

Aminas biógenas en vinos venezolanos

Pedro Izquierdo¹, Euclimar Céspedes², María Camacho¹, Aiza García¹,
Gabriel Torres¹ y María Piñero¹

¹Unidad de Investigación Ciencia y Tecnología de Alimentos (UDICTA), Facultad de Ciencias Veterinarias. LUZ. Apartado 15252. Maracaibo 4011, Venezuela. ²Postgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia. Apartado 15252. Maracaibo, Venezuela. E- mail: izquier@cantv.net; allara2004@hotmail.com

Resumen

El vino es producto de la fermentación del mosto de uva, donde participan microorganismos como las bacterias lácticas, capaces de descarboxilar aminoácidos libres, originando la formación de aminas biógenas. En este trabajo se determinó la presencia y concentración de aminas biógenas en vinos que se producen en Venezuela. Se analizaron 32 muestras de vino de 2 plantas productoras (A y B). La extracción de las aminas se realizó según la técnica recomendada por Gloria *et al* (1998), y la determinación por Cromatografía Líquida de Alta Resolución. El pH se midió por potenciometría. Se detectaron histamina y triptamina en todas las muestras. La concentración promedio de histamina y triptamina fue 31,863 y 26,494 mg/L para la marca A, y 33,473 y 25,103 mg/L para la marca B respectivamente. No se encontraron diferencias significativas ($P < 0,01$), para estas aminas por marca de vino. La concentración de histamina y triptamina por tipo de vino fue 37,709 y 27,627 mg/L para el vino blanco, 29,105 y 22,491 mg/L para el vino tinto respectivamente, presentando el vino blanco la mayor concentración promedio para las aminas, encontrándose diferencias significativas ($P < 0,01$), en ambos tipos de vino. El pH promedio en las muestras analizadas fue 4,0 para el vino blanco y 3,84 para el vino tinto, valores cercanos a los óptimos para la actividad de las descarboxilasas. Al comparar los resultados con los límites de la FAO/WHO para histamina, se observó que los valores están por encima de lo recomendado, lo que podría constituir un riesgo para la salud del consumidor.

Palabras clave: Aminas biógenas, vino, HPLC.

Biogenic Amines in Venezuelan Wines

Abstract

Wine is a fermented product obtained from grape worth involving the use of several microorganisms, among them, lactic bacteria capable to perform free aminoacids decarboxilation, leading to biogenic amines production. The objective of this research was to determine biogenic amines presence and concentration in Venezuelan wines. 32 samples from two different brands (A and B) were analyzed. Amine extraction was performed according to Gloria *et al.* (1998), and determination by means of high performance liquid chromatography. pH was measured with a pH meter. Histamine and thryptamine were detected in all samples. Mean concentration of histamine and thryptamine was 31.863 and 26.494 mg/L for brand A, and 33.473 and 25.103 mg/L for B respectively. No significant differences ($P < 0.01$) were found. About concentration of these amines depending of wine kind, was found 37.709 and 27.627 mg/L for white wine, 29.105 and 22.491 for red wine respectively, showing white wine higher values for amine concentration, and observing significant differences ($P < 0.01$) in both kinds of wine. Average pH in tested samples was 4.0 for white wine and 3.84 for red wine, these values are close to optimal for decarboxilating activity. When these results are compared with those reported by FAO/WHO for histamine concentration, it was observed that values are higher than the recommended, this could be a risk for consumer's health.

Key words: Biogenic amines, wine, HPLC.

Introducción

El vino es considerado como la bebida de mayor consumo a nivel mundial, especialmente en aquellos países con una importante actividad vitícola, tal es el caso de Venezuela donde la elaboración, venta y consumo de vino recientemente se ha incrementado producto del cultivo de uvas en diferentes regiones del país [5].

En la actualidad, el vino de mayor aceptación es el tinto, seguido por el blanco y el rosado. Aunque el vino blanco fue preferido durante mucho tiempo, en los últimos años se produjo un aumento en el consumo de vino tinto, debido a que éste parece tener la propiedad de reducir el riesgo de desarrollar afecciones coronarias, como consecuencia de la disminución en la concentración del colesterol sanguíneo [5, 9].

El vino es un producto fermentado obtenido a partir del mosto de uva, después de un proceso de fermentación primaria, en el cual los carbohidratos presentes son metabolizados a etanol debido a la acción de diversos microorganismos, especialmente levaduras (*Saccharomyces cere-*

visiae var ellipsoideus). Otros microorganismos implicados en la vinificación, son las bacterias lácticas (*Lactobacillus*, *Pediococcus* y *Leuconostoc*), responsables de un proceso secundario denominado fermentación maloláctica, mediante la cual el ácido L-málico es descarboxilado originando ácido L-láctico y dióxido de carbono [1, 10].

