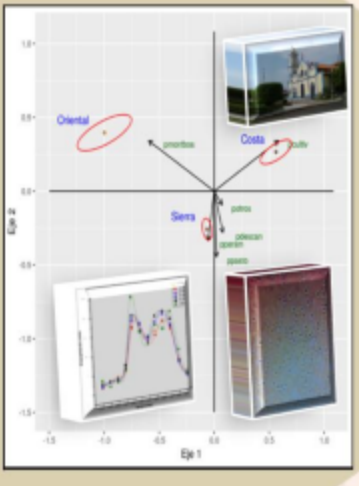
Bases de la Ciencia

Revista Científica - Instituto de Ciencias Básicas



Publicado: 31-8-2019

Mayo-Agosto 2019
ISSN 2588-0764
Vol. 4 Num. 2

Revista Bases de la Ciencia

Universidad Técnica de Manabí
Instituto de Ciencias Básicas

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Índice

Ciencias Químicas

Perfil fisicoquímico de vino blanco producido con cepas resultantes de la fusión de protoplastos de levaduras (SACCHAROMYCES CEREVISIAE Y HANSENIASPORA GUILLIERMONDII) 1
Karelen Araujo, Ana Cáceres, Maria Berradre, Zulay Mármol, Johanna Raga, Marisela Rincón

Indicadores de cambio climático en las precipitaciones 21
Maiquel López Silva, Dayma Carmenates Hernández, Luis Valero Freyre, Lizmay López Fernández

Evaluación del perfil aromático de vino blanco producido con cepas resultantes de la fusión de protoplastos de levaduras 35
Maria Berradre, Ana Cáceres, Zulay Mármol, Johanna Raga, Marisela Rincón, Karelen Araujo

Ciencias Matemáticas

Aspectos teóricos del MANOVA-BIPLOT y su aplicación a los usos del suelo en la ESPAC-2016 51
Rafael Isidro Amaro, Ernesto Antonio Ponsot Balaguer, Zenaida Natividad Castillo, Wilfred Machado

Estadística multivariante para la caracterización sectorial según la infraestructura de las viviendas en San Carlos de Zulia 73
Lelly María Useche Castro, Olga Lilian Mendoza Talledo, Rosalba Karen Bravo Saltos, Miguel Ángel Lapo Palacios

Guía de autores 91

Créditos 102

Revista Bases de la Ciencia - ISSN 2588-0764

Publicación Cuatrimestral. Vol. 4, No 2, Mayo/Agosto, 2019, Ecuador (p. 1-20)

Ciencias Químicas

Artículo de Investigación

PERFIL FISICOQUÍMICO DE VINO BLANCO PRODUCIDO CON CEPAS RESULTANTES DE LA FUSIÓN DE PROTOPLASTOS DE LEVADURAS (SACCHAROMYCES CEREVISIAE Y HANSENIASPORA GUILLIERMONDII)

Dra. Karelen Araujo[1*], Dra. Ana Cáceres[2], Dra. María Berradre[3], MSc. Zulay Mármol[1], MSc. Johanna Raga[1], MSc. Marisela Rincón[1].

[1]Laboratorio de Tecnología de Alimentos y Fermentaciones Industriales. Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia. Venezuela.
[2]Laboratorio de Desarrollo de Métodos de Análisis. Departamento de Química. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Venezuela.
[3]Laboratorio de Alimentos. Departamento de Química. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Venezuela.
*Autor para correspondencia: karelenaraujo@gmail.com

Recibido: 16-01-2019 / Aceptado: 20-5-2019 / Publicación: 31-08-2019

Editor Académico: Dr. Máximo Aurelio Gallignani Bernardi

RESUMEN

El sector vitivinícola mundial se encuentra inmerso en un importante proceso de actualización y renovación. En este contexto es interesante resaltar la actividad y la innovación de muchas bodegas que experimentan con nuevas variedades de uva, la utilización de uvas y levaduras autóctonas, así como con nuevas tecnologías para producir vinos más adaptados al gusto del consumidor. Todos estos cambios conllevan al desarrollo de nuevos productos con propiedades únicas que requieren de un estricto control de calidad. El objetivo del presente trabajo es determinar el perfil fisicoquímico de un vino blanco producido mediante fermentación alcohólica de cepas resultantes de la fusión intergénica de protoplastos de la levadura autóctona *Saccharomyces cerevisiae* SCVMLUZ 2008 y la levadura comercial *Hanseniaspora guilliermondii* CECT 11102 (Colección Española de Cultivos Tipo). Se realizaron vinificaciones en blanco con mosto de uva de la variedad Malvasía. Se realizaron los siguientes análisis físico-químicos como sólidos solubles, azúcares, pH, densidad relativa, acidez titulable y volátil, dióxido de azufre total, dióxido de azufre libre y etanol. La cinética de consumo de los azúcares fue más rápida en los bioprocesos realizados con S. cerevisiae y la levadura híbrida (SCHLUZ2014). Todas las levaduras de estudio consumieron glucosa a mayor velocidad que fructosa. Los resultados obtenidos indican que el vino obtenido con la cepa híbrida cumple con los estándares establecidos por las Organizaciones Nacionales e Internacionales.

Palabras clave: vino blanco, levadura hibrida, consumo de azucares, características fisicoquímicas.

PHYSICOCHEMICAL PROFILE OF WHITE WINE PRODUCED WITH STRAINS RESULTING FROM THE FUSION OF YEAST PROTOPLASTS (SACCHAROMYCES CEREVISIAE AND HANSENIASPORA GUILLIERMONDII)

ABSTRACT

The world wine sector is immersed in an important process of updating and renewal. In this context, it is interesting to highlight the activity and innovation of many wineries experimenting with new grape varieties, the use of native grapes and yeasts, as well as new technologies to produce wines more adapted to the taste of the consumer. All these changes lead to the development of new products with unique properties that require a strict quality control. The objective of this work is to determine the physicochemical profile of white wine produced by alcoholic fermentation of strains resulting from the intergenic fusion of protoplasts of the indigenous yeast *Saccharomyces cerevisiae* SCVMLUZ 2008 and the commercial yeast *Hanseniaspora guilliermondii* CECT 11102 (Colección Española de Cultivos Tipo) White vinifications were made with grape must of the Malvasia variety. The following physical-chemical analyzes were carried out: soluble solids, sugars, pH, relative density, titratable and volatile acidity, total and free sulfur dioxide and ethanol. The kinetics of sugar consumption was faster in the bioprocesses performed with *S. cerevisiae* and the hybrid yeast (SCHLUZ2014). All the study yeasts consumed glucose at a faster rate than fructose. The results obtained indicate that the wine obtained with the hybrid strain complies with the standards established by the National and International Organizations.

Key words: Key words: white wine, hybrid yeast, consumption of sugars, physicochemical characteristics.

PERFIL FÍSICO-QUÍMICO DO VINHO BRANCO PRODUZIDO COM STRAINS RESULTANTES DA FUSÃO DE PROTOPLASTROS DE LEVEDURA (SACCHAROMYCES CEREVISIAE AND HANSENIASPORA GUILLIERMONDII)

RESUMO

O setor vitivinícola mundial está imerso em um importante processo de atualização e renovação. Neste contexto, é interessante observar a atividade e inovação de muitas adegas que experimentam com novas variedades de uva, a partir de uvas e leveduras, bem como novas tecnologias para produzir melhor adaptado aos vinhos gosto do consumidor. Todas essas mudanças levam ao desenvolvimento de novos produtos com propriedades únicas que exigem um rigoroso controle de qualidade. O objectivo deste estudo é determinar o perfil físico-química de um vinho branco produzido por fermentação alcoólica de estirpes resultantes da fusão de protoplastos intergénica da levedura *Saccharomyces cerevisiae* SCVMLUZ 2008 nativas e levedura *Hanseniaspora guilliermondii* CECT comercial 11102 (Colección Española de Cultivos Tipo) . Vinificações brancas foram feitas com mosto de uva da variedade Malvasia. o seguinte teor de sólidos solúveis de análise físico-química, açúcares, pH, a gravidade específica, a acidez titulável e de dióxido de enxofre volátil, total e livre e de etanol foram feitas. A cinética de consumo de açúcar foi mais rápido em bioprocessos realizados com S. cerevisiae e leveduras híbrido (SCHLUZ2014). Todas as leveduras do estudo consumiram glicose a uma taxa mais rápida do que a frutose. Os resultados obtidos indicam que o vinho obtido com a cepa híbrida está em conformidade com os padrões estabelecidos pelas Organizações Nacionais e Internacionais.

Palavras chave: vinho branco, levedura híbrida, consumo de açúcares, características físico-químicas.

Citación sugerida: Araujo, K., Cáceres, A., Berradre, M., Mármol, Z., Raga, J., Rincón, M. (2019). Perfil fisicoquímico de vino blanco producido con cepas resultantes de la fusión de protoplastos de levaduras (saccharomyces cerevisiae y hanseniaspora guilliermondii). Revista Bases de la Ciencia, 4(2), 1-20. DOI: https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i2.1599 Recuperado de: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1599

Orcid IDs:

Karelen Araujo: https://orcid.org/0000-0002-6505-8348
Máximo Aurelio Gallignani Bernardi: https://orcid.org/0000-0002-1662-8156

1. INTRODUCCIÓN

La biotecnología enológica busca la obtención de vinos más atractivos y complejos desde el punto de vista organoléptico con el objetivo de obtener vinos de alta calidad, cuyas propiedades coincidan con las preferencias sensoriales de los consumidores. Las principales características de un buen vino están determinadas por el color, la densidad, el sabor y el aroma (Berbegal *et al*., 2017).

La especie predominante para la elaboración de vino es *Saccharomyces cerevisiae*, debido a que fermenta casi en su totalidad a los azúcares del medio y produce altas concentraciones de etanol. Sin embargo, sus características son simples y comunes, mientras que las levaduras del género no-*Saccharomyces* poseen características enológicas que pueden tener influencia sobre las propiedades sensoriales de los vinos. No obstante, estas cepas no fermentan eficientemente el mosto de la uva debido a que son poco tolerantes al etanol, son sensibles al dióxido de azufre y producen concentraciones elevadas de ácido acético. Por estas razones no son empleadas como cultivos iniciadores en las fermentaciones, pero pueden ser utilizadas exitosamente como una cepa parental en los procesos de mejoramiento de una levadura (Raineiri & Pretorius, 2000; Mateo & Maicas, 2016).

Los enólogos reconocen el importante papel de *S. cerevisiae*. Existe una creciente demanda de nuevas cepas de levaduras que se adapten mejor a las diferentes regiones vitícolas, a las variedades de la uva, a las prácticas culturales y a las condiciones de vinificación (Van Rensburg, 2006). Es por ello que centenares de cepas de esta especie se han generado mediante procesos de mutación y selección, los cuales se adaptan a diferentes mostos.

En este orden de ideas, durante los últimos años se han llevado a cabo modificaciones dirigidas al estudio del genoma de cepas vínicas mediante experimentos de mutagénesis y selección, hibridación, electroporación, tratamiento con sales de litios, citoducción o fusión de protoplastos (Pretorius, 2000; Carrascosa *et al*., 2005). La fusión de protoplastos se basa en el rompimiento de la pared celular para producir la fusión de las membranas de dos o más células, dando lugar a un híbrido somático. Esta técnica es versátil, económica y tiene un gran potencial para procesos de mejora de cepas debido a que puede ser utilizada para producir híbridos interespecíficos e intergénicos (Murlidhar & Panda, 2000).

En un trabajo previo realizado por los autores se obtuvo mediante la técnica de fusión de protoplastos una cepa híbrida intergénica con potencialidades enológicas (Araujo *et al*., 2016).

La levadura autóctona *Saccharomyces cerevisiae* SCVMLUZ 2008 aislada del mosto en fermentación espontánea de la variedad Malvasía de la cosecha del Centro de Desarrollo Vitícola Socialista de Mara y la levadura comercial *Hanseniaspora guilliermondii* CECT 11102 actuaron como cepas parentales para generar una nueva levadura híbrida (SCHLUZ2014) capaz no solo de terminar la fermentación consumiendo la mayoría de los azúcares, sino también de formar etanol a concentraciones deseadas. Dicha cepa se empleó como cultivo iniciador para llevar a cabo el proceso de fermentación del mosto y de esta forma se obtuvo un vino con características propias y únicas de la Región Zuliana.

El objetivo principal de esta investigación fue obtener el perfil fisicoquímico de vino blanco en términos de pH, acidez, grado alcohólico, concentración de azúcares, dióxido de azufre libre y total producido mediante fermentación alcohólica por la cepa híbrida (SCHLUZ2014).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Vinificaciones de mosto de uva

El mosto de uva de la Variedad Malvasía se obtuvo del Centro de Desarrollo Agrícola "El Condado" ubicado en el Municipio Mara, estado Zulia, Venezuela.

Proceso de Fermentación

Se llevó a cabo de acuerdo al proceso corriente de vinificación en blanco a una temperatura entre17-18°C, con adición de carbonato de etilo al inicio de la fermentación. Se realizaron cuatro bioprocesos en botellones de 5L por duplicado con los siguientes inóculos: a) *S. cerevisiae* SCMCVLUZ 2008, b) *H. guilliermondii* CECT 11102, c) levadura obtenida en la fusión de protoplastos y d) mezcla de cultivos *S. cerevisiae* y *H. guilliermondii* (10% / 90%). El proceso de elaboración de vino blanco se realizó con algunas modificaciones de acuerdo al esquema planteado por Hidalgo, (2011).

Análisis físico-químicos

Acidez titulable: Se determinó como ácido tartárico de acuerdo a las Normas COVENIN 3287, (1997), al inicio y al final de las vinificaciones.

Sólidos solubles: Se siguió el método que establece la Organización Internacional de la Viña y el Vino OIV-MA-AS2-02 2009. Se empleó un refractómetro marca Vee Gee, (Alemania), modelo BTX-1.

Densidad relativa: Se utilizó el método OIV-MA-AS2-01-A propuesto por la Organización Internacional de la Viña y el Vino. Se comparó la densidad del mosto o vino respecto a la

densidad del agua pura a una temperatura de 20°C, por lo que al dividir la masa de la muestra dentro del picnómetro respecto de la masa correspondiente de agua, se obtuvo la densidad relativa de la muestra.

Azúcares: Se empleó el método OIV-MA-AS311-03 indicado por la Organización Internacional de la Viña y el Vino. Los azúcares fructosa y glucosa se midieron con un cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC), marca Agilent Technologies (Palo Alto, USA), modelo Serie 1100 (desgasificador G1379A y bomba cuaternaria G1311A). Se empleó una columna Zorbax Carbohidratos (4.6 x 150 mm 5µm) a un caudal de 1,4 $mL.min^{-1}$, modo isocrático, y la fase móvil Acetonitrilo/Agua (85:15, v/v). Se trabajó a temperatura ambiente (23 ºC) y a una presión de 45 bar. Se utilizó un volumen de inyección de 20 µL. Se analizaron los azúcares mediante el detector de índice de refracción.

