 mL del producto a 20 °C.

Debido a la diversidad de los vinagres presentes en el mercado y a la demanda creciente, se está considerando necesaria la investigación de métodos analíticos fiables para establecer criterios para la determinación de la calidad y el origen [2]. En este sentido, se precisa de análisis de sus propiedades físicas y químicas para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad recogidas en las normativas nacionales [10]. Dentro de los parámetros de calidad que se determinan en este producto, se evaluaron, el pH, la acidez total y la densidad, ver TABLA 3.

TABLA 3

Requisitos físicos y químicos en el vinagre de alcohol doméstico extraído de COVENIN 47-90 [4], Silva [11].

Características	Mínimo	Máximo
pH	---	3
Acidez total (%)	5	---
Densidad a 20 °C	1,005	1,013

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno ( $H^+$ ) presentes en una solución o sustancia que indica su grado de acidez o basicidad. La escala de pH es de 1 a 14 y está determinada por la disociación del agua. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra [12]. Según la normativa venezolana, el vinagre se clasifica como líquidos sin gas y homogéneas (sin sedimentos, partículas, ni

fases líquidas inmiscibles).

Para la evaluación de la acidez total se realizó mediante un análisis volumétrico. En el análisis químico es común realizar mediciones [13]. Sin embargo, toda experiencia que implique mediciones se cometen errores, los cuales pueden determinarse por medios matemáticos. Es por esto, que se hace necesario calibrar o verificar los instrumentos para comprobar su exactitud antes de usarlo [14].

El calibrado es el proceso de medir la cantidad real de masa, volumen, fuerza, corriente eléctrica, etc. que corresponde a la cantidad indicada en la escala del instrumento. Para una mayor exactitud, el material de vidrio volumétrico debe ser calibrado para conocer el volumen que realmente contiene o que puede trasvasar un recipiente concreto. Esto se hace midiendo la masa de agua contenida o trasvasada por el recipiente, y usando la densidad del agua para convertir la masa en volumen [15]. El error por flotación, ocurre cuando la densidad del objeto que se pesa es muy diferente a la de las pesas patrón con las que se comparan. El origen de este error es la diferencia de la fuerza de flotación ejercida por el medio (aire) sobre el objeto y las pesas patrón [14]. Una vez corregido el error de flotación, se prepara una gráfica de corrección de volumen contra volumen nominal [16] y se determina su factor de correlación.

Para la evaluación de la acidez en vinagre se realizó mediante análisis volumétrico ácido-base, donde se hace reaccionar todo el ácido acético ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ) contenido en un volumen definido de una muestra de vinagre, con una disolución estandarizada (titulante) de hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) [17], según la siguiente ecuación química:



El  $\text{NaOH}$  tiene como característica ser una sustancia higroscópica por lo que fue estandarizada empleando una masa conocida de estándar primario hidrogenofalato de potasio ( $\text{KHP} / \text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4 / \text{MM} = 204,22 \text{ g/mol}$ ) [17]. Según la siguiente ecuación química:



La densidad es una propiedad básica de cualquier líquido y se define como la relación entre la masa y el volumen de un objeto; es decir, masa de la unidad de volumen de una sustancia [7]. Las unidades de la densidad en el Sistema Internacional (SI) son  $\text{kg/m}^3$ . Sin embargo, es común expresarla en unidades de  $\text{kg/L}$ , y de manera alternativa como  $\text{g/mL}$  o  $\text{g/cm}^3$  para líquidos y  $\text{g/L}$  para gases [14].

Las sustancias puras pueden llegar a ser identificadas usando

la densidad [17]. La densidad, es una propiedad general de todas las sustancias y su valor es específico para cada sustancia, lo cual permite identificarla o diferenciarla de otras [7]. La medición de la densidad resulta fundamental para asegurar la calidad tanto de materias primas como de productos acabados en diferentes sectores [18]. Si se ha adulterado una sustancia con una alternativa más barata, la densidad medida del material compuesto será diferente de la de la sustancia pura [19].