Las bacterias lácticas empleadas para la preparación de alimentos o bebidas fermentadas son capaces de producir la descarboxilación de aminoácidos libres producto de la actividad proteolítica ligada a la fermentación, originando la formación de aminas biógenas que son compuestos básicos orgánicos heterocíclicos, alifáticos o alicíclicos, de bajo peso molecular y biológicamente activas [20, 21, 27].

Las aminas biógenas encontradas comúnmente en vinos son histamina, tiramina, cadaverina, putrescina y feniletilamina. La presencia de cadaverina y feniletilamina en elevadas concentraciones pudiera ser indicativo del uso de materias primas de baja calidad y condiciones inapropiadas durante la maduración y almacenamiento del vino [3, 21, 22, 31].

El consumo de vinos que contienen altas concentraciones de aminas biógenas puede causar efectos toxicológicos, vasoactivos y psicoactivos. Los síntomas aparecen pocas horas después de haber ingerido el alimento y pueden persistir por varios días, presentándose síntomas cutáneos (salpullido, urticaria, edema, inflamación localizada), gastrointestinales (nauseas, vómitos, diarreas) y neurológicos (jaqueca, dolor de cabeza, quemaduras bucales, sudor y acaloramiento) [3, 21]. Los efectos tóxicos ocasionados por estas aminas van a depender de su concentración en el alimento, actividad aminoxidasa, número de aminas presentes y condición fisiológica del individuo [31, 34].

Las concentraciones elevadas de aminas biógenas en un alimento, aunado a la presencia de nitritos, pueden ser predisponentes para la producción de nitrosaminas, sustancias de comprobada acción carcinogénica [31].

No existe un valor promedio del límite máximo permisible de aminas biógenas en vinos por la Unión Europea, encontrándose en cada país distintos valores aceptados como niveles máximos. En Alemania 2 mg/L, Bélgica 5-6 mg/L, Suiza y Austria 10 mg/L, Francia 8 mg/L y en Holanda 3 mg/L, sin lograrse un consenso en cuanto a este parámetro [10, 12, 21, 30].

Resulta difícil establecer el límite máximo de la cantidad de aminas biógenas en vino, ya que depende de la concentración individual de cada amina presente. Leitao *et al.* [21] han sugerido un límite máximo de 8 mg/L para la concentración de aminas totales en vino; sin embargo, otros autores [10, 12, 30] han sugerido un límite para la concentración de histamina de 2 mg/L.

En Venezuela, el consumo de vino ha aumentado desde la década de los 80, cuando fue fundada la primera bodega. Ésta se encuentra activa desde 1986, pero inició la comercialización del vino a partir de 1990; produjo en 1996 más de 3 millones de litros, obteniéndose en la actualidad una producción de 400 mil cajas de vino al año [5]. A pesar del crecimiento de la industria vitícola no se tiene información referente al contenido de aminas biógenas en los vinos nacionales.

Debido a la posibilidad de que en las bebidas fermentadas, como el vino, estén presentes aminas biógenas en concentraciones que puedan afectar la salud del consumidor, surge la necesidad de realizar este estudio en vinos tintos y blancos producidos en Venezuela, con el objetivo de conocer la presencia y el contenido de aminas biógenas (histamina, tiramina, cadaverina, putrescina, espermidina, espermina y triptamina), así como el pH presente en los vinos de mayor consumo producidos en Venezuela.

Materiales y métodos

Muestras

Se seleccionaron muestras de vinos tinto y blanco elaborados en Venezuela, pertenecientes a 2 cosechas del mes de marzo de 2 años sucesivos, obtenidas en 2 plantas productoras ubicadas en la región occidental del país, identificadas como marcas A y B. De cada marca se seleccionaron al azar un total de 8 botellas de vino blanco y 8 de vino tinto, de diferentes lotes de elaboración, para un total de 32 muestras, las cuales fueron transportadas al laboratorio para su análisis.

Determinación de Aminas Biógenas

Extracción de Aminas Biógenas

Esta extracción fue realizada siguiendo la metodología recomendada por Gloria *et al.* [12], que consistió en transferir 5 mL de cada muestra de vino a un tubo de ensayo, donde se adicionó 1 mL de hidróxido de sodio (NaOH) 5 N. A esta mezcla fue agregado carbonato de sodio (Na_2CO_3) 5 N en exceso, luego se agitó y se añadieron 6 mL de alcohol-butílico para la extracción de la fase orgánica. La fase acuosa fue extraída 2 veces; al extracto butanólico se le agregaron 5 mL de ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N, con la finalidad de acidificar el medio.