Los patrones y las muestras de mosto y vino se almacenaron bajo congelación a -20 ºC y se filtraron con una membrana de Nylon (0,2 µm). Se desgasificaron con un baño de ultrasonidos antes de su análisis por duplicado de cada réplica. Se optimizó la resolución de los azúcares variando la relación de solventes y se procedió a validar el método en términos de sensibilidad instrumental, precisión, estudio de interferencias químicas y exactitud (Quatrtrochi *et al*., 1992). Se utilizaron patrones de alta pureza (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA).

pH: se utilizó el método propuesto la Organización Internacional de la Viña y el Vino OIV-MA-BS-13, (2009), empleando un pHmetro (Oaklon, 35634-40, Singapore).

Etanol: se midió por cromatografía de gases aplicando el método propuesto por Rodríguez & Suárez, (2007). Se utilizó un equipo marca Agilent Tecnologies (Palo Alto, USA) modelo 19091J-413, equipado con un detector de ionización a la llama (FID), un automuestrador 7673 y un sistema de inyección Split/Splitless. Se empleó helio como gas de arrastre y aire e hidrógeno para la ignición de la llama del detector. Las separaciones se llevaron a cabo en una columna empacada HP-5 (5% fenil metil siloxano) de 30 m de longitud, diámetro interno de 250 µm y 0,25 µm nominal.

El detector libre FID operó a una temperatura de 250°C mientras que el puerto de inyección se mantuvo a 230°C. La temperatura del horno estuvo en 40°C isotérmico durante 1 minuto y luego se incrementó a una rata de 10°C por minuto hasta 100°C. El etanol y metanol se identificaron comparando su tiempo de retención con el de los patrones. La cuantificación se llevó a cabo de acuerdo al método del estándar externo. El metanol se determinó solo en los vinos como medida de control de calidad.

Dióxido de Azufre libre y total: Se empleó el método indicado por las Normas COVENIN 3284, (1997). Para la determinación de dióxido de azufre libre se adicionó almidón como

indicador, ácido sulfúrico y unas trazas de bicarbonato sódico para expulsar el aire. Rápidamente se valoró el ácido sulfuroso usando una solución de yodo 0,02N. Para el ensayo de dióxido de azufre total se agregó NaOH 0,1N para conseguir la hidrólisis del acetaldehído-ácido sulfuroso. Luego se siguió el procedimiento descrito para la obtención del dióxido de azufre libre.

Acidez Volátil: Se determinó de acuerdo al método recomendado por las Normas COVENIN 3284, (1997). Consistió en una destilación previa de la fracción acética presente en el vino y una posterior valoración con solución de NaOH.

2.2. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos para la caracterización de los vinos, se analizaron según un análisis de varianza de un solo factor. Este análisis permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones (K>2) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor agregado (Montogomery & Runger, 2005). Pruebas de comparaciones de media se llevaron a cabo con los test de Índice de Tukey. Se fijó el nivel de significancia o nivel crítico en $P \leq 0,05$. Los datos se analizaron utilizando el programa estadístico SPSS 20.0 para Windows (SPSS Inc., Chigago, IL).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Validación analítica del método de determinación de azúcares

El método propuesto por la Organización Internacional del Vino OIV-MA-AS311-03, (2009), establece para la fase móvil una relación 80:20 acetonitrilo agua. Sin embargo, bajo estas condiciones no se obtuvo una buena resolución y el pico de glucosa presentaba una cola importante. Se procedió a cambiar la relación de la fase móvil hasta encontrar una óptima para la representación de picos definidos y con buena resolución. Siguiendo las recomendaciones publicadas se evaluó el desempeño de la metodología analítica utilizada para la determinación de fructosa y glucosa en mosto de uva.

Se seleccionó como método de calibración el patrón interno. Parar ello se prepararon curvas de calibración independientes para los dos analitos de interés (glucosa y fructosa) en el intervalo comprendido entre 0 y 20 mg ml^{-1} (0, 1, 2, 4, 10 y 20 $mg.mL^{-1}$), incorporando en todas las disoluciones de trabajo (patrones y muestras) el estándar interno (maltosa) a una concentración fija y constante de 10 mg^{-1}. La selección de este azúcar como patrón interno se justifica ya que

su naturaleza es similar a la de los azúcares que se estudian y, además, no se encuentra presente en las muestras.

El cromatograma típico al inyectar el mismo volumen de los patrones que contienen el estándar interno se muestra en la **Figura 1**. Una vez realizadas las diferentes lecturas de las señales analíticas se procedió a graficar las curvas de calibración que contienen la relación de las áreas de los picos de cada uno de los estándares con respecto al estándar interno en función de la relación de las concentraciones, como se muestra en las **Figuras 2 y 3**. Se obtuvieron coeficientes de correlación lineal de Pearson (r) superiores a 0,995. Se observó comportamiento lineal hasta el estándar de mayor concentración utilizado en la calibración de ambas azúcares.

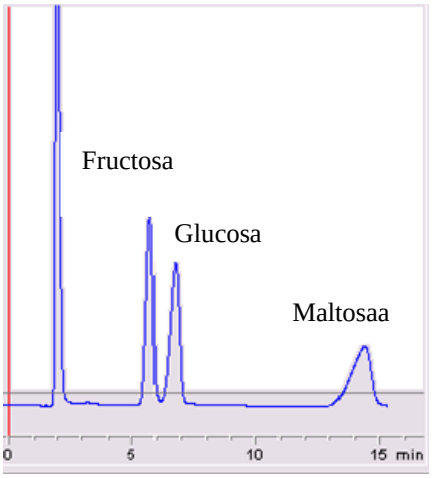


Figura 1. Cromatograma típico de una muestra de mosto de uva del día 0 de la fermentación. Flujo: 1,4 $mL.min^{-1}$. Fase móvil: (85/15; ACN-H_2O). P=46 bar. Columna Zorbax Carbohidratos (4.6 x 150 mm 5µm). Volumen de inyección: 20 µL.

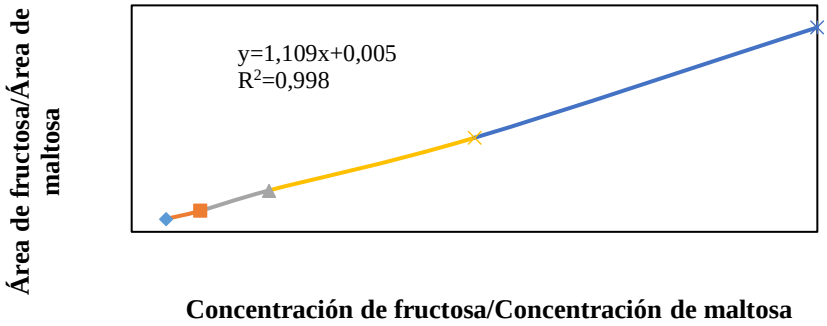


Figura 2. Curva de calibración de fructosa para fructosa.

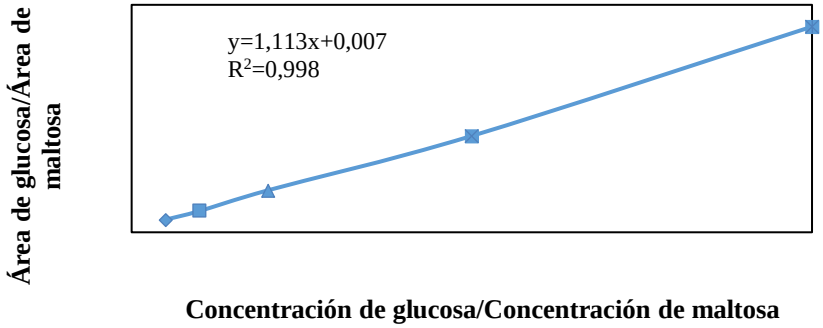


Figura 3. Curva de calibración de glucosa

En la **Tabla 1** se observan los valores de límite de detección, de cuantificación y de sensibilidad analítica.

Tabla 1. Límites de detección y cuantificación para fructosa y glucosa.

Analito	LOD ($mg.mL^{-1}$)	LOQ ($mg.mL^{-1}$)	Sensibilidad instrumental
Fructosa	1,484	4,325	1,109
Glucosa	1,085	3,617	1,113

3.2. Precisión

El estudio de precisión se evaluó para cada azúcar, a través de la repetibilidad (las soluciones se inyectaron en el mismo equipo por el mismo analista y el mismo día) y reproducibilidad (las soluciones se inyectaron en el mismo equipo por otro analista en días distintos). En ambos casos, se utilizó para su evaluación la desviación estándar relativa (DER, en %).

Las muestras de fructosa y glucosa del primer día de la fermentación con la especie *S. cerevisiae* se inyectaron por pentaplicado (n=5). La **Tabla 2** muestra que los valores de repetibilidad para cada azúcar expresados como DER es menor al 5%. Sin embargo, para la reproducibilidad se obtuvo una DER ente 5 y 6%. Internacionalmente, se considera adecuado variaciones menores al 5%. No obstante, para concentraciones comprendidas entre 100 ppb y 1 ppm se aceptan DER entre 11 y 15% (AOAC, 2005), debido a que las concentraciones de estudio son superiores, el criterio puede emplearse para este caso y de esta forma considerar adecuados los valores obtenidos de precisión para los análisis de los azúcares realizados, estableciendo de este modo que el método es preciso.

Tabla 2. Estudio de precisión para la determinación de fructosa y glucosa en muestras de mosto de uva en el primer día de fermentación.

Analito	($mg.mL^{-1}$)*	Repetibilidad DER (%)	Reproducibilidad DER (%)
Fructosa	108,35	3,53	5,27
Glucosa	125,76	2,36	6,07

DER Desviación estándar relativa; * Muestras inyectadas por pentaplicado

ISNN 2588-0764

3.3. Estudio de interferencias químicas

Se evaluaron las posibles interferencias químicas que pueden afectar el desempeño del método de determinación de azúcares, comparando las pendientes de las curvas de calibración con aquellas obtenidas por el método de adición estándar (Gary, 2010). Para la elaboración de las curvas por el método de adición estándar se emplearon las concentraciones de: 5, 10 y 15 $mg.L^{-1}$ para fructosa y glucosa, utilizando como blanco una muestra de mosto fermentado con la *S. cerevisiae* en el día cuatro del proceso y leídas cinco veces. Al graficar el promedio de la relación de áreas de los picos en función de la relación de las concentraciones se obtuvieron, para ambas curvas, coeficientes de correlación lineal de Pearson $r \geq 0{,}995$, tal como se observa en la **Figura 4.**

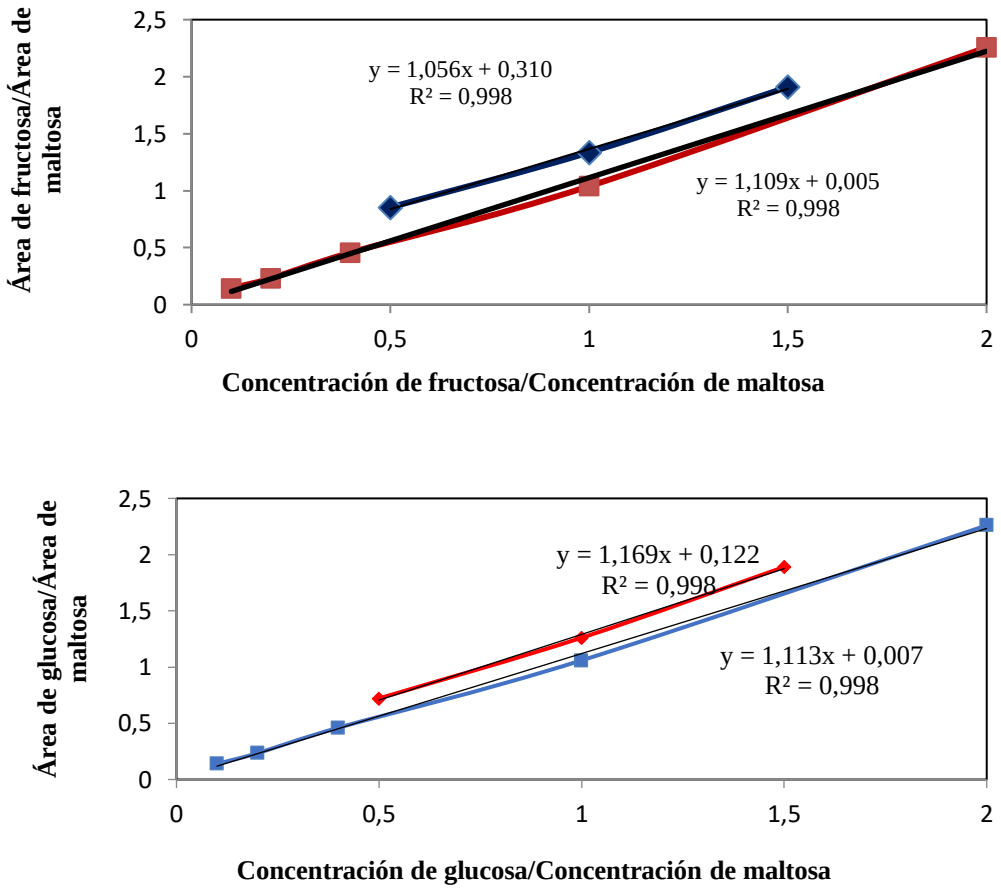


Figura 4. Evaluación de las interferencias en la determinación de azúcares.

Se observa un paralelismo entre las pendientes de las curvas de calibrado y la de adición estándar. El error que existe entre las pendientes de estas curvas es menor al 5 %, tal como se aprecia en las ecuaciones de las rectas (curva de calibración glucosa: 1,113/ adición estándar:

1,169; curva de calibración fructosa: 1,109/ adición estándar: 1,056). Estos resultados indican que no existe en ninguno de los casos estudiados un efecto interferente por parte de la matriz que pueda ser considerado como significativo. En consecuencia, se procedió a realizar la cuantificación de los azúcares presentes en las muestras de mosto y vinos mediante el método de calibración del patrón interno.

3.4. Exactitud

El estudio de recuperación se realizó a partir de los valores obtenidos al inyectar por pentaplicado réplicas del mosto de uva del día cuatro de la fermentación realizada con el cultivo puro *S. cerevisiae*. Las muestras se enriquecieron con patrones de fructosa y glucosa a tres niveles de concentración (5, 10 y 15 $mg.mL^{-1}$). La **Tabla 3** presenta los porcentajes de recuperación. Para las concentraciones de estudio, las recuperaciones deben oscilar entre 80 y 110% (AOAC, 2005), por lo tanto, se encuentran dentro de los valores propuestos por esta organización. Para corroborar la aceptación de los porcentajes promedio obtenidos y de que no existen diferencias estadísticamente significativas, se utilizó el 100% de recuperación como criterio de aceptabilidad en la prueba t de student. Para un nivel de significancia de α= 0,01 con (n-1) grados de libertad y n=5, el valor de t_{cri} (valor teórico de t) es 4,60. Los valores calculados de t_r se muestran en la **Tabla 1**. Al comparar los valores de t_r con el valor t_{cri}, se observa que en todos los niveles de recuperaciones t_r es menor a t_{cri}, por lo tanto no existen diferencias significativas entre los porcentajes de recuperación evaluados a un nivel de confianza del 99%. De esta manera se concluye que los valores de recuperación pueden aceptarse y el método se consideró exacto.

Tabla 3. Estudio de recuperación como evaluación de exactitud para la determinación simultánea de fructosa y glucosa en mosto de uva.