Finalmente, se expuso como objetivo principal de esta investigación el de evaluar algunos parámetro de calidad en vinagres de alcohol doméstico, y de este modo determinar si cumplen con el requisito de calidad establecido en la normativa nacional.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

Para la investigación se realizó bajo un muestreo aleatorio simple. Se recolectaron al azar diez (10) marcas de vinagre de alcohol doméstico (ver Tabla 4) comercializados en Ciudad Bolívar (Bolívar, Venezuela), no se consideró la presentación del producto en cuanto a volumen y tipo de envase. Las muestras se adquirieron en diversos locales comerciales populares de la ciudad: a) Súper Único Panda C.A., b) Supermercado Latino, c) Supermarket El Económico y d) Mi Bodega Express, *Market Place*. Seguidamente, fueron trasladadas al laboratorio y se conservaron en un lugar seco a temperatura ambiente hasta su posterior análisis. Los nombres comerciales de los productos (marcas) fueron sustituidos por un código conformado por una letra en mayúscula y un número.

TABLA 4

Datos de las muestras de vinagres de alcohol colectadas.

Muestra	Lugar de colecta	Tipo	Color
M <sub>1</sub>	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M <sub>2</sub>	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M <sub>3</sub>	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M <sub>4</sub>	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M <sub>5</sub>	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M <sub>6</sub>	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M <sub>7</sub>	Supermercado	De alcohol	Caramelo
M <sub>8</sub>	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M <sub>9</sub>	Supermercado	De alcohol	Incoloro
M <sub>10</sub>	Supermercado	De alcohol	Incoloro

La muestra M<sub>7</sub> en su etiqueta expresaba ser vinagre de manzana, realmente siendo vinagre de alcohol.

## 2.2 DETERMINACIÓN DEL PH

### 2.2.1 CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO

Se tomaron dos (2) vasos de precipitado de 100 mL, y se rotularon con la denominación de cada disolución tampón, y se añadió 70 mL de cada disolución, respectivamente. Se introdujo el electrodo en la disolución tampón de pH 4,00 se dejó estabilizar y se estableció el pH en el equipo potenciómetro (CRISON, BASIC 20), seguidamente se enjuagó el electrodo con abundante agua destilada. Inmediatamente, se introdujo el electrodo en la disolución tampón de pH 7,02 se dejó estabilizar y se estableció el pH en el equipo, seguidamente se enjuagó el electrodo con abundante agua destilada.

### 2.2.2 LECTURA DE LA MUESTRA

Las muestras se dejaron aclimatar a temperatura ambiente. Se agitaron suavemente evitando generar burbujas. Se tomaron tres (3) vasos de precipitado de 100 mL y se rotularon adecuadamente, a cada vaso se añadió 70 mL de muestra. Se introdujo el electrodo y se dejó estabilizar el instrumento, y se registró la lectura del instrumento. Este procedimiento se realizó por triplicado, enjuagando el electrodo para evitar contaminación entre muestras.

## 2.3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL

### 2.3.1 CALIBRACIÓN DE UNA BURETA MEDIANTE EL MÉTODO DE CORRECCIÓN POR FLOTACIÓN SEGÚN [14], [15]

En un vaso de precipitado de 500 mL, se añadió 400 mL de agua destilada y se dejó equilibrar a temperatura ambiente, se registró la temperatura para encontrar la densidad del agua y se enrasó a 0,0 mL la bureta de vidrio de  $50 \pm 0,1$  mL (Witeg, Germany Aiffini DIN B), evitando la formación de burbujas de aire. Se dejó reposar la bureta en su soporte durante unos cinco (5) minutos para comprobar que no haya escurrimientos.

Por otro lado, en una balanza analítica (OHAUS, Adventurer™) se determinó la masa de un matraz Erlenmeyer de 125 mL con su tapón, se manipuló el matraz con una tira de papel evitando manipular el conjunto con los dedos después de este pesaje para evitar que varíe su masa por la grasa que puedan dejar los dedos. Se colocó el matraz debajo de la bureta y con mucho cuidado se retiró el tapón, y se dejó fluir el líquido desde la bureta hacia el matraz, hasta alcanzar el primer intervalo del volumen nominal de agua destilada, evitando salpicar y/o humedecer el cuello del matraz y el tapón, es importante que permanezcan secos, en caso de quedar una gota adherida. Se tapó rápidamente el matraz y se registró el

volumen vertido. Seguidamente se determinó la masa del conjunto (matraz + H<sub>2</sub>O + tapón).