Formación de Derivados Fluorescentes

La formación de derivados fluorescentes se realizó utilizando la técnica de Eerola *et al.* [8]. A 1 mL de la muestra anteriormente extraída, se le adicionaron 200 L de solución de NaOH 2 N y 300 L de buffer bicarbonato de sodio (NaHCO_3) saturado. Seguidamente, se añadió 2 mL de solución de cloruro de dansilo (1 mg/mL preparado en acetona) y la mezcla fue llevada a baño María a 40°C por 45 minutos. Posteriormente, se removió el exceso de cloruro de dansilo residual adicionando 100 L de amoníaco puro. A los 30 minutos esta mezcla fue ajustada a un volumen de 5 mL con acetonitrilo y se centrifugó por 5 minutos a 2500 rpm. De este derivado se inyectaron 20 L en el HPLC.

Preparación de Estándares

Se preparó un estándar de 40 mg/L de las aminas histamina, tiramina, putrescina, espermidina, espermina, triptamina y cadaverina (Sigma Chem, Co. USA), disueltos en ácido perclórico 0,1 M. La derivatización de los estándares se realizó de la misma forma que las muestras.

Especificaciones del Cromatógrafo Líquido

Se utilizó un equipo de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) constituido por una válvula de inyección manual marca Rheodyne, dos bombas marca Shimadzu modelo LC-6A, una columna de fase reversa marca Merck RP-18 Lichrospher (12,5 cm x 4,5 mm Ø x 5 m), un detector Shimadzu UV-Vis (SPD-6AV) ajustado a una longitud de onda (λ) de 254 nm y 0,08 AUFS. Los análisis se realizaron a temperatura ambiente (28°C). El flujo fue de 1 mL/min y el volumen de inyección de 20 L. Para el análisis de los datos fue utilizado un software cromatográfico Class VP, marca Shimadzu.

La fase móvil estuvo constituida por un solvente A compuesto por acetato de amonio 0,1 M y acetonitrilo (50:50), y un solvente B constituido por acetonitrilo. La composición inicial de la fase móvil fue 80% de solvente A y 20% de B. El gradiente consistió en un incremento lineal de solvente B de 0 a 80% en 19 minutos. Esta composición se mantuvo durante 3 minutos. Finalmente se disminuyó la proporción del solvente B hasta llegar al 20% en 10 minutos.

Identificación y Cuantificación de Aminas Biógenas

La identificación de las diferentes aminas en las muestras, se realizó comparando el tiempo de retención de éstas en la muestra con la del estándar de referencia.

La cuantificación de las aminas biógenas se realizó por el método del estándar externo, por medio de la comparación de áreas con los estándares de referencia.

Determinación de pH

El pH se determinó utilizando un potenciómetro marca OAKTON pH 510 series.

Análisis Estadístico

El experimento fue realizado bajo un diseño experimental totalmente al azar y basado en el Modelo Aditivo Lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + t_j + (Pt)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación de la variable respuesta.

μ = media general de la población.

P_i = efecto de la marca.

t_j = efecto del tipo.

$(Pt)_{ij}$ = efecto de la interacción entre marca y tipo.

E_{ijk} = componente del error experimental.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis Systems). Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el comportamiento del contenido de aminas biógenas en diferentes marcas y tipos de vinos [25, 28]. Las diferencias significativas fueron declaradas a un nivel del 1% de probabilidad.

Resultados y Discusión

La Figura 1 muestra un cromatograma de un estándar de 100 mg/L de las aminas biógenas triptamina, putrescina, cadaverina, histamina, tiramina, espermidina y espermina. Los tiempos de retención (expresados en minutos) fueron triptamina 3,875; putrescina 5,958; cadaverina 7,083; histamina 7,742; tiramina 11,658; espermidina 17,642 y espermina 21,925. El límite de detección de la técnica fue de 1 mg/L para histamina, tiramina, espermina, espermidina y cadaverina, y de 2 mg/L para putrescina y triptamina. El porcentaje de recuperación varió entre 84,2 y 100,7% dependiendo del analito. En cuanto a la preci-