Analito	Adición ($mg.mL^{-1}$)	Esperada ($mg.mL^{-1}$)	Encontrada ($mg.mL^{-1}$)	Recuperación (%)	t_r (n=5) (α=0,01); (n-1))
Fructosa	5	38,762	38,303	90,82	0,52
	10	43,762	43,039	92,77	0,31
	15	48,762	46,634	87,81	1,67
Glucosa	5	15,690	15,170	96,28	0,26
	10	20,690	20,814	101,24	0,12
	15	25,690	23,734	86,96	1,18

3.5. Perfiles de Fermentación

Dado que se utilizaron diferentes levaduras en este estudio que pueden generar niveles diferentes de metabolitos, se monitoreó durante la fermentación el consumo de los azúcares

hexosas y la formación de etanol. Los perfiles de fermentación se muestran en las **Figuras 5, 6, 7 y 8**. Al comienzo de la fermentación el mosto sin fermentar contiene cantidades similares de las dos hexosas: fructosa y glucosa. Se observa que ambos azúcares son fermentados por las levaduras de estudio para la producción principalmente de etanol, sin embargo, éstas consumen glucosa más rápido que fructosa, confirmando de este modo el carácter glucofílico de las levaduras (Mocke, 2013). En todas las fermentaciones se consumieron en su totalidad los azúcares presentes. *S. cerevisiae* consumió más rápidamente los azúcares (144 horas), en comparación con el resto de las cepas (192 horas).

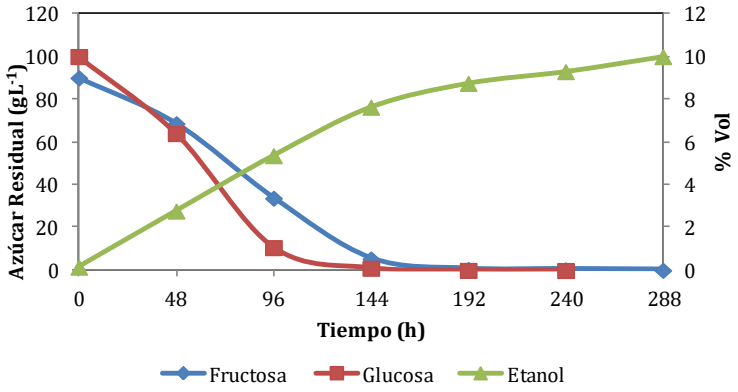


Figura 5. Consumo de azúcares y producción de etanol por *S. cervisiae* autóctona SCMCVLUZ 2008.

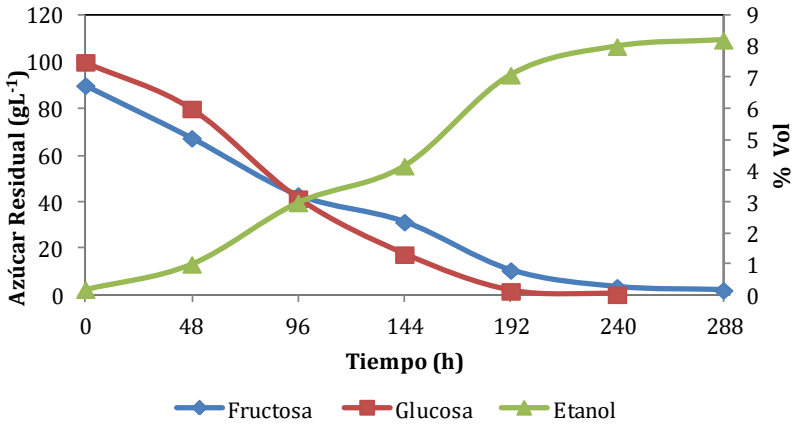


Figura 6. Consumo de azúcares y producción de etanol por *H. guilliermondii* CECT 11102.

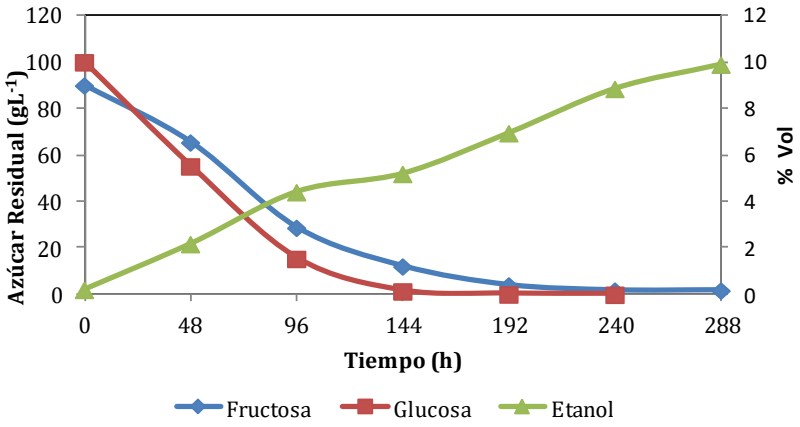


Figura 7. Consumo de azúcares y producción de etanol por la levadura obtenida de la fusión de protoplastos (SCHLUZ2014).

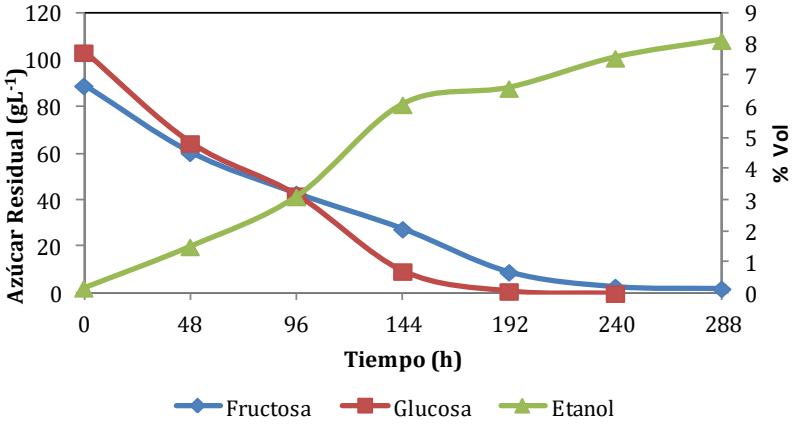


Figura 8. Consumo de azúcares y producción de etanol por el cultivo mixto de *S. cerevisiae* y *H. guilliermondii.*

Para todos los casos se toma más tiempo para asimilar la fructosa disponible. Ambas hexosas pueden ser consumidas al mismo tiempo por las levaduras, pero la preferencia de ésta por la glucosa hace que los perfiles de consumo sean diferentes. En consecuencia, el azúcar residual luego de haber culminado la fermentación contiene más fructosa que glucosa.

La fructosa es más dulce que la glucosa, por lo tanto, su presencia en el vino puede ocasionar un indeseable dulzor (Berthels *et al*., 2004). Las levaduras alcohólicas prefieren metabolizar la glucosa en lugar de la fructosa. Este mecanismo lo describió Zinnay *et al*., (2013). En este estudio, se realizó un modelo matemático con parámetros físico-químicos, llegando a la conclusión de que la acumulación de etanol en el medio de reacción justifica las diferencias entre las velocidades de consumo de los dos azúcares involucrados en la fermentación alcohólica.

ISNN 2588-0764

En las **Figuras 5, 6, 7 y 8** el comportamiento de los azúcares durante las primeras horas es similar, pero a medida que aumenta la concentración de etanol comienza la preferencia marcada por la glucosa. De acuerdo a Mocke (2013), a bajas concentraciones de etanol, las velocidades de conversión de la glucosa y fructosa no difieren significativamente. No obstante, cuando se incrementa dicha concentración la velocidad de consumo de glucosa es mayor que la de fructosa. Bajo estas condiciones, la transformación enzimática de la fructosa a etanol es más sensible que la de la glucosa, afectando principalmente el transporte activo del azúcar a través de la membrana celular. Las variaciones en las velocidades de fermentación pueden ser debidas a alteraciones en el transporte de los azúcares o a diferencias en la fosforilación que ocurre dentro de las células (Mocke, 2013).

La cinética de producción del fue más rápida para la fermentación llevada a cabo con *S. cerevisiae.* Se realizó un análisis estadístico de medidas repetidas en el tiempo en un factor para la glucosa y fructosa. Estas arrojaron que para ambos azúcares el tiempo es un factor significativo, es decir; éstos van cambiando significativamente durante el transcurso de la fermentación. También resultó significativo el efecto de los tratamientos, es decir; el consumo de azúcares varía significativamente durante las vinificaciones de acuerdo a la levadura empleada. Con los resultados de las pruebas de comparaciones de medias se puede concluir que la levadura hibrida tiene un comportamiento distinto en relación al perfil de azucares con respecto del resto de las cepas *H. guilliermondii* y el cultivo mixto pero no difiere significativamente de la cinética desarrollada por *S. cerevisiae.*

La cinética de producción de etanol analizada también se analizó con el mismo modelo. Los resultados indican que el tiempo y los tratamientos son significativos. Al estudiar los datos de las diferencias de medias, se observa que lo niveles de etanol generados por la levadura *S. cerevisiae* son significativamente superiores al resto de los tratamientos aplicados.

3.6. Caracterización fisicoquímica de los vinos elaborados

La densidad es uno de los parámetros medidos con el propósito de llevar un control de la fermentación y también es uno de los factores que indica la culminación del proceso. En la **Tabla 4** se observan que todos los valores de densidad relativa de los vinos elaborados con las levaduras de estudio presentan un valor igual a 0,99. Según Hidalgo, (2011) la vinificación termina en la elaboración en blanco cuando se alcanzan densidades relativas alrededor de 0,99, quedando el vino resultante con menos de 1 $g.L^{-1}$ de azúcares residuales (Hidalgo, 2011). De acuerdo al criterio se evidenció que efectivamente culminó el proceso de fermentación. Los

resultados encontrados son similares a los reportados por Falguera *et al*., 2013 y Herrera & Miño (2011) para las variedades Xarello e Isabella, respectivamente.

Tabla 4. Principales características enológicas de los vinos elaborados.

Parámetro	*S. cerevisiae*	*H. guilliermondii*	Híbrido	*S. cerevisiae/ H. guilliermonii*
Densidad relativa	0,99±0,00[a]	0,99±0,00[a]	0,99±0,00[a]	0,99±0,00[a]
pH	3,48±0,02[a]	3,53±0,00[a]	3,50±0,02[a]	3,41±0,02[a]
Acidez Titulable (g acido tartárico.L^{-1})	6,55[a]±0,00	6,78[b]±0,01	6,85[c]±0,02	7,30[d]±0,01
Etanol (%v/v)	11,31±0,90[a]	10,91±0,59[b]	10,45±0,69[c]	9,88±0,49[d]
Rendimiento EtOH (%)	100,08 [a]	96,55[b]	92,47[c]	87,43[d]
Glucosa (g.L^{-1})*	ND	ND	ND	ND
Fructosa (g.L^{-1})**	ND	ND	ND	ND
Acidez volátil (g ácido acético.L^{-1})	0,06[a]±0,000	0,06[a]±0,000	0,06[a]±0,000	0,06a±0,000
Dióxido de azufre libre (g.L^{-1})	0,03[a]±1,96	0,03[a]±0,60	0,03[a]±1,36	0,02[a]±1,53
Dióxido de azufre total (g.L^{-1})	0,04[a]±1,26	0,04[a]±1,24	0,04[a]±0,53	0,05[b]±0,75

[a,b, c,d] Índices de Tukey (P<0,05). Letras diferentes evidencian diferencias significativas; ND: No detectable. Valores promedios de tres mediciones; *LOD:1,08 g.L^{-1}; **LOQ: 3,62 g.L^{-1}; **LOD:1,30 g.L^{-1}; **LOQ: 4,33 g.L^{-1}

El pH es importante por su efecto sobre los microorganismos, en relación a la resistencia a enfermedades, color, sabor, potencial redox y sobre la producción de dióxido de azufre libre y combinado. Los valores promedios de pH obtenidos en los vinos elaborados con las distintas levaduras de estudio, se presentan en la **Tabla 4.** Estos varían entre 3,41 y 3,53 pero no hubo diferencia significativa entre los valores de pH.

Según Amerine & Ough, (1976) los vinos de mesa deben tener un pH inferior a 3,6. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos reportados por (Hidalgo, 2011 y Falguera *et al*., 2013). Sin embargo, son ligeramente superiores a los reportados en los estudios de Fernández *et al*., (2009) y García-Martín *et al*., (2010). El primero caracterizó vinos blancos comerciales venezolanos, y los valores estuvieron alrededor de 3,25 y en el segundo se expusieron valores entre 3,05 y 3,14 para los vinos blancos de la variedad Verdejo. La Norma Venezolana (COVENIN, 1997) no toma en cuenta este parámetro.

Entre los principales ácidos presentes en el vino, el más fuerte es el ácido tartárico. Es el primero en convertirse en sal de potasio, por tal razón la acidez titulable se expresa como ácido tartárico. En la **Tabla 4** se aprecia los valores promedios difieren significativamente entre sí, sin embargo, se encuentran dentro de lo reportado por la Norma Venezolana (COVENIN, 1997) que establece que tengan una acidez titulable mayor a 4 g.L^{-1}.

Los valores encontrados son ligeramente inferiores a los obtenidos por García-Martín (2010) que reportaron valores de acidez titulable entre 7,42 y 8,17 4 g.L^{-1} para vinos blancos de la variedad Verdejo. Por su parte, Fernández *et al*., (2009) reportaron valores bajos de acidez

titulable para los vinos venezolanos (4 g ácido tartárico.L^{-1}), establecido por la Norma venezolana COVENIN.

La acidez titulable en los vinos es superior a la de los mostos. Esto se atribuye a que durante la vinificación aparecen ácidos procedentes del metabolismo de las levaduras, principalmente ácido succínico y en menores proporciones ácido láctico y acético (Bernardi, 2013).

De acuerdo a Moreno & Peinado (2009), el contenido de ácido tartárico disminuye durante la vinificación a medida que el contenido de etanol aumenta. Esta relación explica la razón por la que con *S. cerevisiae* se obtiene el vino de mayor grado alcohólico (11,30 %v/v) y a la vez con menor acidez titulable, 6,55 g ácido tartárico.L^{-1}, la tendencia se impone para el resto de los vinos y de esta manera el preparado con el cultivo mixto *S. cerevisiae/H. guilliermondii* presentó la mayor acidez titulable, 7,30 g ácido tartárico.L^{-1}, y por ende el menor grado alcohólico (9,88 %v/v).

La aparición de etanol durante la fermentación alcohólica produce una disminución de las sales del ácido tartárico, principalmente tartrato de potásico y tartrato de calcio, que precipitan en el fondo del recipiente debido a que con el alcohol disminuye la solubilidad de la sal. A pesar de las precipitaciones se mantiene una sobresaturación de estas dos sales, es decir; en solución hay cantidades superiores a las que se esperaría de acuerdo a su solubilidad. Esto hace que el vino sea sensible a la aparición de turbideces cuando disminuye la temperatura (Moreno & Peinado, 2009).