Se retiró el conjunto de la balanza y se llevó a la bureta retirando el tapón justo antes de añadir desde la bureta de 10 a 20 mL, y medir la masa vertida. Repetir el procedimiento para 30, 40 y 50 mL. En el procedimiento se realizaron adiciones sucesivas en el mismo matraz. Una vez terminada la recolección de datos, se calculó la masa del agua vertida ( $W_2$ ) mediante la diferencia entre esta masa ( $m_2$ ) y la masa del matraz vacío ( $m_1$ ). Según la siguiente ecuación:

$$W_2 = m_2 - m_1 \quad (5)$$

Dónde:  $W_2$ : Masa del agua vertida.

$m_2$ : Masa del conjunto Matraz+Agua+Tapón.

$m_1$ : Masa del conjunto Matraz+Tapón.

Seguidamente, se realizó la corrección por flotación de la masa (masa corregida del objeto), es decir, el peso en el vacío en gramos ( $W_1$ ). Según la siguiente ecuación:

$$W_1 = W_2 + W_2 \left( \frac{d_{aire}}{d_{obj}} - \frac{d_{aire}}{d_{Masas}} \right) \quad (6)$$

Dónde:  $W_1$ : Masa corregida del objeto.

$W_i$ : Masa del agua vertida.

$d_{aire}$ : Densidad del aire desplazado por las masas y el objeto ( $0,0012 \text{ g/cm}^3$ ).

$d_{obj}$ : Densidad del objeto (agua destilada a la temperatura del experimento).

$d_{Masas}$ : Densidad de la masa de referencia ( $8,0 \text{ g/cm}^3$ ).

Una vez obtenida la masa del agua vertida ( $W_2$ ) y el peso en el vacío en gramos ( $W_1$ ), se calculó el volumen real ( $V_{real}$ ) vertido por la bureta. Según la siguiente ecuación:

$$V_{real} = \frac{W_1}{d_{H_2O}} \quad (7)$$

Dónde:  $V_{real}$ : Volumen real vertido.

$W_1$ : Masa corregida del objeto (en gramos).

$d_{H_2O}$ : Densidad del agua destilada a la temperatura del experimento.

Seguidamente, se calculó el factor de corrección (FC). Según la siguiente ecuación:

$$FC = V_{Real} - V_{Vertido} \quad (8)$$

Dónde:  $V_{Real}$ : Volumen real vertido por la bureta.

$V_{Vertido}$ : Volumen vertido por la bureta.

Finalmente, se graficó el volumen real ( $V_{Real}$ ) o corregido que debe aplicarse como una función del volumen vertido ( $V_{Vertido}$ ) obteniéndose el valor del factor de correlación ( $R^2$ ).

### 2.3.2 ESTANDARIZACIÓN DE LA DISOLUCIÓN TITULANTE SEGÚN [14]

Se preparó 500 mL de disolución titulante de concentración aproximada a  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  a partir de hidróxido de sodio (NaOH). Esta se valoró empleando hidrogenofteralato de potasio (KHP) como patrón primario. Para ello se tomaron tres (3) matraces *Erlenmeyer* de 125 mL y se identificaron adecuadamente.

Empleado una balanza analítica (OHAUS, Adventurer™) se pesó sobre cada matraz muestras individuales entre 0,4 y 0,5 g de KHP, seguidamente se añadió 50 mL de agua destilada libre de  $\text{CO}_2$  a cada matraz y se agitó suavemente hasta disolver el patrón primario. Seguidamente, se añadieron unas gotas de fenolftaleína al 1% y agitó suavemente.

Por otro lado, en la bureta se enrasó con la disolución titulante. Se inició la valoración añadiendo cuidadosamente el NaOH desde la bureta sobre la disolución de KHP agitando constantemente hasta el punto de viraje del indicador de incoloro a rosa pálido permanente al menos durante unos 30 segundos, indicando el punto final de la titulación. Se registró el volumen añadido con la bureta leyendo el menisco a la altura de los ojos, los volúmenes añadidos se registraron y se procede a cuantificar la concentración exacta del titulante. Según la siguiente ecuación:

$$M_{NaOH} = \frac{m_{KHP}}{MM_{KHP} \times V_{NaOH}} \quad (9)$$

Dónde:  $M_{NaOH}$ : Molaridad del hidróxido de sodio ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ).

$m_{KHP}$ : Masa de KHP en el matraz en gramos (g).

$MM_{KHP}$ : Masa molecular del KHP ( $204,22 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

$V_{NaOH}$ : Volumen de hidróxido de sodio consumido en la valoración en litros (L).