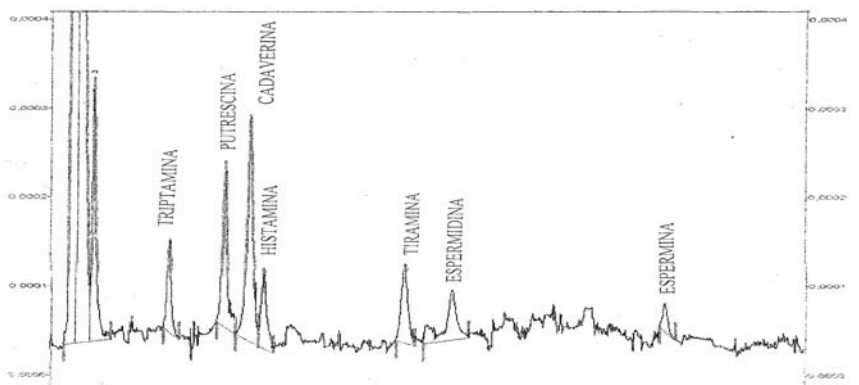


Figura 1. Cromatograma de un estándar de 100 mg/L de las aminas biógenas triptamina, putrescina, cadaverina, histamina, tiramina, espermidina y espermina en las condiciones experimentales.

sión, el coeficiente de variación estuvo entre 3,9 y 18,9, todas las aminas tuvieron coeficientes de correlación en las curvas de regresión lineal superiores a 0,99.

De las 7 aminas biógenas estudiadas, tanto en el vino blanco como en el tinto, se detectaron histamina y triptamina en el 100% de las muestras analizadas. Al respecto, se ha reportado que la histamina es la amina biógena más frecuentemente encontrada en vinos [22], además de putrescina, tiramina, y feniletilamina [21]. Otras investigaciones [4, 12, 13, 14, 17, 24, 37] han reportado la presencia de triptamina, así como de otras aminas con una frecuencia entre 75 y 100%.

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los reportados por Soufleros *et al.* [32] para histamina, quienes la detectaron en la totalidad de las 135 muestras de vino analizadas, pero difieren de otros autores [12, 24, 38] quienes han reportado ausencia de triptamina en vinos portugueses, americanos, canadienses, europeos y chinos.

Por su parte, Soufleros *et al.* [33] en vinos de Grecia, reportaron etilamina y putrescina como las aminas biógenas prevalentes en el 93% y 92% de las muestras, respectivamente, cadaverina y metilamina en el 79% y 75%, seguidas de tiramina, en el 70%, histamina 54%, espermina 42%, espermidina y feniletilamina 32%. Díaz *et al.* [7], en 38 muestras de vinos tintos de Argentina, reportaron que putrescina, histamina y tiramina representaron el mayor porcentaje del total de aminas biógenas, y fueron detectadas en el 100%, 95% y 91%, y cadaverina estuvo presente sólo en el 32% de las muestras. Por su parte, Zhijun *et al.* [38] analizaron en el 2007, 38 muestras de vino tinto de 5 regiones de China, reportando putrescina en el 100% de las muestras, seguida de feniletilamina 84,2%, espermidina 60,5%, histamina 57,8%, tiramina 57,8%, cadaverina 47,4% y espermina 36,8%.

Las condiciones que favorecen la presencia de aminas biógenas en vino no están completamente claras. Arce *et al.* [3] han propuesto que la formación de estos compuestos está asociada a la acción de las bacterias involucradas en la fermentación maloláctica, otras posibles causas serían que estén presentes en el mosto y que sean formadas por levaduras durante la fermentación alcohólica; sin embargo, Lafon [18] refiere que esta fermentación no es responsable de la acumulación de histamina en vino. Al respecto Hernández *et al.* [16] estudiaron en el 2006 los cambios relacionados con la fermentación maloláctica en mostos y vinos de dos variedades diferentes de uvas, concluyendo que histamina y cadaverina se forman principal-

mente durante la fermentación alcohólica y que la fermentación maloláctica tiene poca influencia en la formación de las aminas biógenas.

En la Tabla 1 se presentan las concentraciones promedio (mg/L) de las aminas biógenas por marca de vino, siendo la concentración de histamina en la marca A de 31,863, mientras que en la B fue de 33,473. Por otra parte, la concentración de triptamina (mg/L) fue menor que la de histamina en ambas marcas, 26,494 en A y 25,103 en B, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas para la concentración de estas aminas por efecto de la marca. Concentraciones similares de histamina reportaron Gloria y Lethonen [13, 19], con promedios que van desde 50 a 54 mg/L.

Tabla 1. Concentración promedio (mg/L) de histamina y triptamina por efecto de la marca de vino.