La concentración de alcohol obtenida en los vinos elaborados con las diferentes levaduras difiere significativamente entre sí y se encuentran dentro del rango indicado por COVENIN 3342, (1997) (7-14 %v/v) para vinos de uva. *S. cerevisiae* produjo mayor cantidad de alcohol (11,30%v/v) con respecto al resto de las levaduras estudiadas. Es importante destacar que la cepa resultante de la fusión de protoplastos fue mayor productora de etanol (10,45%v/v) que el cultivo de *S. cerevisiae/H. guilliermondii*. (9,88%v/v) y su valor es comparable con los reportados por García-Martín et al., 2010 y con los expuestos en el trabajo de Sener *et al*., (2007) para vinos blancos de la variedad Emir, los cuales estuvieron entre 10,13 y 11,40% v/v empleando diferentes tipos de levaduras comerciales *S. cerevisiae*.

Los grados alcohólicos obtenidos estuvieron por debajo de los expresados por Fernández *et al*., (2009) y por Ciani *et al*., (2006), los cuales fueron 12,26 %v/v y en el otro estudio oscilaron entre 13,6 y 15,9% utilizando mosto sintético y cultivos puros de *S.cerevisiae* y mixtos de *S. cerevisiae*, *H. uvarum*, *Kluyveromyces thermotolerans* y *Torulaspora delbrueckii*. Sin embargo, los valores encontrados en esta investigación superaron al contenido de alcohol reportado para el vino elaborado con *H. uvarum* en el trabajo realizado por Ciani *et al*., 2006.

La cantidad final de etanol es función del contenido de azúcares del mosto y de la capacidad fermentativa de las levaduras. Dado que se utilizó el mismo mosto para todos los bioprocesos, se considera que los resultados obtenidos se deben específicamente a la levadura utilizada. A nivel comercial éste parámetro es de gran importancia ya que los vinos y otras bebidas alcohólicas se comercializan y cotizan según su grado alcohólico (Carazola & Xirau, 2005).

En la práctica, una fermentación se considera correcta cuando por cada 17 gramos de azúcar, aproximadamente, se consigue un grado de alcohol (1%v/v) (Moreno y Peinado, 2009). Partiendo de esta premisa fue posible calcular el grado alcohólico teórico a partir de la concentración inicial de azúcares y de esta forma obtener el rendimiento de etanol, tal como se aprecia en la **Tabla 4.** Este parámetro, como era de esperarse, se comportó igual que el grado alcohólico.

Todos los vinos presentaron valores de rendimiento en etanol que difieren significativamente entre sí. El mayor porcentaje se obtuvo en el vino elaborado con *S. cerevisiae* (100,08%). El vino fermentado con la levadura híbrida producto de la fusión de protoplastos presentó un rendimiento igual a (93,55% v/v) y superior al cultivo mixto de *S. cerevisiae* y *H. guilliermondii* (87,43 % v/v). Estos resultados se consideran aceptables debido a que se encuentran próximos al 100%, a excepción del rendimiento obtenido para el vino realizado con el cultivo mixto.

Los valores de rendimiento son inferiores a los reportados por García-Martín *et al*., (2010), los cuales varían entre 88,45 y 186,8%. Los altos contenidos de azúcar, así como los altos rendimiento son una de los aspectos que preocupan a la industria vitícola actualmente. De acuerdo con González *et al*., (2007) las especies de *S. cerevisiae* se han adaptado a lo largo de su evolución para optimizar su crecimiento en ambientes ricos en azúcares y aminoácidos y de esta forma ser capaces de metabolizar la glucosa y fructosa por vía respirativa, fermentativa y de crecer en condiciones aerobias y anaerobias.

La determinación de glucosa y fructosa es fundamental en vinos ya que altos contenidos de azúcares residuales son susceptibles a la contaminación microbiana y son inaceptables para el mercado por el dulzor del vino. Excesiva cantidad de fructosa puede comprometer la calidad del producto debido a que la fructosa es dos veces más dulce que la glucosa y le añade un sabor indeseado. Esto puede ser ocasionado por paradas de fermentación o fermentaciones muy lentas.

En la **Tabla 4** también se observa que el contenido de glucosa y fructosa en los vinos de estudio no pudo ser detectado con el método cromatográfico desarrollado. Los valores de estos azúcares estuvieron por debajo de los límites de detección calculados para la glucosa y fructosa,

los cuales fueron 1,08 y 1,3 $g.L^{-1,}$ respectivamente. Una fermentación completa se logra solo si se alcanzan niveles de azúcares por debajo de 4 $g.L^{-1}$, con concentraciones típicas promedios de 2 $g.L^{-1}$. (Mocke, 2013).

La cantidad de azúcares residuales en los vinos preparados se encontraron son similares a los presentados por Ciani *et al*., (2006) y estuvieron por debajo de los reportados en el trabajo de García-Martín *et al*., (2010), los cuales oscilaron entre 1,64 y 2,12 $g.L^{-1}$. Todos los vinos obtenidos según el contenido de azúcar se clasifican como "secos" por presentar contenidos de azúcares inferiores a los 5 $g.L^{-1}$ (Moreno & Peinado, 2009).

La acidez volátil corresponde esencialmente a ácidos grasos de la serie acética. Debido a que dichos ácidos son de bajo punto de ebullición, los hace fácilmente destilables (Vilela-Moura *et al*., 2010). Este análisis es muy importante para la calidad del vino, debido a que permite apreciar el grado de conservación y si ha sufrido alguna alteración (Cazarola & Xirau, 2005).

Los resultados obtenidos (0,06 g ácido acético.L^{-1}) mostrados en la **Tabla 4** fueron iguales para los vinos fermentados con las distintas levaduras y estuvieron dentro de los límites establecidos por COVENIN 3342 (1997), cuyo valor de referencia es una concentración menor a 1,0 $g.L^{-1}$. Los valores encontrados resultaron inferiores a los reportados por García-Martín *et al*., (2010) y Ciani *et al*., (2006), los cuales estuvieron entre 1,64-2,12 $g.L^{-1}$ y 0,13-0,35 $g.L^{-1}$, respectivamente.

En otro orden de ideas, tradicionalmente el dióxido de azufre se utiliza para controlar el crecimiento de microorganismos indeseados y la actividad de la polifenoloxidasa durante la vinificación. Esta enzima es la principal responsable de la oxidación del vino (Oliveira *et al*., 2011). La industria vitícola desde hace poco tiempo se encuentra preocupada por reducir los niveles de dióxido de azufre debido a que este compuesto es considerado por sus efectos sobre la fisiología de los seres humanos como una sustancia ligeramente tóxica (Hidalgo, 2011). De allí radica la importancia de la medición de este parámetro.

Éste compuesto cuando es incorporado a los vinos se encuentra como anhídrido sulfuroso gaseoso, sulfito o bisulfito. Este último reacciona con el acetaldehído para formar el acetaldehído-α-hidroxi sulfonato, además reacciona con la glucosa, con el ácido pirúvico, α-cetoglutárico y galacturónico y con compuestos fenólicos como el *p*-cumárico. Todo el dióxido de azufre que reacciona de este modo se llama dióxido de azufre combinado, mientas que el resto es el dióxido de azufre libre

El dióxido de azufre libre es la fracción activa que posee la mayor parte de las propiedades antisépticas y antioxidantes. En la **Tabla 4** se presentan los resultados obtenidos y se observa que existe diferencia significativa entre los valores reportados para el dióxido de azufre libre y

entre los resultados expresados para el dióxido de azufre total. La concentración de dióxido de azufre total en todos los casos estudiados (0,04 $g.L^{-1}$ para los vinos elaborados con *S. cerevisiae*, *H. guilliermondii*, híbridos y 0,05 $g.L^{-1}$ para el cultivo mixto), estuvieron por debajo de los límites legales establecidos por parte de la Norma Venezolana COVENIN, 3342:1997 y del Reglamento de la Unión Europea nº 606/2009, los cuales son 0,25 y 0,2 $g.L^{-1}$ respectivamente. Los resultados son similares a los expuestos por Fernández *et al*., (2009) para el dióxido de azufre total pero son ligeramente superiores en el caso del dióxido de azufre libre (0,02 $.g.L^{-1}$).

4. CONCLUSIONES

El perfil obtenido del vino elaborado con la levadura producto de la fusión de protoplastos, entre los que se incluyen los análisis de pH, acidez, grado alcohólico, concentración de azúcares, dióxido de azufre libre y total refleja que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por las normas nacionales e internacionales. Durante las vinificaciones las levaduras *S. cerevisiae*, *H. guilliermondii*, la levadura híbrida y el cultivo mixto de *S. cerevisiae*/*H. guilliermondii*, consumieron glucosa más rápidamente que fructosa lo que indica el carácter glucofílico de las levaduras. La cinética de consumo de los azúcares fue más rápida en los bioprocesos realizados con *S. cerevisiae* y la levadura producto de la fusión de protoplastos. La cinética de producción de etanol también fue más rápida con la cepa autóctona *S. cerevisiae*.

5. REFERENCIAS

Araujo, K., Berradre, M., Rivera, J., Cáceres, A., Páez, G., Aiello, C. & Perez, D. (2016). Fusión intergénica de protoplastos de *Saccharomyces cerevisiae* y *Hanseniaspora guilliermondii. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, *36*, 51-57.

AOAC. (2005). Official methods of analysis. Arlington VA, USA. Association of Official Analytical Chemists. Official Method. Method Number 994.04.

Berbegal, C., Spano, G.,Tristezza, M., Grieco, F. & Capozzi, V. (2017). Microbial Resources and Innovation in the Wine Production Sector. *South African Journal for Enology and Viticulture, 38* (2), 156-166.

Bernardi, A. (2013). Selección de levaduras vínicas provenientes de la provincia de Mendoza. Tesina de grado de Licenciatura en Bromatología. Universidad Nacional de Cuyo - Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina.

Berthels, N., Cordero, R., Bauer, F., Thevelein, J. & Pretorius, I. (2004). Discrepancy in glucose and fructose utilization during fermentation by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeast strains. *FEMS Yeast Research, 4*, 683-689.

Carazola, J & M. Xirau. (2005). *Técnicas usuales de análisis en enología.* Barcelona, España: Panreac Química.

Carrascosa, A., Muñoz, R. & González, R. (1era edición). (2005). *Microbiología del vino*. Madrid, España: AMV Ediciones.

Ciani, M. & Comitini, F. (2006). Influence of temperature and oxygen concentration on the fermentation behaviour of *Candida stellata* in mixed fermentation with *Saccharomyces cerevisiae*. *World Journal Microbiology and Biotechnology, 22,* 619-623.

Comisión venezolana de normas industriales (COVENIN). 1997. Norma 3342.Vinos y sus derivados. Requisitos.

Comisión venezolana de normas industriales (COVENIN). 1997. Norma 3286.Vinos y sus derivados. Determinación de acidez total y acidez volátil.

Comisión venezolana de normas industriales (COVENIN). 1997. Norma 3284.Vinos y sus derivados. Determinación de anhídrido sulfuroso libre y total.

Falguera, V., Forns, M. & Ibarz, A. (2013). UV-vis irradiation: An alternative to reduce SO_2 in white wines?. *Food Science and Technology, 51,* 59-64.

Fernández, V., Berradre, M., Sulbarán, B., Ojeda, G. & Peña, J. (2009). Caracterización química y contenido mineral en vinos comerciales venezolanos. *Revista de la Facultad de Agronomía, 26* (3), 1-13.

Garcia-Martin, N., Perez-Magarino, S., Ortega-Heras, M., Gonzalez-Huerta, C., Mihnea, M., Gonzalez-Sanjose, M.L., Palacio, L., Pradanos, P. & Hernandez, A. (2010). Sugar reduction in musts with nanofiltration mem-branes to obtain low alcohol-content wines. *Separation and Purification Technology 76,* 158–170.

Herrera, J. & Miño, J. Microvinificación en blanco a 18ºC de uva i*sabella* cultivada en misiones (NE Argentina). (2011). *Revista de Ciencia y Tecnología, 13* (15), 11-16.

Hidalgo, T. (2011). *Tratado de Enología. Tomo I*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Mateo, J. & Maicas S. (2016). Application of Non-*Saccharomyces* Yeasts to Wine-Making Process. *Fermantation, 2*1(4), 1-13.

Miller, J. & Miller, J. (4ta edición). (2000). *Estadística y Quimiometría para química analítica*. Madrid, España: Editorial Prentice Hall.

Mocke, L. (2013). *Kinetic Modelling of wine fementations: why does yeast prefer glucose to fructose?*. Tesis doctoral. University of Stellenbosch. South Africa.

Montgomery, D. & Runger, P. (2005). *Probabilidad y estadística aplicadas a la Ingeniería*. Arizona, Estados Unidos: Editorial McGraw-Hill.

Moreno, J. & Peinados, R. (2009). *Química enológica*. Madrid, España: AMV Ediciones y Ediciones Mundi Prensa.

Murlidhar, R. & Panda T. (2000). Fungal protoplast fusion a revisit. *Bioprocess and Biosystems Engineering, 22*(5), 429-431.

OIV. International Methods of Analysis of Wines and Musts. (2009). Evaluation of Sugar by Refractometry. Method OIV-MA-AS2-020.

OIV. International Methods of Analysis of Wines and Musts. (2009). Density and Specific Gravity Method OIV-MA-AS2-01-A.

OIV. International Methods of Analysis of Wines and Musts. (2003). Dosificación de azúcares por HPLC. OIV-MA-AS311-03.

Oliveira, C., Ferreira, A., De Freitas, V. & Silva, A. (2011). Oxidation mechanisms occurring in wines. *Food Research International, 44,* 1115-1126.

Pretorius, I. (2000). Tailoring wine yeast for the new millenium: novel approache to the ancient art of winemaking. *Yeast, 16*, 675-729.

Quattrocchi, O., Abelaira, S. & Laba, R. (1992). *Introducción a la HPLC. Aplicación y práctica*. Buenos Aires, Argentina: Artes Gráficas Farro, S.A.

Raineri, S. & Pretorius, I. (2000). Selection and improvement of wine yeasts. *Annals of Microbiology*, *50*, 15-31.

Rodríguez, R. & Suárez, B. (2007). Determination of Volatile Compounds in Cider Spirits by Gas Chromatography with Direct Injection. *Journal of Chromatographic Science*, *45*, 428-434.

Sener, A., Canbas, A., Umit Unal, M. (2007). The effect of fermentation on the growth kinetics of wine yeast species. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *31*, 349-354.

Van Rensburg, P. (2006). Las levaduras hibridas, una herramienta excepcional para las fermentaciones. *Viticultura/Enología Profesional*, *105*, 9-43.

Vilela-Moura, A., Schuller, D., Falco, V., Mendes-Faia, A. & Côrte-Real, M. (2010). Effect of fermentation conditions and micro-oxygenation on the reduction of volatile acidity by commercial *S. cerevisiae* strains and their impact on the aromatic profile of wines. International *Journal of Food Microbiology, 141*, 165-172.

Zinnai, A., Venturi, F., Sanmartin, C., Quartacci, M. & Andrich, G. 2013. Kinetics of D-glucose and D-fructose conversion during the alcoholic fermentation promoted by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Bioscience Bioenginnering, 115* (1), 43-49.