### 2.3.3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL MEDIANTE ANÁLISIS VOLUMÉTRICO [14], [20]

Se tomó una bureta de vidrio de 50 (mL) y enrasó a cero con la disolución estandarizada de hidróxido de sodio (NaOH). Seguidamente se tomaron cuatro (4) matraces *Erlenmeyer* de 250 mL y se identificaron adecuadamente. Empleando una pipeta volumétrica de 5,0 mL se tomó una alícuota de vinagre y se añadió al primer matraz, seguido de 100 mL de agua destilada y unas gotas de fenolftaleína al 1%, se agitó suavemente.

Se inició la valoración añadiendo cuidadosamente el titulante agitando constantemente hasta el viraje del indicador de incoloro a rosa pálido permanente al menos durante 30 segundos, indicando el punto final de la titulación. Se registró el volumen añadido leyendo el menisco a la altura de los ojos, y se procedió a cuantificar la concentración exacta del titulante. Este procedimiento se realizó por triplicado y se realizó un blanco con agua destilada.

Se realizó el cálculo para cada una de las réplicas y se determinó su valor medio y desviación estándar. Se calculó los moles de NaOH presente en el punto de equivalencia de la valoración. Este número de moles es igual al número de moles de  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ . Según la siguiente ecuación:

$$\eta_{NaOH} = M_{NaOH} \times V_{NaOH} = \eta_{CH_3CO_2H} \quad (10)$$

Dónde:  $n_{NaOH}$ : Moles de hidróxido de sodio (NaOH),

$M_{NaOH}$ : Molaridad de la disolución de hidróxido de sodio (NaOH) estandarizada.

$V_{NaOH}$ : Volumen de hidróxido de sodio (NaOH) gastado en la valoración.

$n_{CH_3CO_2H}$ : Moles de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ).

Seguidamente, se calculó la masa de ácido acético ( $m_{CH_3CO_2H}$ ) presente en la muestra. Según la siguiente ecuación:

$$m_{CH_3CO_2H} = \eta_{CH_3CO_2H} \times MM_{CH_3CO_2H} \quad (11)$$

Dónde:  $n_{CH_3CO_2H}$ : Moles de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ ).

$MM_{CH_3CO_2H}$ : Masa molar  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  ( $60,052 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ).

Finalmente, se calculó la acidez total (% $m/v$ ). Según la siguiente ecuación:

$$\% m/v = \frac{m_{CH_3CO_2H}}{V_{muestra}} \times 100 \quad (12)$$

Dónde:  $m_{CH_3CO_2H}$ : Masa de ácido acético en gramos.

$V_{muestra}$ : Volumen de la muestra de vinagre en mL.

## 2.4 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Se registró el volumen del picnómetro ( $V_p$ ). Seguidamente, se pesó el picnómetro vacío empleado una balanza analítica (OHAUS, Adventurer™) y se registró su masa ( $m_p$ ). Luego, se enrasó el picnómetro con agua destilada (fluido de referencia) evitando la formación de burbujas en su interior, se tapó y secó el picnómetro por fuera antes de determinar su masa y registrándola como ( $m_{p+w}$ ). Se descartó el agua destilada y se curó el picnómetro con un poco de la muestra antes de enrasar, nuevamente se determinó su masa y registro su masa como ( $m_{p+d}$ ). Este procedimiento se realizó por triplicado y se realizó un blanco con agua destilada. Se realizó el cálculo para cada una de las réplicas y se determinó su valor medio y desviación estándar. Una vez terminada la recolección de datos, se calculó la densidad ver Ecuación 13.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (13)$$

Dónde:  $\rho$ : Densidad.

$m$ : Masa de la muestra en gramos (g).

$V$ : Volumen de la muestra en mililitros (mL).

## 2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el cálculo para cada una de las réplicas y se determinó su Media aritmética ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar. Empleando una hoja de cálculo de *Microsoft Excel 2010* para *Windows*. Según lo descrito por [15], las hojas de cálculo son una herramienta potente para tratar información cuantitativa. Según las siguientes ecuaciones:

Media aritmética ( $\bar{x}$ )

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (14)$$

Dónde:  $\bar{x}$ : Media aritmética.

$x_i$ : Valor numérico obtenido de la cantidad medida.

$n$ : Número de mediciones realizadas.