Marca	Amina biógena	
	Histamina	Triptamina
A	31,863	26,494
B	33,473	25,103

Estos resultados son importantes desde el punto de vista de salud pública, debido a que una concentración de histamina superior a 8 mg/L puede causar dolor de cabeza cuando se consumen grandes cantidades de vino [26]. La presencia de elevadas concentraciones de histamina ha sido asociada con otros efectos adversos como náuseas, erupción cutánea, dificultad para respirar, diarrea, vómito, problemas cardíacos e intestinales, así como también crisis hipertensivas; efectos que pueden ser particularmente serios en pacientes con una actividad reducida de la aminoxidasa, que está relacionada con la degradación de las aminas [33]. En cuanto a la concentración de triptamina en vino, se han reportado valores no detectables o muy bajos [24, 30]; Anli *et al.* [2] encontraron entre 0,4 y 8,8 mg/L de triptamina en vino tinto proveniente de diferentes regiones de Turquía. Aunque esta amina produce efectos tóxicos similares a la histamina, no se conocen reportes de intoxicación por triptamina [6].

Los resultados obtenidos difieren de estudios realizados por Mafra *et al.* [23] que reportan valores de histamina de 0,068 mg/L. Anli *et al.* [2] encontraron concentraciones de histamina en vino tinto de diferentes regiones de Turquía en un rango de 0,03 a 2,8 mg/L. Por su parte, Leitao *et al.* [21] reportaron que la mayoría de los vinos blancos portugueses parecen ser seguros desde el punto de vista de sa-

lud pública pues sólo el 6,5% presentó contenidos de histamina mayor de 8 mg/L; en relación con los vinos tintos, donde el 45% presentó concentraciones de histamina mayores de 8 mg/L, lo que significa que algunos de esos vinos podrían representar un riesgo para el consumidor.

Herbert *et al.* [15] analizaron 209 muestras de vinos y mostos de la subregión de Alentejo (Portugal), encontrando bajas concentraciones de aminas biógenas; las aminas cadaverina, triptamina, feniletilamina e isoamilamina estuvieron por debajo del límite de detección del método usado. Díaz *et al.* [7], quienes analizaron el perfil de aminas biógenas en 38 muestras de vinos tintos de Argentina, reportaron que la concentración total promedio fue 6,46 mg/L, con valores de triptamina entre 0-3,49, feniletilamina 0-1,71, putrescina 0,61-14,21, cadaverina 0-0,39, histamina 0-5,22, tiramina 0-5,38 y espermidina 0-0,60 mg/L. Los vinos analizados estuvieron por debajo de los límites máximos recomendados, siendo las bajas concentraciones de cadaverina y putrescina indicativo de buenas condiciones sanitarias.

Zhijun *et al.* [38] en 38 muestras de vino tinto de 5 regiones de China reportaron concentraciones de feniletilamina entre 0-4,58, histamina 0-10,51, tiramina 0-9,13, putrescina 0-12,98, cadaverina 0-19,01, espermina 0-2,64 y espermidina 0-3,82 mg/L. Soufleros *et al.* [33], reportaron bajas concentraciones de histamina en vinos de Grecia, con valores inferiores a 2 mg/L en el 95% de las 100 muestras analizadas.

Tal como se muestra en la Tabla 2, las concentraciones promedio (expresadas en mg/L) de histamina y triptamina detectadas en el vino blanco y tinto. La concentración de histamina (37,709 y 27,627 mg/L) fue mayor que la de triptamina (29,105 y 22,491 mg/L) en ambos tipos, presentando el vino blanco la mayor concentración promedio para las dos aminas. El análisis de la varianza detectó diferencias significativas ($P < 0,01$) por efecto del tipo de vino.

A pesar de lo señalado por Gerbaux [11] en relación a que los vinos blancos son generalmente más ácidos y contienen concentraciones de aminas biógenas más bajas que los vinos tintos, los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los reportados por Soufleros *et al.* [32], quienes reportaron valores promedios de histamina para vino blanco (47,7 mg/L) y tinto (32 mg/L). Por su parte, Soufleros *et al.* [33] no encontraron diferencias significativas en la concentración de aminas biógenas en 3 tipos de vino (tinto, blanco y rosado), con valores desde trazas hasta 4,76 mg/L.

Tabla 2. Concentración promedio (mg/L) de histamina y triptamina por efecto de tipo de vino.

Tipo	Histamina	Triptamina
Blanco	37,709 ^b	29,105 ^b
Tinto	27,627 ^a	22,491 ^a

Medias seguidas de letras distintas son diferentes significativamente ($P < 0,01$).

En la Tabla 3, se muestran las concentraciones promedio de histamina y triptamina (mg/L) por marca y tipo de vino. Para la variable histamina, la marca A presentó valores de 40,467 y 23,259 mg/L para vino blanco y tinto respectivamente. Por otra parte la marca B, presentó valores de 34,950 y 31,995 mg/L para los dos tipos de vinos analizados, por lo que el análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P < 0,01$), para las dos marcas y para ambos tipo de vino. En relación con el efecto de la marca y tipo de vino sobre las concentraciones promedio de triptamina, éstas variaron entre 22,295 y 30,693 mg/L, donde el análisis estadístico mostró que no existen diferencias significativas para la concentración de triptamina entre los tipos de vino y en ambas marcas.