Revista Bases de la Ciencia - ISSN 2588-0764

Publicación Cuatrimestral. Vol. 4, No 2, Mayo/Agosto, 2019, Ecuador (p. 21-34)

Ciencias Químicas

Artículo de Investigación

INDICADORES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS PRECIPITACIONES

Dr. Maiquel López Silva[1*], Dr. Dayma Carmenates Hernández[2], Ing. Luis Valero Freyre[3], Ing. Lizmay López Fernández[4].

[1;2] Profesor Titular. Centro de Estudios Hidrotécnicos. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba. E-mail: daymasadami@yahoo.com
[3]Especialista Principal, Empresa de Aprovechamientos Hidráulicos (EAH). Ciego de Ávila, Cuba.
[4]Especialista de Proyectos. Empresa de investigaciones y proyectos Hidráulicos. CIEPROY. INRH.
*Autor para correspondencia: maiquelcuba@yahoo.com

Recibido: 11-12-2018 / Aceptado: 2-4-2019 / Publicación: 31-08-2019

Editor Académico: Dra. Ligbel Sánchez Castillo

RESUMEN

El presente trabajo ofrece un estudio que se desarrolló en el municipio de Ciro Redondo de la provincia Ciego de Ávila, Cuba, con el objetivo de estimar los impactos del cambio climático sobre las precipitaciones. Se analizó una serie de 40 años, en el periodo comprendido de 1978 hasta el 2017, obtenidos de forma sistemática en el pluviómetro CA 808. Se realizó la estadística descriptiva para analizar los estadígrafos fundamentales de la serie de lluvias para escala de tiempo mensual y anual. Se determinó el índice de concentración de las precipitaciones, el climograma y el criterio para evaluación de cambio climático en las precipitaciones las anomalías climáticas y el cambio del patrón de lluvias. Los días con lluvia varían entre 9 y 12 días en el mes, con tendencia a la disminución en un 20% de la serie, definiendo el periodo lluvioso y seco en un 81,64% y 18,36% de las precipitaciones del año respectivamente. El climograma identificó que los meses de junio, julio y agosto superan los 30ºC de temperatura lo que califica a la localidad como una zona de altas temperaturas. Se valoró que existe una elevada anomalía climática negativa que ocurre en el 47,5% de los 40 años estudiados; mientras que en el patrón de desplazamiento de las precipitaciones en los últimos 5 años existen tendencias a disminuir las precipitaciones.

Palabras clave: precipitaciones, clima, climograma, húmedo, seco.

INDICATORS OF CLIMATE CHANGE IN PRECIPITATIONS

ABSTRACT

The present work offers a study that was developed in the Ciro Redondo Municipality of the province of Ciego de Ávila, Cuba, with the objective of determining the estimation of the impacts of climate change on rainfall. A series of 40 years was analyzed, in the period from 1978 to 2017, systematically obtained in the CA 808 rain gauge. The descriptive statistics was used to analyze the fundamental statistics of the rainfall series for time scale. monthly and annual. The index of concentration of precipitations, the climogram and the criterion for evaluation of climate

change in rainfall were determined by the climatic anomalies and the change of rainfall pattern. The days vary between 9 and 12 days in the month, with a tendency to decrease in 20% of the series, therefore the rainy and dry period is defined in 81.64% and 18.36% of the rainfall of the year respectively. The climogram determined that the months of June, July and August exceed the 30ºC of temperature which allow to describe the location like at high temperatures zone. It was assessed that there is a high negative climatic anomaly occurring in 47.5% out of the 40 years studied was valued; while in the pattern of rainfall displacement in the last 5 years, there is a tendency to decrease rainfall monthly.
Key words: rainfall, climate, climogram, wet, dry.

INDICADORES DA MUDANÇA DO CLIMA NAS PRECIPITAÇÕES

RESUMO

Este artigo oferece um estudo que foi desenvolvido no município Ciro Redondo na província de Ciego de Avila, Cuba, com o objetivo de estimar os impactos estimados da mudança climática sobre a precipitação. Uma série de 40 anos foi analisada durante o período 1978-2017, obtidos sistematicamente no pluviômetro CA 808. A estatística descritiva foi realizada para analisar os estadísticos fundamentais da série das chuvas em uma escala mensal e anual. O índice de concentração das precipitações, o climograma e o critério de avaliação da mudança climática na precipitação pluviométrica foram determinados pelo critério de anomalias climáticas e pela mudança do padrão das chuvas. O dias com precipitações variam entre 9 e 12 dias durante um mês, com tendência a diminuir em 20% da série, definindo o período chuvoso e da seca em um 81,64% e 18,36% das precipitações do ano, respectivamente. O climograma mostrou que os meses de junho, julho e agosto superam os 30ºC de temperatura, permitindo descrever a localidade como uma zona de altas temperaturas. Foi demonstrado que existe uma alta anomalia climática negativa que ocorre em 47,5% dos 40 anos sob estudo; enquanto o padrão de deslocamento de chuvas mostra uma tendência para diminuir nos últimos 5 anos.
Palavras chave: precipitação, clima, climograma, úmido, seco.

Citación sugerida: Silva, M., Hernández, D., Freyre, L., Fernández, L. (2019). Indicadores de cambio climático en las precipitaciones. Revista Bases de la Ciencia, 4(2), 21-34. DOI: https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i2.1566 Recuperado de: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1566

Orcid IDs:

Maiquel López Silva: https://orcid.org/0000-0002-0946-616
Ligbel Sánchez Castillo: https://orcid.org/0000-0001-6846-4918

1. INTRODUCCIÓN

Los efectos del cambio climático constituyen uno de los principales problemas a los que se enfrenta la sociedad. Cada vez son más las evidencias científicas que los constatan, manifestándose a través de algunas variables climáticas, especialmente las temperaturas y las precipitaciones Paredes *et al*. (2015). Estos cambios que se están produciendo en la actualidad son la antesala de un proceso que se desarrollará a medio y largo plazo, y cuyos impactos en sectores de actividad como el turismo pueden suponer un gran condicionante para economías locales. Los mencionados efectos están, por tanto, requiriendo la implementación de acciones de adaptación territorial al cambio climático (Somedo *et al*. 2016; Sorensen, 2017).

El cambio climático está referido a la alteración del clima con respecto al historial climático mundial o regional e involucra a diversos parámetros meteorológicos como temperatura, precipitaciones, presión atmosférica, nubosidad, aumento en el nivel del mar y variaciones en la ocurrencia de eventos extremos del clima como sequías, inundaciones y tormentas tropicales Olivares *et al*. (2016). Esto está dado por causas naturales y antropogénicas sin embargo, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término "cambio climático" solo para referirse al cambio por causas humanas (Mordecai, 2017).

El cambio climático es el resultado de los desequilibrios energéticos, ecológicos y sociales provocados por los avances tecnológicos de la actualidad, el excesivo crecimiento poblacional y el desarrollo industrial caracterizado por el uso de combustibles fósiles en el consumo de energía, provocando un severo calentamiento global que repercute directamente en la disponibilidad de recursos hídricos como en el caso de las precipitaciones (Epstein, 2017; Lowe, 2018).

Existen claros signos de que el clima está cambiando, y el cambio climático es uno de los retos más importantes a los que debe enfrentarse una humanidad globalizada. Se registraron incrementos en la temperatura global que no son explicables en su totalidad por causas naturales (Useros, 2012; Lowe 2016; Concepción, 2017).

Los efectos del cambio climático a nivel mundial determinaron que se agudizarán las sequías, los procesos de desertificación, los fenómenos meteorológicos extremos, los deshielos, la elevación del nivel del mar y el ascenso de las temperaturas, por lo que se deben analizar, de forma integral y armónica, los factores relacionados con estos cambios, pues la existencia de nuestra civilización dependerá del esfuerzo mancomunado de todos para evitar o disminuir la

contaminación ambiental (Senra *et al.* 2013; Lowe, 2017).

ODEPA (2013) informó que el cambio climático podría afectar a la agricultura de varias maneras como en la productividad, en términos de cantidad y calidad de los cultivos; a través de los cambios del uso del agua para el riego y efectos en el medio ambiente, particularmente la relación de la frecuencia y sistema de drenaje de suelos, erosión, reducción de la diversidad de los cultivos.

Cuba cuenta con una estrategia para la adaptación al cambio climático sustentada en los sistemas de observación del sistema climático, la educación de la población y la comprensión del problema por parte de los actores a los diferentes niveles (Brown *et al*. 2015). Para el caso del municipio Ciego de Ávila se han presentado problemas de sequías meteorológicas que han provocado impactos severos sobre las precipitaciones y la población; sin embargo, no se ha demostrado científicamente la vinculación de estos efectos negativos con el cambio climático. Para contribuir al enriquecimiento de esta estrategia a escala local, el presente trabajo tiene como objetivo determinar la estimación de los impactos del cambio climático sobre las precipitaciones en el municipio de Ciego de Ávila.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el municipio Ciro Redondo al norte de la provincia de Ciego de Ávila. Se analizó una serie histórica de 40 años de precipitaciones diarias en el periodo comprendido desde el 1978 al 2017. Los 144000 datos fueron obtenidos de forma sistemática en el pluviómetro CA-808 con coordenadas N: 244.654 y E: 737.617.

El primer procedimiento en la investigación fue el control de la calidad de los datos a partir del análisis de la homogeneidad de la serie por las pruebas T de Student y F de Fischer. Se formuló la hipótesis de nulidad (H0) y la alternativa (H1) de modo que si el estadígrafo test T de Student calculado (T) es mayor que su valor critico (Tc) o la probabilidad (P) es menor que el nivel de significación (α) para un 5%, se toma la decisión de rechazar H0 y aceptar H1; demostrándose que las submuestras comparadas difieren estadísticamente. También se aplicó la técnica de estadística descriptiva para analizar la serie de lluvias.

Se aplicó la técnica de estadística descriptiva para analizar los estadígrafos fundamentales de la serie de lluvias para escala de tiempo mensual y anual (Escalante y Amores, 2013). Mientras que el análisis de las anomalías de las precipitaciones se determinó mediante la construcción de

un gráfico de barras.

Se determinó el Índice de Concentración de las Precipitaciones (*ICP*) para observar el comportamiento en su cantidad anual, variación estacional y duración de la estación lluviosa de la serie de según la siguiente ecuación:

$$ICP_i = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{12} P_{if}^{\ 2}}{P_f^2} \qquad (1)$$

Donde *ICP* es el Índice de Concentración de las Precipitaciones, para el año j, expresado como porcentaje; P_{if} la precipitación del mes i en el año j y P_f la precipitación anual del año j.

El valor de este índice va desde 8,33%, si la precipitación es igual en todos los meses, hasta 100% si toda la lluvia se concentra en un solo mes.

Se construyó el climograma según Useros (2012). En la determinación de indicadores para la evaluación del cambio climático en las precipitaciones se emplearon dos criterios: las anomalías climáticas y el cambio del patrón de lluvias y la curva de precipitación acumulada.

Las anomalías climáticas expresan desviaciones del comportamiento de una determinada variable climática respecto a su promedio hiperanual. Se trata de un parámetro que se utiliza para demostrar la presencia de un cambio climático conforme con la siguiente ecuación:

$$A_p = P_i - P_m \qquad (2)$$

Donde A_p es la anomalía climática para la variable precipitación (mm), P_i el valor de la precipitación (mm) para el año *i*, P_m la media aritmética hiperanual de la precipitación (mm).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las **Tablas 1 y 2** se presentan los valores de las precipitaciones que conforman la serie de datos básicos necesarios para los análisis posteriores de los posibles cambios climáticos que pueden producirse en el municipio Ciro Redondo.

Tabla 1. Lluvias del municipio Ciego de Ávila en el periodo 1978-2017[a].

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1978	22,5	45,9	84,9	100,5	309,6	216,0	96,8	222,5	167,2	350,5	27,9	9,3
1979	60,8	0,0	76,1	43,7	95,3	162,9	282,4	66,8	95,5	128,0	54,9	13,5
1980	0,0	31,3	0,0	87,1	215,4	226,7	162,7	345,4	233,1	184,0	117,4	0,0
1981	12,5	22,6	58,0	0,0	67,2	83,6	165,0	239,9	180,9	165,4	36,1	34,4
1982	7,4	13,0	109,9	34,0	233,5	150,7	160,9	114,4	70,2	120,1	45,8	0,0
1983	65,9	159,5	66,8	72,5	63,7	162,1	43,0	120,0	196,4	150,7	72,1	29,4
1984	14,0	42,6	61,2	20,2	216,8	223,4	279,1	164,1	276,5	42,5	14,5	9,6
1985	1,8	6,2	0,0	18,7	157,9	43,2	90,0	263,4	228,6	174,2	242,6	10,5
1986	39,3	15,8	99,8	5,6	138,5	198,2	74,6	138,1	91,9	76,8	62,9	18,7
1987	67,4	0,0	32,1	33,8	48,1	57,0	69,2	86,7	139,8	183,5	23,4	8,2
1988	23,8	5,3	10,1	10,0	294,3	533,5	198,6	197,0	170,8	205,7	103,9	17,0
1989	3,4	17,8	9,4	142,8	141,4	28,3	163,5	114,5	172,7	125,7	88,0	44,2
1990	1,1	13,7	96,3	70,7	64,8	29,0	146,5	124,5	173,6	225,7	52,1	51,8
1991	27,0	5,6	46,2	45,4	45,3	197,9	70,8	25,4	25,9	20,5	12,7	10,6
1992	7,9	86,0	0,0	40,2	1,1	230,9	23,0	56,4	57,4	2,8	11,8	0,0
1993	8,4	31,0	34,5	43,0	117,9	0	54,2	11,3	122,8	34,4	59,3	4,5
1994	0,0	121,5	11,5	13,5	38,7	80,8	25,2	61,8	212,2	253,8	4,5	33,6
1995	5,0	0,0	6,5	33,2	142,2	273,7	222,2	58,5	20,0	167,3	30,0	28,3
1996	4,3	0,0	36,0	5,0	342,0	176,9	45,0	26,0	28,3	246,5	95,6	4,6
1997	10,9	0,0	0,0	24,7	102,0	234,3	61,8	88,1	172,1	15,6	77,1	20,2
1998	45,2	91,6	61,7	0,0	172,7	180,0	94,2	159,0	311,8	95,0	64,7	25,5
1999	6,6	27,5	8,0	34,5	270,1	270,4	179,3	264,3	113,6	200,6	179,7	0,0
2000	26,7	0,0	52,0	35,0	97,5	81,3	78,1	46,9	143,3	58,1	13,3	156,9
2001	11,7	17,3	39,0	63,4	128,9	46,9	13,3	86,8	353,1	251,0	93,1	31,0
2002	0,0	0,0	42,5	0,3	311,6	376,8	203	98,0	223,9	39,3	71,6	0,0
2003	0,0	72,2	70,0	129,5	177,5	188,9	9,3	139,7	251,9	73,6	24,7	1,6
2004	0,0	35,4	29,2	0,0	95,5	177,9	128,1	187,8	61,9	124,0	8,5	0,0
2005	8,9	1,3	37,5	97,0	56,0	144,9	132,5	136,7	198,9	272,3	64,4	15,9
2006	11,7	12,5	56,0	120,6	159,3	181,6	108,9	105,5	118,7	93,5	48,7	12,2
2007	8,2	17,2	42,2	45,5	213,6	295,7	141,0	187,7	73,8	231,5	9,0	27,1
2008	0,0	0,0	52,8	108,2	124,8	80,5	120,8	147,8	412,2	91,5	45,4	16,6
2009	21,8	2,2	9,7	0,0	155,6	123,0	47,3	73,4	239,7	16,5	16,6	0,0
2010	0,0	197	2,3	177,8	57,5	96,9	207,1	228,5	321,9	164,5	18,8	0,2
2011	37,1	1,6	0,0	66,1	112,5	191,1	264,5	422,8	197,6	230,0	20,0	12,0
2012	0,0	20,0	28,0	73,5	391,4	143,7	69,2	401,7	20,0	143,1	0,0	10
2013	75,5	5,0	11,7	92,8	423,8	97,9	158,0	36,9	183,0	181,1	124,5	55,0
2014	31,8	0,0	22,0	67,9	293,5	146,7	187,9	175,0	154,2	196,5	34,8	20,5
2015	19,3	18,5	86,0	17,0	105,8	174,4	113,5	114,5	121,0	227,0	154,7	12,5
2016	60,4	4,5	10,1	39,2	131,4	200,6	102,3	98,3	140,1	129,1	17,3	6,4
2017	12,0	54,5	27,0	45,5	114,0	121,5	55,0	147,0	274,2	276,8	188,0	51,0

[a] Desde el mes 1 hasta el 12 de cada año y la pluviometría es en mm.