Desviación estándar muestral (s):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}} \quad (15)$$

Dónde:  $s$ : Desviación estándar muestral (s).

$\bar{x}$ : Media aritmética.

$x_i$ : Valor numérico obtenido de la cantidad medida.

$n$ : Número de mediciones realizadas.

## 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 pH

En la Tabla 5, se exponen los valores de pH de las diversas marcas de vinagre de alcohol doméstico, todas las muestras presentaron un valor de pH con valores ligeramente por debajo del valor máximo contemplado por la norma COVENIN 47, (1990). En consecuencia, todas las marcas cumplen con la especificación descrita en la norma.

TABLA 5

Valores del pH en vinagre de alcohol doméstico.

Muestra	pH	Desviación estándar (s)
M <sub>1</sub>	2,35	0,01
M <sub>2</sub>	2,38	0,03
M <sub>3</sub>	2,31	0,01
M <sub>4</sub>	2,06	0,02
M <sub>5</sub>	2,32	0,01
M <sub>6</sub>	2,48	0,01
M <sub>7</sub>	2,30	<0,01
M <sub>8</sub>	2,30	0,01
M <sub>9</sub>	2,30	0,01
M <sub>10</sub>	2,25	0,01

### 3.2 ACIDEZ TOTAL

#### 3.2.1 CALIBRACIÓN DE LA BURETA

En la calibración del instrumento se obtuvo una correlación entre el volumen real ( $V_{Real}$ ) como una función del volumen vertido ( $V_{Vertido}$ ) por la bureta, obteniéndose un factor de correlación de  $R^2 = 1$  (ver Figura 1), indicando que existe un fuerte ajuste lineal entre el volúmenes vertido por la bureta y el volumen indicados en su graduación, es decir, el volumen vertido por la bureta corresponde con el volumen real añadido. En consecuencia, el instrumento empleado se encuentra en óptimas condiciones.

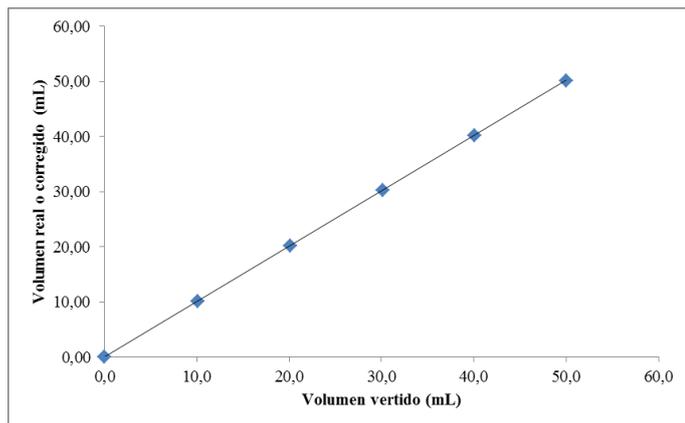


Fig. 1. Regresión lineal de la calibración de la bureta mediante el método de corrección por flotación.

### 3.2.2 ESTANDARIZACIÓN DE LA DISOLUCIÓN TITULANTE

La disolución titulante de hidróxido de sodio (NaOH) presentó una concentración de  $0,152 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  y como una medida de la incertidumbre se obtuvo la desviación estándar (s) con un valor de  $0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , que representa una dispersión muy baja en las concentraciones encontradas en la valoración del titulante. En este sentido, se considera aceptable la valoración del NaOH y su concentración es lo suficientemente confiable para su posterior uso en el análisis químico para la determinación de la acidez total en vinagre. Los resultados se presentan a continuación en la Tabla 6.

TABLA 6

Relación entre el KHP y el volumen de NaOH gastado en la valoración de titulante.

Replica	$m_{\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4}$ (g)	$V_{\text{NaOH}}$ (mL)	$M_{\text{NaOH}}$ ( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )
1	0,406	12,6	0,158
2	0,510	17,9	0,140
3	0,402	12,5	0,157

### 3.2.3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TOTAL

Como se puede observar en la Tabla 7. Según la norma COVENIN 47 [4], el vinagre de alcohol debe poseer una acidez total de 5,0%. En primer lugar,  $M_5$  presentan una acidez de  $5,0 \pm 0,01$  % considerándose la única que cumple con la norma. Por otro lado,  $M_3$ ,  $M_4$ ,  $M_9$  y  $M_{10}$ , presentan valores ligeramente por encima a la exigencia de la norma, mientras que  $M_1$ ,  $M_6$ ,  $M_7$  y  $M_8$ , presentan valores ligeramente por debajo a la exigencia de la norma. Es necesario destacar que la muestra  $M_2$ , es el producto que presentó la menor concentración de acidez total reportándose  $3,5 \pm 0,02$ %.