Se ha reportado que la concentración de histamina en vinos aumenta a valores de pH cercano a 3,77; en el presente estudio se encontraron valores promedios entre 3,79-4,12 (Tabla 4); el vino blanco presentó mayor pH, con un promedio de 4,0, en relación con el vino tinto, 3,84.

Según Silla [30], la concentración de histamina y triptamina en vino puede estar influenciada por factores como el pH, el cual puede potenciar el crecimiento de las bacterias lácticas productoras de aminas biógenas. Se puede encontrar una población elevada de bacterias ácido lácticas en el vino varios meses después de la vinificación. Aún si no están en crecimiento, esta población sobrevive en estado latente y es metabólicamente activa, y produce histamina. Más aún se ha demostrado que las cepas de bacterias ácido lácticas que tienen capacidad descarboxilante podrían sobrevivir más tiempo que las que no tienen esa capacidad [22]. El pH óptimo para la actividad descarboxilasa es de 4,0-5,5 [30].

El pH es el factor más importante que determina no sólo la actividad biológica de la bacteria en el vino, sino su variedad. A mayor pH, más compleja es la microflora bacteriana, debido a que el pH actúa como factor selectivo de los microorganismos en el vino. A mayor pH, se producen aminas biógenas en mayor concentración, como consecuencia de un crecimiento total mayor, y de una mayor di-

Tabla 3. Concentración promedio (mg/L) de histamina y triptamina por efecto de marca y tipo de vino.

Marca	Tipo	Histamina	Triptamina
A	Blanco	40,467 ^c	30,693 ^a
	Tinto	23,259 ^a	22,295 ^a
B	Blanco	34,950 ^{bc}	27,518 ^a
	Tinto	31,995 ^b	22,687 ^a

Medias seguidas de letras distintas son diferentes significativamente ($P < 0,01$).

Tabla 4. Valores de pH por marca y tipo de vino.

Marca	Tipo	
	Blanco	Tinto
A	3,88	3,79
B	4,12	3,89

versidad microbiana [22]. En el presente estudio el vino blanco presentó mayores valores de pH y mayores concentraciones de las aminas biógenas detectadas, en comparación con el vino tinto.

Las concentraciones de histamina detectadas en los vinos analizados son inferiores a los reportados en diversas investigaciones [12, 19, 34] realizadas en vinos europeos y americanos. En éstas se encontraron concentraciones de 30, 50 y 54,4 mg/L; así como Vásquez *et al.* [35] quienes reportan concentraciones de 8,72 mg/L para vinos tintos. Estos investigadores sugieren que las altas concentraciones de histamina encontrada en los vinos se deban al pH (3,70) en el cual la producción de ésta se ve favorecida, debido a que se facilita el crecimiento bacteriano, lo que explicaría las altas concentraciones de histamina encontradas.

Aunado a esto, es posible que el proceso de manufactura y contaminación de la materia prima pueda favorecer el desarrollo de esta amina en el vino [12, 29, 30]. Las concentraciones significativas de aminas biógenas son el resultado de fermentaciones no controladas, tales como: existencia de condiciones favorables para el desarrollo de microorganismos causantes de deterioro, uso de cultivos o microflora cuya actividad descarboxilante no ha sido evaluada [33].

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio con los límites establecidos por la FAO/WHO para histamina se puede observar que los valores están por encima de lo recomendado, ya que se ha establecido como límite máximo 2 mg/L en bebidas alcohólicas [10, 12, 30]. En general, la presencia de aminas biógenas en concentraciones superio-

res a las recomendadas resulta preocupante, ya que estas moléculas en particular la histamina, pueden causar efectos tóxicos. Aunado a ello, los efectos producidos por la histamina pueden potenciarse con la presencia de otras aminas como la triptamina [36].

Consideraciones Finales

- Las aminas biógenas encontradas en los vinos tintos y blancos estudiados, fueron histamina y triptamina.
- El vino blanco presentó concentraciones de histamina y triptamina significativamente mayores que el vino tinto en las marcas estudiadas.
- La concentración promedio de histamina en los vinos analizados, supera los valores promedios reportados como límites tóxicos, por lo que su consumo podría afectar la salud del consumidor.