ISNN 2588-0764

Los resultados de la prueba de homogeneidad a partir de la serie de precipitaciones diarias y anuales se muestran en la **Tabla 2**. Se demuestra estadísticamente que la serie es consistente y homogénea; puesto que la probabilidad (*P*) de 0,124 de T Student y F de Fischer 0,114 es mayor que el nivel de significación (α) para un 5%, se toma la decisión de aceptar *H0* y rechazar *H1*; demostrándose que las submuestras no presentan diferencia estadísticamente significativa para un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 2. Prueba de homogeneidad de las precipitaciones.

Estadígrafo	Precipitaciones anuales (mm)	
	Submuestra 1978-1997	Submuestra 1998-2017
Media	1053,99	1205,20
Mediana	1050,75	1246,55
S	353,71	244,03
CV (%)	33,56%	20,25%
Mínimo	517,50	705,80
Máximo	1770,00	1555,30
Probabilidad T Student	0,12	
Probabilidad F de Fischer	0,11	

En la **Tabla 3** se muestra la estadística descriptiva de las precipitaciones anuales, el siguiente análisis estadístico demostró que los días con lluvia varían entre 9 y 12 días en el mes. Los valores extremos se observaron en el mes de enero hasta abril con valores mínimos comprendidos entre 1 y 2 días con lluvia mientras que los valores máximos oscilan entre 20 y 28 días con lluvia en el periodo de junio a septiembre, estos resultados son próximos a los obtenidos por Brown *et al*. (2015) para el municipio de Ciego de Ávila.

Tabla 3. Estadística descriptiva de las precipitaciones anuales.

Parámetro	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Sep.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**
Mínimo	1,1	1,3	2,3	0,3	1,1	28,3	9,3	11,3	20,0	2,8	4,5	0,2
Máximo	75,5	197,0	109,9	177,8	423,8	533,5	282,4	422,8	412,2	350,5	242,6	156,9
Media	23,9	38,6	43,6	57,2	160,7	170,0	121,2	144,6	168,6	149,2	62,3	24,3
Mediana	13,25	18,5	39,0	44,55	134,95	174,4	111,2	122,3	171,5	157,6	48,7	16,6
Desv. típica	21,7	47,5	29,6	42,3	102,2	97,9	72,8	96,4	93,1	85,1	55,4	27,9
CV (%)	91,1	123,2	67,8	74,0	64,0	57,6	60,1	66,7	55,2	57,0	88,8	114,7

En la **Figura 1** se presentan la curva de crecimiento de las lluvias anuales, lo que permiten apreciar que el pluviómetro CA-808, localizado en el municipio Ciro Redondo, el 47% de los años rebasa el valor de la media hiperanual que es de 1129 mm. Se evidencia que uno de cada cuatro años (25%) la precipitación fue inferior a 850 mm y en el cuartil correspondiente al 75%, la precipitación excedió los 1300 mm anuales. Este tipo de análisis fue utilizado por Mormeneo y Díaz (2003) y Santanas (2017) para clasificar la anomalía de las lluvias. Sin embargo, los valores obtenidos por Santanas (2017) son próximos a los obtenidos en la investigación, producto la cercanía de los pluviómetros analizados.

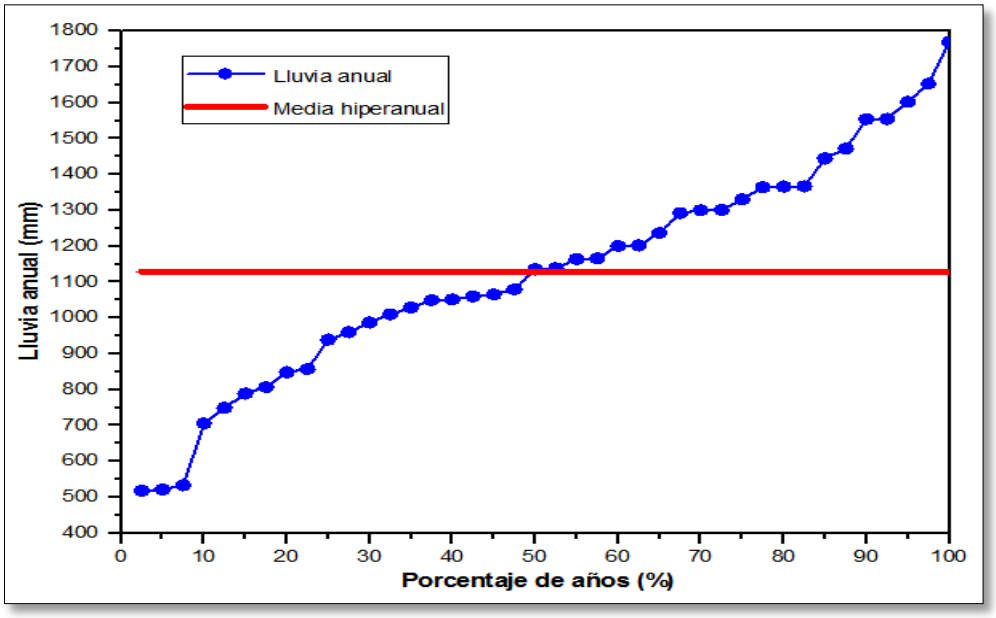


Figura 1. Curva de crecimiento de las lluvias anuales.

En la **Figura 2** se presenta la variación interanual de las precipitaciones, la cual demuestra que el 70% de las precipitaciones está comprendido entre 800 mm y 1400 mm, solo el 17,5% supera el intervalo. Se destaca el año 1988 con un valor de 1770,0 mm que resultó ser el año más lluvioso de la serie. Por debajo del intervalo se encontró un 12,5%, debiéndose resaltar el año 1992 con 517,5 mm, lo que puede caracterizarse como el año más seco de la serie.

ISNN 2588-0764

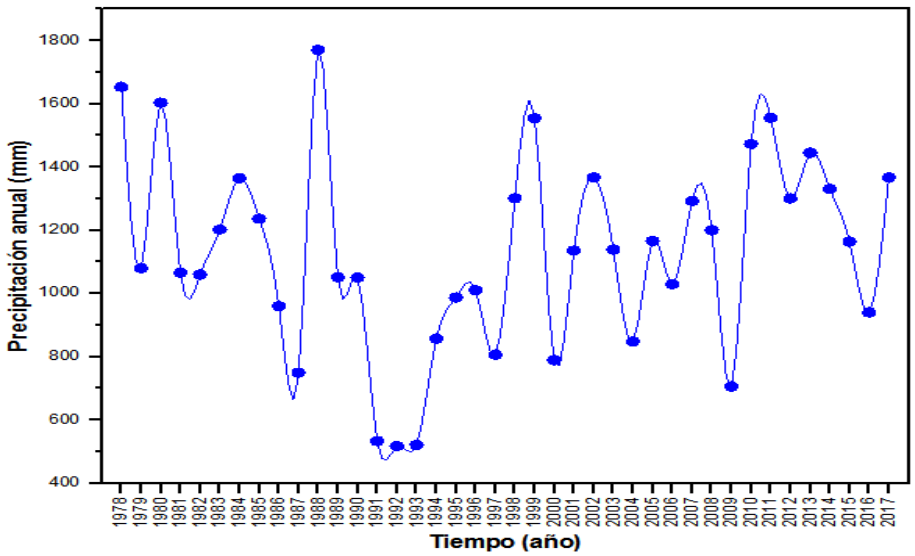


Figura 2. Variabilidad interanual de precipitaciones

En **Figura 3** se observan los números de días con lluvia, estos están comprendidos entre 55 y 75 días para un promedio de 65 días en el año, para un 62,5% del total de datos analizados. Solo el 17,5 % rebasa el intervalo, siendo el año 1989 más significativo de número de días con lluvia; sin embargo, difiere del año de mayor lluvia. El año 1994 manifiesta un comportamiento mínimo de 35 días de lluvia en el año. A partir de la **Figura 3**, se observa que existe una tendencia de disminución de los números de días con lluvias a partir del año 1994 que representa el 20% de la serie, resultados que concuerdan con los obtenidos.

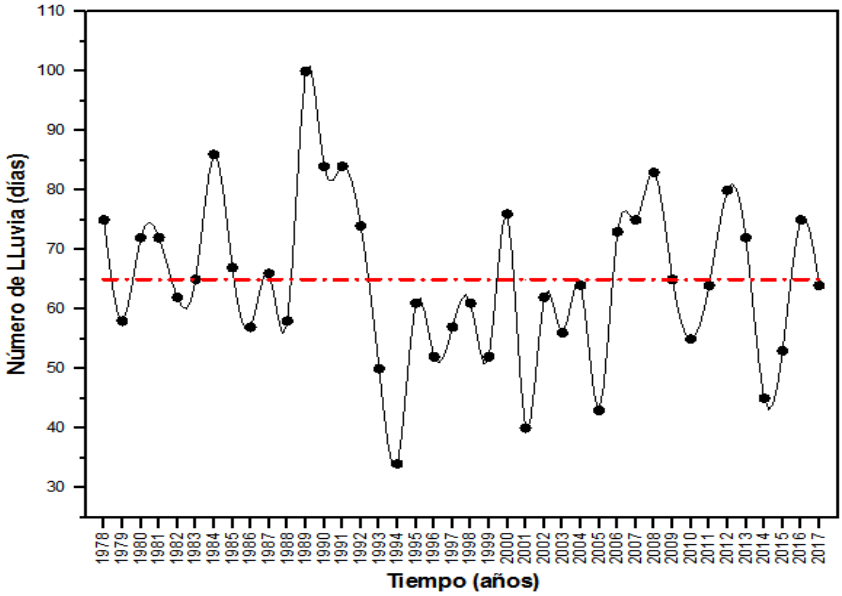


Figura 3. Variabilidad interanual de número de días con lluvia**.**

En la **Figura 4** se expone la variación intranual de las precipitaciones en función del tiempo. Se identifican que los meses muestra un comportamiento bimodal continuo, producto que se observan dos picos de mayor precipitación en los meses de mayo. El periodo seco se observa en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero marzo y abril con precipitaciones inferiores a 60 mm. A partir de la **Figura 4** se logra determinar que el 81,64% de las precipitaciones del año son del periodo lluvioso y solo el 18,36% de las precipitaciones anuales son en el periodo seco. Los resultados obtenidos coinciden con los obtenidos por Conde y López (2016), estos autores plantean que existe una tendencia de disminución de las precipitaciones en un 10% en América Latina y al Caribe.

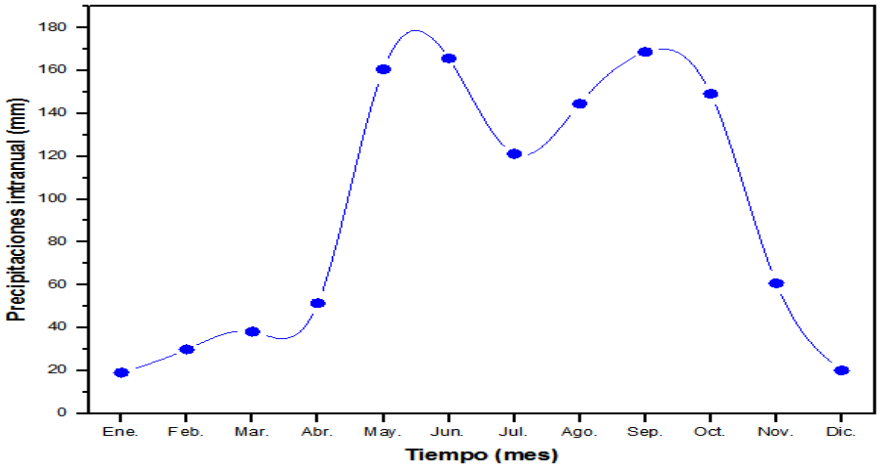


Figura 4. Variabilidad intranual de precipitaciones.

En la **Figura 5** se muestra el índice de concentración de las precipitaciones. Se observa que el año 1983 se caracteriza por presentar unas precipitaciones próximas todos los meses con un índice de 10,68%; mientras que el año 1992 las precipitaciones se concentran más en un mes con índice de 25,97%. Sin embargo, la media del índice de concentración de las precipitaciones fue 15,54%.

En la **Figura 6** se representa el climograma del municipio Ciro Redondo. Se observa que los meses de junio, julio y agosto superan los 30ºC de temperatura. Los valores de esta variable permiten calificar el estado de esta localidad como de temperaturas altas pues la media supera los 17ºC. La temperatura de invierno se clasifica como suave al encontrarse que la temperatura media del mes más frío fue de 22ºC, muy superior a los 10ºC. Sin embargo, los meses de junio y septiembre son los de mayores precipitaciones y a su vez presentan las mayores temperaturas.

ISNN 2588-0764

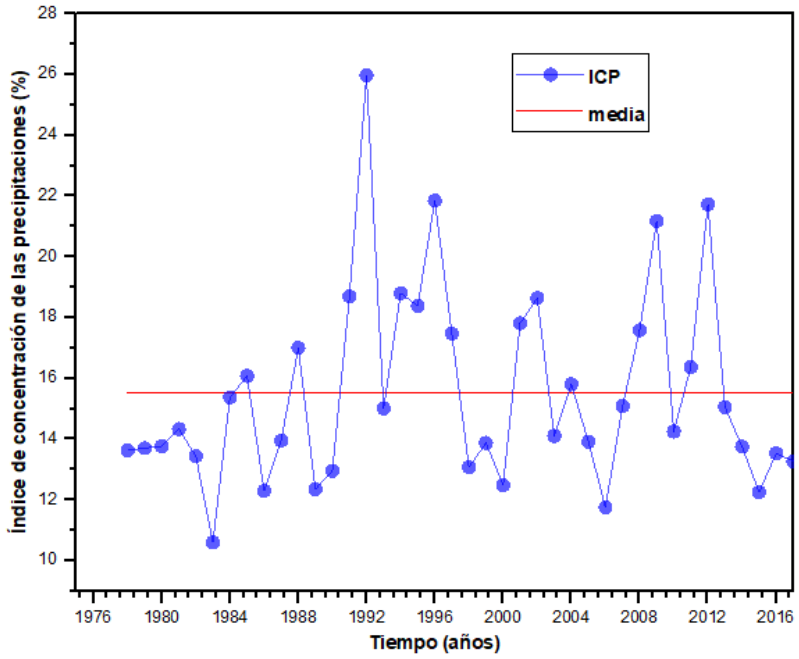


Figura 5. Índice de concentración de las precipitaciones.