TABLA 7

Acidez total en diversas marcas comerciales de vinagre de alcohol doméstico.

Muestra	Acidez total (%)	Desviación estándar (%)
$M_1$	4,9	<0,01
$M_2$	3,5	0,02
$M_3$	5,4	0,03
$M_4$	5,5	0,02
$M_5$	5,0	<0,01
$M_6$	4,2	0,01
$M_7$	4,9	0,05
$M_8$	4,9	<0,01
$M_9$	5,3	0,02
$M_{10}$	5,2	0,01

### 3.2 DENSIDAD

Todas marcas de vinagre presentan una densidad comprendida entre  $1,0046$  y  $1,0073 \text{ g mL}^{-1}$  (ver Tabla 8), cumpliendo con la especificación descrita (ver Tabla 3). Siendo la muestra  $M_2$  la única marca que se encuentra por debajo del rango establecido con una densidad de  $1,0036 \text{ g mL}^{-1}$  y una desviación estándar de  $0,0003 \text{ g mL}^{-1}$ .

TABLA 8

Densidad en diversas marcas comerciales de vinagre de alcohol doméstico.

Muestra	Densidad ( $\text{g mL}^{-1}$ )	Desviación estándar ( $\text{g mL}^{-1}$ )
$M_1$	1,0067	0,0001
$M_2$	1,0036	0,0003
$M_3$	1,0060	0,0007
$M_4$	1,0073	0,0003
$M_5$	1,0058	0,0006
$M_6$	1,0046	0,0010
$M_7$	1,0048	0,0003
$M_8$	1,0056	0,0002
$M_9$	1,0067	<0,0001
$M_{10}$	1,0057	0,0004

## 4 CONCLUSIONES

Todas las marcas de vinagre de alcohol doméstico cumplen con la especificación de pH descrita en [4]. En cuanto al análisis volumétrico, la disolución titulante de hidróxido de sodio (NaOH) estandarizado, arrojó una concentración de  $0,152 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  con una desviación estándar de  $0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Con respecto a la acidez total, la muestra  $M_5$  presentó un una acidez de  $5,0 \pm 0,01$ % cumpliendo [4], por otro lado  $M_3$ ,  $M_4$ ,  $M_9$  y  $M_{10}$  presenta valores ligeramente por encima, mientras que  $M_1$ ,  $M_6$ ,  $M_7$  y  $M_8$ , presentan valores por debajo. Finalmente,  $M_2$ , presentó la menor concentración de  $3,5 \pm 0,02$ %. Todas las marcas de vinagre de alcohol doméstico presentan densidades dentro de los valores descritos por [11]. Siendo  $M_2$  se

encuentra por debajo del rango establecido con una densidad de  $1,0036 \pm 0,0003 \text{ g mL}^{-1}$ .