Recomendaciones

- Evaluar la calidad sanitaria de la materia prima e identificar los puntos críticos de control durante la elaboración de vino, para prevenir la formación y acumulación de aminas.
- Establecer los límites tolerables por el hombre para aminas biógenas en vinos venezolanos, para así elaborar las normativas que permitan controlar su presencia.
- Evaluar la capacidad de producción de aminas biógenas por parte de los cultivos iniciadores empleados en la fermentación de vinos.

Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de La Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) por el financiamiento de esta investigación.

Referencias Bibliográficas

- [1] AMERINE, M.; BERG, H.; KUNKEE, R.; OUGH, C.; SINGLETON, V.; WEEB, A. (1980). **Technology of Wine Making**. Fourth edition. AVI publishing Company, INC. Westport, Connecticut. p.p. 666-714.
- [2] ANLI, R.; VURAL, N.; YILMAZ, S.; VURAL, Y. (2004). The determination of biogenic amines in Turkish red wines. **J Food Comp Anal.** 17:53-62.
- [3] ARCE, L.; RÍOS, A.; VALCÁRCEL, M. (1998). Direct determination of biogenic amines in wine by integrating continuous flow clean-up and capillary electrophoresis with indirect UV detection. **J Chromatogr A.** 803 (1-2): 249-260.
- [4] BUTEAU, C.; DUISCHAEVER, C.; ASHTON, G. (1984). A study of the biogenesis of amines in a Villard Noir Wine. **Am J Enol Vitic.** 35: 228-236.
- [5] CENTRO DE DESARROLLO VITÍCOLA TROPICAL. (2002). V Seminario de Viticultura y Enología Tropical (Documento en línea). Disponible: <http://www.centrovitico-la.org.ve>.
- [6] CHANG, S.; AYRES, J.; SANDINE, W. (1985). Analysis of Cheeses for histamine, tyramine, tryptamine, histidine, tyrosine and tryptophane. **J Dairy Sci.** 68 (11): 2840-2846.
- [7] DÍAZ, E.; SANTAMARÍA, C.; GOZZI, M.; FERRARI, A. (2006). Biogenic amines in Argentine wines. Abstracts/ Toxicology Letters 164S S1-S324. p. 22-24.
- [8] EEROLA, S.; HINKKANEN, R.; LINDFORS, E.; HIRVI, T. (1993). Liquid chromatographic determination of biogenic amines in dry sausages. **J AOAC Int.** 76 (3):575-577.
- [9] ESCUDERO, A.; ASENSIO, E.; CACHO, J.; FERREIRA, V. (2002). Sensory and chemical changes of young white wines stored under oxygen. An assessment of the role played by aldehydes and some other important odorants. **Food Chem.** 77 (3): 325-331.
- [10] GARCÍA, M.; ZUÑIGA, M.; URUBURU, F. (1992). Revisión: El metabolismo y el control de las bacterias lácticas en el vino. **Rev Esp Cienc Tecnol Alim.** 32 (3): 233-268.
- [11] GERBAUX, V.; MONANY, C. 2000. Les amines biogènes dans les vins de Bourgogne. Teneurs, origine et maîtrise dans les vins. **Rev Fr Oenol** 183: 25-28.
- [12] GLORIA, M.; WATSON, B.; SARKADI, L.; DAESCHEL, M. (1998). A survey of biogenic amines in Oregon Pinot noir and Cabernet Sauvignon wines. **Am J Enol Vitic.** 49 (3):279-282.
- [13] GLORIA, B.; IZQUIERDO, M. (1999). Levels and significance of biogenic amines in Brazilian beers. **J Food Comp Anal.** 12(2): 129-136.
- [14] HAJOS, G.; SASS, A.; BARDOCZ, S.; SZERDAHELYI, E. (2000). Changes in Biogenic amine content of Tokaj grapes, wines and Aszu-wines. **J Food Sci.** 65 (7): 1142-1144.
- [15] HERBERT, P.; CABRITA, M.; RATOLA, N.; LAUREANO, O.; ALVES, A. (2005). Free amino acids and biogenic amines in wines and musts from the Alentejo region. Evolution of amines during alcoholic fermentation and relationship with variety, sub-region and vintage. **J Food Engineering.** 66: 315-322.
- [16] HERNÁNDEZ, P.; PEÑA, A.; IBARZ, M.; CACHO, J.; FERREIRA, V. 2006. Determination of the biogenic amines in musts and wines before and after malolactic fermentation using 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl carbamate as the derivatizing agent. **J Chrom. A.** 1129: 160-164.
- [17] HYOTYLAINEN, T.; SAVOLA, N.; LEHTONEN, P.; RIEKKOLA, M. (2001). Determination of Biogenic amines in wine by multidimensional liquid chromatography with online derivatisation. **Analyst.** 126(12): 2124-2127.
- [18] LAFON-LAFOURCADE, S. (1996). **Headache and wine. Proceedings of the symposium on wine and health.** Reno, Nevada: American Society for Enology and Viticulture. p.p. 29-43.
- [19] LEHTONEN, P. (1996). Determination of amines and amino acids in wine. A review. **Am. J Enol Vitic.** 47(2): 127-133.
- [20] LEITAO, M.; TEIXEIRA, H.; BARRETO, M.; ROMAO, M. (2000). Biogenic amines occurrence in wine. Amino acid decarboxylase and proteolytic activities expression by *Oenococcus oeni*. **J Agric Food Chem.** 48(7): 2780-2784.
- [21] LEITAO, M.; MARQUES, A.; ROMAO, M. (2005). A survey of biogenic amines in commercial Portuguese wines. **J Food Control.** 16: 199-204.
- [22] LONVAUD, A. (2001). Biogenic amines in wines: role of lactic acid bacteria. **FEMS Microbiol Lett.** 199(1): 9-13.
- [23] MAFRA, I.; HERBERT, P.; SANTOS, L.; BARROS, P.; ALVES, A. (1999). Evaluation of biogenic amines in some Portuguese quality wines by HPLC fluorescence detection of OPA derivatives. **Am J Enol Vitic.** 50 (1): 128-132.
- [24] MAIJALA, R.; EEROLA, S. (1993). Contaminant lactic bacteria of dry sausages produce histamine and tyramine. **Meat Sci.** 35: 387-395.
- [25] MONTGOMERY, D.; RUNGER, G. (1996). **Probabilidad y Estadística. Aplicadas a la Ingeniería.** Editorial McGraw-Hill Interamericana de Editores, S. A de C. V. México. p.p. 175-228.
- [26] RADLER, F.; FÁTHK. (1991). Histamine and other biogenic amines in wines. En Proceedings of the Internacional Symposium on Nitrogen in grapes and Wine (pp. 185-195). Davis, CA: American Society for Enology and Viticulture.
- [27] ROMERO, R.; GÁZQUEZ, D.; BAGUR, M.; SÁNCHEZ, M. (2000). Optimization of chromatographic parameters for the determination of biogenic amines in wines by reversed-phase high-performance liquid chromatography. **J Chromatogr A.** 871(1): 75-83.
- [28] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. (1985). **SAS user's guide: statistic.** 5th edition. Cary, North Carolina. USA.