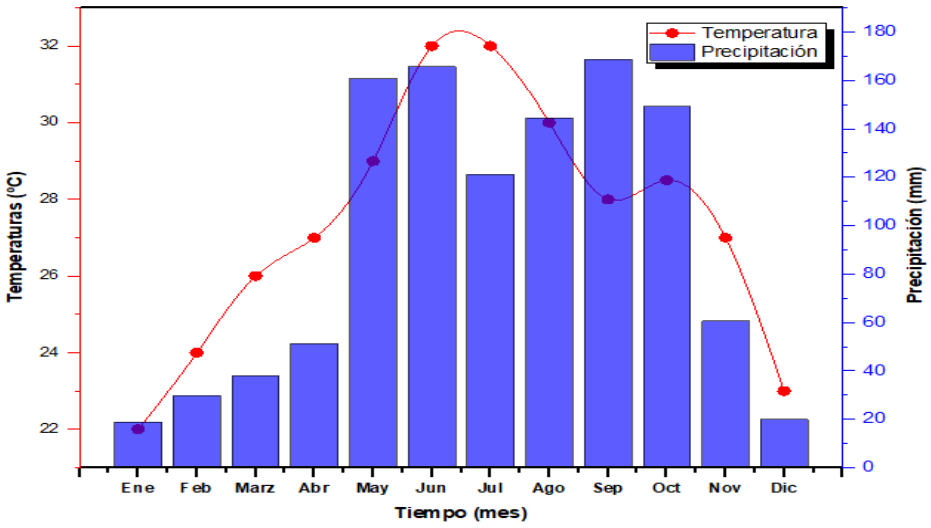


Figura 6. Climograma del municipio Ciro Redondo.

En la **Figura 7** se demuestran la ocurrencia de anomalías climáticas negativas en las precipitaciones. Estas anomalías negativas ocurren en el 47,5% de los 40 años estudiados, los cuales se encuentran por debajo del valor de la media. Se observa que en el periodo de 1989 al 1997 se concentran las mayores anomalías negativas, o sea, se mantuvieron inferiores a la media de las precipitaciones caídas de la serie de 40 años de estudios.

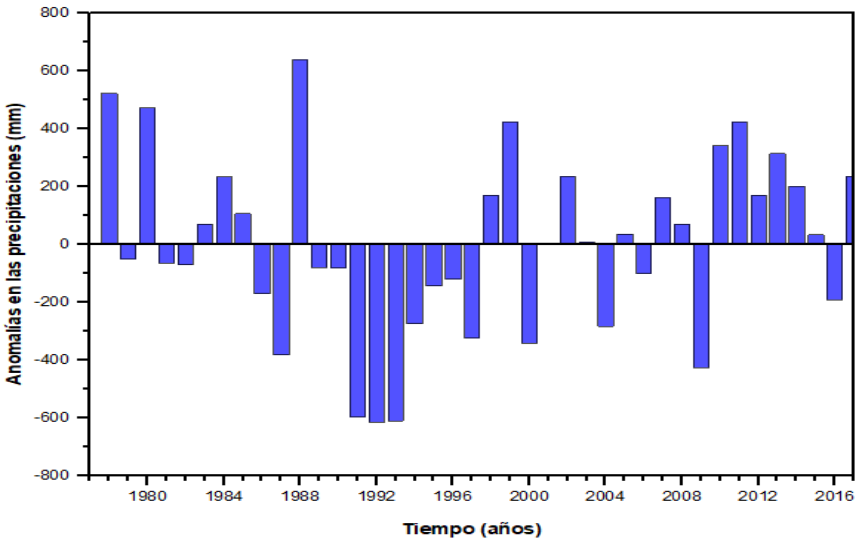


Figura 7. Anomalías de la precipitación en el periodo 1978 - 2017

En la **Figura 8** se observa el patrón de desplazamiento de las precipitaciones en los últimos 5, 10, 15, 20, 30 y 40 años, respectivamente. Se aprecia que en los últimos 5 años existe una tendencia a disminuir las precipitaciones en los meses de junio, julio y septiembre en un 11,02%, 5,67% y 11,86% respectivamente. No obstante, se evidencian cambios climáticos menos significativos en los últimos años; a excepción de incrementos notables de las precipitaciones en el mes de mayo.

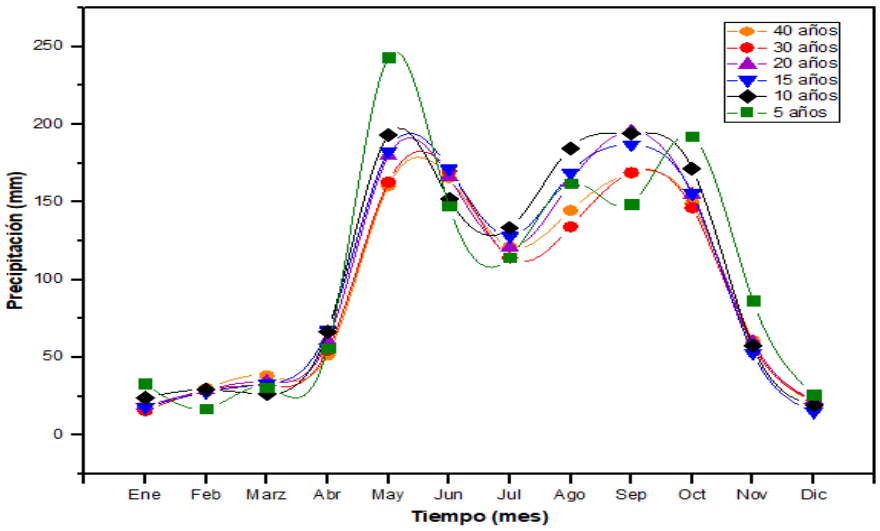


Figura 8. Patrón de desplazamiento de la lluvia en los últimos 5, 10, 15, 20, 30 y 40 años.

ISNN 2588-0764

4. CONCLUSIONES

Los periodos lluviosos y secos se encuentran definidos en un 81,64% y 18,36% de las precipitaciones del año, respectivamente, mientras que los días con lluvia varían entre 9 y 12 días en el mes, con tendencia a la disminución en un 20% de la serie; aunque el índice de concentración de las precipitaciones medias fue de 15,54%.

El climograma identificó que los meses de junio, julio y agosto superan los 30ºC de temperatura lo que permiten caracterizar la zona de estudio como una localidad de altas temperaturas.

Existe una elevada anomalía climática negativa que ocurre en el 47,5% de los 40 años estudiados; mientras que el patrón de desplazamiento de las precipitaciones en los últimos 5 años mostró una tendencia a disminuir las precipitaciones en los meses de junio, julio y septiembre en un 11,02%, 5,67% y 11,86% respectivamente.

5. REFERENCIAS

Brown, O.M., Gallardo, B,Y., Correa, S,A., Barrios, G,S. (2015). El cambio climático y sus evidencias en las precipitaciones. Revista ingeniería hidráulica y ambiental, XXXVI (1), 88-101. ISSN 1815–591X, RNPS 2066.

Concepción, P.G. (2017). Indicadores de cambio climático para la evaluación de los impactos sobre las precipitaciones en el municipio majagua. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Hidráulico. Departamento de Ingeniería Hidráulica. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba.

Conde, A.C; López, B. J. (2016). Variabilidad y cambio climático. Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en América Latina y al Caribe. Propuestas para métodos de evaluación. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Ediciones Quinta del agua. Ciudad de México. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/215402/CGACC_2016_Variabilidad_y_Cambio_Climatico_Impactos_Vulnerabilidad_y_Adaptacion.pdf

Epstein, H. (2017). A Menace Wrapped in a Protein: Zika and the Global Health Security Agenda. Nueva York, Universidad de Columbia, doi:10.13140/RG.2.2.25050.85443.

Escalante, C., Amores, L. (2013). Análisis de la precipitación en la costa de Chiapas. XI Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica y VII Seminario Internacional del Uso del Agua. 1-5 de octubre, ISBN: 978-607-7601-96-8, Ciego de Ávila, Cuba.

González, L., Marrero, N., Jorge, M. Del C., Martínez, J. B. (2007) Temas de Hidrología Superficial para Ingenieros. Editorial Félix Varela, ISBN: 978- 959-07-0310-2, pp.21-24, Ciudad de La Habana, Cuba.

Lowe, R., Coelho, C., Barcellos, C., Carvalho, M., Catão, R., Coelho, G., Ramalho, W., Bailey, T., Stephenson, D., Rodó, X. (2016). Evaluating probabilistic dengue riskforecasts from a prototype early warning system for Brazil. eLIFE, 5, 1-18. DOI: 10.7554/eLife.11285

Lowe, R., Stewart-Ibarra, A., Petrova, D., García-Díez, M., Cordova, M., Mejía, R., Regato, M., Rodó, X. (2017). Climate services for health: Predicting the evolution of the 2016 dengue season in Machala, Ecuador. The

Lancet Planetary Health, 1(4), 142-151. Recuperado de: https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30064-5

Lowe, R., Barcellos, C., Brasil, P., Cruz, O., Honório, N., Kuper, H., Carvalho, M. (2018). The Zika virus epidemic in Brazil: From discovery to future implications. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(1): e96. Recuperado de: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5800195/pdf/ijerph-15-00096.pdf

Mordecai, E. A., Cohen, J.M., Evans, M.V., Gudapati, P., Johnson, L.R., Lippi, C.A., Miazgowicz, K., Murdock, C., Rohr, J.R., Ryan, S.J., Savage, V., Shocket, M., Ibarra, A.S., Thomas, M.B., Weikel, D.P. (2017). Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. PLOS Neglected Tropical Diseases, 11(4):e0005568. Recuperado de: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005568

Mormeneo, I. y Díaz, R. (2003). Método para clasificar la anomalía de las lluvias. Revista Brasileña de Agrometeorología, Santa María. 11 (1), 159-167. Recuperado de: http://agrometeorologia.criba.edu.ar/Downloads/ANOMALIAS.pdf

ODEPA (2013). Estudio: Cambio climático. Impacto en la Agricultura, Heladas y Sequía. Informe Final. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura, pp. 7-28. Recuperado de: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/12/cambioClimatico2013.pdf

Olivares, B., Cortez, A., Lobo, D., Parra, R., Rey, J., Rodríguez, M. (2016). "Estudio de la Sequía Meteorológica en Localidades de los Llanos de Venezuela Mediante el Índice de Precipitación Estandarizado." Revista Acta Nova 7(3), 267–283. Recuperado de: https://goo.gl/FCLiog

Paredes-Trejo, F., Guevara-Pérez, E., Barbosa-Alves, H. y Uzcátegui-Briceño, C. (2015). Tendencia de la precipitación estacional e influencia de El Niño Oscilación Austral sobre la ocurrencia de extremos pluviométricos en la cuenca del lago. Tecnología y Ciencias de la Luz, 6(6), 33–48. Recuperado de: https://goo.gl/G75Cc5

Santanas, C. (2017). Caracterización Precipitaciones en el municipio Ciro Redondo de la provincia Ciego de Ávila. Tesis presentada en opción al título de Ingeniería Hidráulica. Facultad de Ciencias Técnicas. Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

Semedo, A., Soares, P., Lima, D., Cardoso, R., Bernardino, M., Miranda, P. (2016). The impact of climate change on the global coastal low-level wind jets: EC-EARTH simulations. Global and Planetary Change, 137, 88-106. Recuperado de: http://idlcc.fc.ul.pt/pdf/Semedo%20et%20al%202016%20The%20impact%20of%20climate%20change%20on%20the%20global%20coastal%20low-level%20wind%20jets.pdf

Senra, A., Soto, S., Guevara, R. (2013). Estrategia de enfrentamiento a problemas asociados al cambio climático en ecosistemas ganaderos cubanos. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba. ISSN 2224-7920.

Sorensen, C.J., Borbor-Cordova, M.J., Calvello-Hynes, E., Diaz, A., Lemery, J., Stewart-Ibarra, A.M. (2017). Climate variability, vulnerability, and natural disasters: A case study of Zika virus in Manabi, Ecuador following the 2016 earthquake. GeoHealth, 1(8), 298-304, doi:10.1002/2017GH000104.

Useros, J.L. (2012). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. Consejería de Sanidad de la Junta de Castilla y León, Valladolid. España. 50, 71-98. Recuperado de: file:///C:/Users/jctor/Downloads/Dialnet-ElCambioClimatico-4817473.pdf

Revista Bases de la Ciencia - ISSN 2588-0764

Publicación Cuatrimestral. Vol. 4, No 2, Mayo/Agosto, 2019, Ecuador (p. 35-50)

Ciencias Químicas

Artículo de Investigación

EVALUACIÓN DEL PERFIL AROMÁTICO DE VINO BLANCO PRODUCIDO CON CEPAS RESULTANTES DE LA FUSIÓN DE PROTOPLASTOS DE LEVADURAS

Dra. Karelen Araujo[1*], Dra. Ana Cáceres[2], Dra. María Berradre[3], MSc. Zulay Mármol[1], MSc. Johanna Raga[1], MSc. Marisela Rincón[1].

[1]Laboratorio de Tecnología de Alimentos y Fermentaciones Industriales. Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia. Venezuela.
[2]Laboratorio de Desarrollo de Métodos de Análisis. Departamento de Química. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Venezuela.
[3]Laboratorio de Alimentos. Departamento de Química. Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Venezuela.
*Autor para la correspondencia. E-mail: karelenaraujo@gmail.com

Recibido: 06-02-2019 / Aceptado: 20-5-2019 / Publicación: 31-08-2019

Editor Académico: Dra. María del Rosario Brunetto

RESUMEN

El estudio de diferentes estrategias para conseguir mayor complejidad aromática a los vinos, es una inquietud constante dentro del campo de la enología debido a que el aroma es uno de los atributos más importantes implicados en la calidad del vino. El objetivo del presente trabajo es determinar el perfil aromático de vino blanco producido mediante fermentación alcohólica de la cepa híbrida SCHLUZ2014 resultante de la fusión intergénica de protoplastos de la levadura autóctona *Saccharomyces* cerevisiae SCVMLUZ 2008 y la levadura comercial *Hanseniaspora guilliermondii* CECT (Colección Española de Cultivos Tipo) 11102. Se realizaron vinificaciones en blanco con mosto de uva de la variedad Malvasía, además se realizaron fermentaciones con las levaduras parentales por separado y con un cultivo mixto de éstas. Se midieron los compuestos volátiles mayoritarios originados en la etapa de fermentación: acetato de isoamilo, acetato de etilo, hexanoato de etilo, n-propanol, isobutanol, alcohol isoamílico, acetaldehído y diacetilo. El perfil aromático fue determinado utilizando la técnica de espacio de cabeza acoplada a un cromatógrafo de gases con detector FID y ECD. La levadura híbrida produjo cantidades aceptables de alcoholes superiores y de acetaldehído. El vino generado con ésta cepa presentó mayor cantidad de hexanoato de etilo que la levadura autóctona *S.cerevisiae*, *H.guilliermondii* y la mezcla de ambas, por lo que ésta levadura representa una alternativa para la elaboración de vinos blancos con aroma a fruta agradable y matices propios de la región zuliana.