## 5 REFERENCIAS

- [1] R. Márquez Ortega, «Aseguramiento de la calidad y autenticación de vinos de vino mediante sensores NIRS,» UCOPress, Córdoba, 2020.
- [2] E. Durán Guerrero, «Control de los procesos de elaboración, calidad y trazabilidad del Vinagre de Jerez,» 2008. [En línea]. Available: <https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/15737/duranguerrero.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 07 Enero 2025].
- [3] Real Academia Española, «Diccionario de la Lengua Española,» 2024. [En línea]. Available: <https://dle.rae.es/vinagre>. [Último acceso: 02 Enero 2025].
- [4] COVENIN 47, «Vinagre,» FONDONORMA, Caracas, 1990.
- [5] F. Carey y R. Giuliano, Química Orgánica, Novena ed., México, D.F.: McGraw-Hill, 2014.
- [6] W. C. Frazier y D. C. Westhoff, Microbiología de los alimentos, Cuarta ed., Zaragoza: Editorial ACRIBIA, S.A., 1993.
- [7] M. Rizzotto, Diccionario de Química General e Inorgánica, Primera ed., Rosario - Argentina: Corpus Editorial y Distribuidora, 2007.
- [8] M. Intriago-Ponce, L. López-Zambrano, C. Looz-García, J. Mayorga-Zambrano y G. Zambrano-Zambrano, «Evaluación del rendimiento de vinagre obtenido de la pulpa de banano (musa paradisiaca) mediante fermentación bifásica alcohólica y acética,» *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, vol. III, n° 5, pp. 19-30, 2019.
- [9] D. Z. Watson y G. M. Brito, «Elaboración y evaluación de aceptabilidad sensorial de vinagre obtenido a partir de mermas de cerveza tipo Blonde,» *RedSal*, vol. I, n° 2, pp. 38-46, 2023.
- [10] S. Dotel, P. Pozo, C. J. Boluda y Y. Rodríguez-Rodríguez, «Evaluación de la acidez en vinagres comercializados en la República Dominicana,» 21 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://doi.org/10.22206/cac.2019.v2i2.pp43-52>. [Último acceso: 02 Enero 2025].
- [11] R. Silva Ordoñez, «Evaluación de la calidad del vinagre comercializado en la ciudad de Tingo Mara,» Perú, 2008.
- [12] COVENIN 1315, «Alimentos. Determinación del pH (Acidez Iónica) (1ra. Revisión),» FONDONORMA, Caracas, 2021.
- [13] R. Chang y K. Goldsby, Química, Duodécima ed., México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2017.
- [14] D. Skoog, D. West, F. Holler y S. Crouch, Fundamentos de química analítica, Novena ed., México, D.F.: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V., 2015.
- [15] D. Harris, Análisis Químico Cuantitativo, Tercera ed., Barcelona: REVERTÉ, 2016.
- [16] G. D. Christian, Química Analítica, Sexta ed., México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S. A. de C. V, 2009.
- [17] S. Delgado, L. Solís y Y. Muñoz, Laboratorio de Química General, México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2012.
- [18] METTLER TOLEDO®, «¿Qué es la densidad? Todo sobre la medición de la densidad: METTLER TOLEDO®,» 2024. [En línea]. Available: [https://www.mt.com/mx/es/home/applications/Application\\_Browse\\_Laboratory\\_Analytics/Density/density-measurement.html](https://www.mt.com/mx/es/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Density/density-measurement.html). [Último acceso: 07 Enero 2025].
- [19] METTLER TOLEDO®, «Medición de la densidad con balanza de laboratorio: METTLER TOLEDO®,» 2024. [En línea]. Available: [https://www.mt.com/es/es/home/applications/Laboratory\\_weighing/density-measurement.html](https://www.mt.com/es/es/home/applications/Laboratory_weighing/density-measurement.html). [Último acceso: 07 Enero 2025].
- [20] COVENIN 1151, «Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez,» FONDONORMA, Caracas, 1977.

## 6 BIOGRAFÍAS

José Castro Soto. Licenciado en Química egresado de la Universidad De Oriente (Núcleo de Sucre). Ha sido jefe de la División de Laboratorio (Gerencia de Control de Calidad - HIDROBOLÍVAR C.A.). Con más de 15 años de experiencia en educación universitaria en el Instituto Universitario de Tecnología del Mar de Fundación "La Salle" de Ciencias Naturales (IUTEMAR-FLACN) y en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Actualmente, se desempeña como Jefe del Departamento del Programa Nacional de Formación en Química (PNFQuímica) en la UPTBolívar. Actualmente participante de la Maestría en Ciencias de la Educación en la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR).

Nairobis López Martínez. Ingeniero de Minas egresada de la Universidad De Oriente (Núcleo de Bolívar), con 13 años de experiencia en Educación Universitaria en la universidad Nacional Experimental Politécnica de las Fuerzas Armada Nacional Bolivariana (UNEFA), en el Instituto Universitario de Tecnología Antonio José de Sucre extensión Ciudad Bolívar (IUTAJS) y en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar). Actualmente, se desempeña como jefe del Departamento del Programa Nacional de Formación de Sistemas de Calidad y Ambiente (PNFSCYA) en la UPTBolívar. Actualmente participante de la Maestría en Educación Ambiental en el Instituto Pedagógico de Maturín Antonio Lira Alcalá (UPEL) y en la especialización en Energía Eléctrica Mención Eficiencia Energética y Energías Alternativas en la Universidad Politécnica Territorial del Estado Bolívar (UPTBolívar).