- [29] SHALABY, A. (1995). Multidetecion, semiquantitative method for determinin biogenic amines in foods. **Food Chem.** 52: 367-372.
- [30] SILLA, M. (1996). Biogenic amines: their importance in foods. **Int J Food Microbiology.** 29(2-3): 213-231.
- [31] SOLEAS, G.; CAREY, M.; GOLDBERG, D. (1999). Method development and cultivar-related differences of nine biogenic amines in Ontario Wines. **Food Chem.** 64(1): 49-58.
- [32] SOUFLEROS, E.; BARRIOS, M.; BERTRAND, A. (1998). Correlation between the content of biogenic amines and other wine compounds. **Am J Enol Vitic.** 49. (3): 266-278.
- [33] SOUFLEROS, E.; BOULOUMPASI, A.; ZOTOU, A.; LOUKOU, Z. (2007). Determination of biogenic amines in Greek wines by HPLC and ultraviolet detection after dansylation and examination of factors affecting their presence and concentration. **Food Chem.** 101: 704-716.
- [34] STRATTON, J.; HUTKINS, R.; TAYLOR, S. (1991). Biogenic amines in cheese and other fermented food: A Review. **J. Food Prot.** 54 (6): 460-470.
- [35] VÁZQUEZ, M.; IÑIGUEZ, M.; GONZÁLEZ, M.; GONZÁLEZ, A. (1998). Biogenic amines in Rioja wines. **Am J Enol Vitic.** 49 (3): 229.
- [36] WOLLER, R. (2005). Amines biogenes: presencia en el vi efectes en l'organisme. **Ace Revista d'Enologia.** 70: 9-13.
- [37] ZEE, J.; SIMARD, R.; L'HEUREUX, L. ; TREMBLAY, J. (1983). Biogenic amines in wine. **Am J Enol Vitic.** 34(1): 6-9.
- [38] ZHIJUN, L.; YONGNING, W.; GONG, Z.; YUNFENG, Z.; CHANGHU, X. 2007. A survey of biogenic amines in Chinese red wines. **Food Chem.** 105: 1530-1535.
-