Palabras clave: vino blanco, levadura híbrida, aroma, compuestos volátiles.

EVALUATION OF THE AROMATIC PROFILE OF WHITE WINE PRODUCED WITH STRAINS RESULTING FROM THE FUSION OF YEAST PROTOPLASTS

ABSTRACT

The study of different strategies to achieve greater aromatic intensity to wines, is a constant concern in the field of winemaking because the aroma is one of the most important attributes involved in the quality of wine. The aim of the present work is to determine the aromatic profile of white wine produced by alcoholic fermentation of the hybrid strain resulting from the intergenic fusion of protoplasts of the indigenous yeast *Saccharomyces cerevisiae* SCVMLUZ 2008 and the commercial yeast *Hanseniaspora guilliermondii* CECT (Spanish Collection of Type Crops) 11102. Fermentations of white wine were made with grape must of the variety Malvasía, besides making fermentations with the parental yeasts separately and with a mixed culture of these. The majority volatile compounds produced in the fermentation stage were measured: isoamyl acetate, ethyl acetate, ethyl hexanoate, n-propanol, isobutanol, isoamyl alcohol, acetaldehyde and diacetyl. The aromatic profile was used in the technique of coupled head space and gas chromatograph with FID and ECD detector. The hybrid yeast produces acceptable quantities of higher alcohols and acetaldehyde. The wine generated with this strain presented a greater amount of ethyl hexanoate than the indigenous yeast *S.cerevisiae*, *H. guilliermondii* and the mixture of both. The hybrid yeast represents an alternative for the production of white wines with pleasant fruit aroma and own nuances from the Zulia region.

Key words: white wine, hybrid yeast, aroma, GC headspace, volatile compounds.

AVALIAÇÃO DO PERFIL AROMÁTICO DO VINHO BRANCO PRODUZIDO COM ESTIRES RESULTANTES DA FUSÃO DE PROTOPLASTOS DE LEVEDURA

RESUMO

O estudo de diferentes estratégias para alcançar uma maior intensidade aromática para os vinhos, é uma preocupação constante no campo da vinificação, porque o aroma é um dos atributos mais importantes envolvidos na qualidade do vinho. O objetivo do presente trabalho é determinar o perfil aromático do vinho branco produzido por fermentação alcoólica da linhagem híbrida resultante da fusão intergênica de protoplastos da levedura indígena *Saccharomyces cerevisiae* SCVMLUZ 2008 e da levedura comercial *Hanseniaspora guilliermondii* CECT (Coleção Espanhola de Tipo Culturas) 11102. As fermentações de vinho branco foram feitas com mosto de uva da variedade Malvasia, além de fermentações com as leveduras parentais separadamente e com uma cultura mista destas. A maioria dos compostos voláteis produzidos no estágio de fermentação foram medidos: acetato de isoamilo, acetato de etilo, hexanoato de etilo, n-propanol, isobutanol, cool isoamico, acetaldeo e diacetilo. O perfil aromático foi utilizado na técnica de cabeça acoplada e cromatógrafo a gás com detector FID e ECD. A levedura híbrida produz quantidades aceitáveis de álcoois superiores e acetaldeído. O vinho produziu maior quantidade de hexanoato de etila que a levedura indígena S. cerevisiae, H. guilliermondii e a mistura dos dois. A levedura híbrida representa uma alternativa para a produção de vinhos brancos com aroma agradável e nuances da região de Zulia.

Palavras chave: vinho branco, levedura híbrida, aroma, Espaço livre do GC, compostos voláteis.

Citación sugerida: Araujo, K., Cáceres, A., Berradre, M., Mármol, Z., Raga, J., Rincón, M. (2019). Evaluación del perfil aromático de vino blanco producido con cepas resultantes de la fusión de protoplastos de levaduras. Revista Bases de la Ciencia, 4(2), 35-50. DOI: https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i2.1633 Recuperado de: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1633

Orcid IDs:

Karelen Araujo: https://orcid.org/0000-0002-6505-8348
María del Rosario Brunetto: https://orcid.org/0000-0003-3848-5130

1. INTRODUCCIÓN

El aroma es uno de los aspectos más importantes en la calidad de los vinos ya que está relacionado directamente con la aceptación del consumidor. Varias familias de compuestos de naturaleza volátil son responsables del aroma de vinos blancos jóvenes, entre los que se incluyen: propanol, 2-metilpropanol, 3-metilbutanol, acetato de isoamilo, hexanoato de etilo, diacetilo, acetato de etilo y acetaldehído (Wu *et al*., 2016, Vilanova y col., 2013). Estos compuestos representan más de la mitad de los volátiles totales, mientras que el resto lo constituyen compuestos volátiles minoritarios presentes en el vino en muy bajas cantidades, tales como: acetatos, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos, heterocíclicos, ésteres polares, lactonas, terpenos, compuestos azufrados y otros alcoholes superiores (Regodón *et al*, 2006). Dentro de la diferenciación de los vinos, el aroma global es uno de los aspectos más importantes y se atribuye mayoritariamente a compuestos formadores de aroma sintetizados por las levaduras (Zhu *et al.*, 2016*;* Uber, 2005). Dado que las levaduras proporcionan mayores posibilidades para modular el aroma fermentativo, el control de la selección e inoculación de cepas con características específicas son herramientas a disposición para obtener vinos con perfiles aromáticos determinados (Viana, 2011).

Las levaduras vínicas son principalmente del género *Saccharomyces* (Boulton *et al*., 1999). La especie predominante, *S. cerevisiae*, es seleccionada usualmente para la elaboración de vino debido a que fermenta de forma eficiente los azúcares y produce altos rendimientos de etanol. Sin embargo, el perfil aromático es bastante sencillo y común. Por otro lado, las cepas del género no-*Saccharomyces*, tales como: *Candida*, *Kloeckera* y *Hanseniaspora* poseen características enológicas que pueden influenciar sobre las propiedades sensoriales de los vinos, específicamente mejorando el perfil aromático. No obstante, estas cepas no fermentan eficientemente el mosto de la uva por lo que usualmente no son empleadas como cultivos iniciadores en las fermentaciones, pero pueden ser utilizadas exitosamente como una cepa parental en un proceso de modificación genética (Raineri & Pretorius, 2000; Mateo & Maicas, 2016).

La búsqueda de vinos diferenciados vinculados a la identidad regional ha demostrado ser una excelente estrategia comercial nacional e internacional para incrementar la demanda de vinos en un mercado actual tan competitivo. Las técnicas de modificación genética entre las que destacan experimentos de mutagénesis y selección, hibridación, electroporación, tratamiento con sales de litios y fusión de protoplastos (Pretorius, 2000 y Carrascosa *et al*., 2005) ofrecen la posibilidad de obtener nuevas cepas de levadura que se adapten mejor a las diferentes regiones vitícolas, a las variedades de la uva, a las prácticas culturales y a las condiciones de vinificación (Van Rensburg, 2006).

En un trabajo previo realizado por los autores se obtuvo mediante la técnica de fusión de protoplastos una cepa híbrida intergénica con potencialidades enológicas (Araujo *et al*.,2016). La levadura autóctona *Saccharomyces cerevisiae* SCVMLUZ 2008 aislada del mosto en fermentación espontánea de la variedad Malvasía de la cosecha del Centro de Desarrollo Vitícola Socialista de Mara y la levadura comercial *Hanseniaspora guilliermondii* CECT 11102 actuaron como cepas parentales para generar una nueva levadura híbrida (SCHLUZ2014) capaz no solo de terminar la fermentación consumiendo la mayoría de los azúcares, sino también de formar etanol a concentraciones deseadas y generar un perfil de compuestos volátiles con características propias y únicas de la región Zuliana.

El objetivo del presente trabajo es determinar el perfil aromático de vino blanco producido mediante fermentación alcohólica de la cepa híbrida resultante de la fusión intergénica de protoplastos de la levadura autóctona *Saccharomyces* cerevisiae SCVMLUZ 2008 y la levadura comercial *Hanseniaspora guilliermondii* CECT 1102.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del mosto

El mosto de uva de la Variedad Malvasía se obtuvo del Centro de Desarrollo Agrícola "El Condado" ubicado en el Municipio Mara. Se obtuvo luego del prensado de uvas correspondiente a la cosecha de mayo de 2013. El proceso de fermentación se llevó a cabo de acuerdo al proceso corriente de vinificación en blanco a una temperatura entre 17-18°C, con adición de carbonato de etilo al inicio de la fermentación. Se realizaron cuatro bioprocesos en botellones de 5L por duplicado con los siguientes inóculos: a) S. *cerevisiae* SCMCVLUZ 2008, b) *H. guilliermondii* CECT 11102, c) levadura obtenida en la fusión de protoplastos y d) mezcla de cultivos *S. cerevisiae* y *H.guilliermondii* (10 % / 90%). El proceso de elaboración de vino blanco se realizó con algunas modificaciones de acuerdo al esquema planteado por Hidalgo, (2011).

Compuestos volátiles

La identificación y cuantificación de los compuestos volátiles por cromatografía gaseosa acoplada con la técnica de espacio de cabeza se obtuvo usando un estándar interno (acetato de hexilo). El equipo utilizado es un Thermo Scientific TRACE GC Ultra acoplado a un automuestrador de espacio de cabeza HS 2000, el cual permite que un grupo de muestras puedan ser analizadas bajo condiciones analíticas programadas en la secuencia de muestras.

Se emplearon compuestos estándares de referencia marca Sigma-Aldrich (USA) para los volátiles mayoritarios acetaldehído, propanol, 2-metilpropanol (isobutanol), 3-metilbutanol (alcohol isoamílico), acetato de etilo, acetato de isoamilo, hexanoato de etilo. Las muestras se fortificaron con el estándar interno acetato de hexilo (2,72 $mg.L^{-1}$). Se llenaron los viales con 10 mL de muestra más 100 µL del estándar interno. Se emplearon las siguientes condiciones cromatográficas: la incubadora se programó a 60°C con agitación constante durante 10 min. Se empleó la columna TRACE™ TR-Wax de polietilenglicol (30 m x 0,32 mm diámetro interno x 0,25 µm espesor de la película Thermo Scientific, USA).

La temperatura del horno se programó de la siguiente forma; inicialmente 100°C por 3 minutos, luego se elevó a 160°C a una velocidad de 11°$C.min^{-1}$, manteniendo esta temperatura por 5,50 min. Posteriormente se incrementó a 200°C a una velocidad de 120°$C.min^{-1}$. La temperatura se mantuvo por 7 min. Se utilizó el detector de ionización de llama (FID). La temperatura del inyector se mantuvo a 130°C y la del detector FID a 275°C. Se empleó Helio 5.0 como gas de arrastre. Se utilizó el modo split para la inyección de 2 µL a un flujo de a 12 $mL.min^{-1}$.

Para la determinación de diacetilo se utilizó el estándar interno 1,3-dicloropropano (47,12 $mg.L^{-1}$). Se llenaron los viales con 10 mL de muestra más 100 µL del estándar interno. La incubadora se programó a 40°C con agitación constante durante 5 min. Se utilizó la columna TraceGOLD TG-XLBMS (30 m x 0,25 mm diámetro interno x 0,1 µm espesor de la película, Thermo Scientific, USA).

La temperatura del horno fue 90°C por 1 min, luego se elevó a 200°C a una velocidad de 18°$C.min^{-1}$. Esta temperatura se mantuvo por 4 min. Se empleó el detector de captura de electrones (ECD). Se empleó H_2 (5.0) como gas de arrastre a 12 $mL.min^{-1}$ La cuantificación del análisis estuvo basada en el principio de que el área del pico del compuesto es proporcional a la cantidad de analito presente en la muestra. La temperatura del inyector se mantuvo a 125°C y la del detector ECD a 160°C. La inyección de 2 µL fue modo split a un flujo de 20 mL.min-1 (Rodríguez, R. & Suárez, B., 2007).

Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos se analizaron según un análisis de varianza de un solo factor. Éste análisis permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones (K>2) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor agregado (Montogomery & Runger, 2005). Las pruebas de comparaciones de media se llevaron a cabo con los test de Índice de Tukey. Se fijó el nivel de significancia o nivel crítico en $P \leq 0,05$. Los

datos se analizaron utilizando el programa estadístico SPSS 20.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Alcoholes superiores

Entre las diversas familias de compuestos químicos que proceden del metabolismo fermentativo de las levaduras, destacan los alcoholes superiores mayoritarios: propanol, 2-metilpropanol (isobutanol) y 3-metilbutanol (alcohol isoamílico). Este grupo es el más importante cuantitativamente entre los volátiles del vino (Moreno & Peinado, 2009). La producción de alcoholes superiores es una característica individual de cada levadura que puede traer impactos tantos positivos como negativos sobre el perfil aromático (Zambonelli, 2003). Se caracterizan por su penetrante olor y consecuentemente, pueden tener un significativo efecto en el sabor de los vinos.

Contribuyen al sabor dulce afrutado de la bebida, pero para que la sensación sea agradable deben estar equilibrados los sabores ácidos con el amargo y con el dulce. Los alcoholes presentan también otra peculiaridad, que es su impresión al tacto en la lengua con sensación ardiente, debido a su poder deshidratante y lipodisolvente (Cedrón, 2004).

Los resultados de la composición de esta familia de compuestos en los vinos realizados con las diferentes especies de levaduras se muestran en la **Figura 1**. El contenido de propanol se muestra en la **Figura 1 (a).** Se observa que los valores encontrados para la levadura producto de la fusión de protoplastos (67,19 $mg.L^{-1}$) no difieren significativamente de los encontrados para *S. cerevisiae* (60,88 $mg.L^{-1}$). Un comportamiento similar pero con valores superiores se obtuvo en los vinos elaborados con *H. guilliermondii* (77,11 $mg.L^{-1}$) y el cultivo mixto de *S. cerevisiae* y *H. guilliermondii* (76,27 $mg.L^{-1}$).

La concentración de propanol es comparable con los valores reportados en el trabajo de Andorrà *et al*., (2012) para vinos elaborados con *S. cerevisiae*, *Candida Zemplinina*, *H. uvarum* y mezcla de estos cultivos. Sin embargo, resultaron superiores a los contenidos de propanol encontrados por Romano *et al*., (2003) y Regodón *et al*., (2006), los cuales emplearon *S. cerevisiae*, *H. uvarum*, *Candida stellata*, *Z. fermentati*, *S. ludwigii* y *S. cerevisiae*, respectivamente.

Al observar la **Figura 1 (b)** se aprecia que la concentración de 2-metilpropanol del vino elaborado con la levadura híbrida no difiere significativamente con los realizados con *S cerevisiae y H. guilliermondii*, mientras que el vino fermentado con el cultivo mixto *S. cerevisiae*/*H. guilliermondii* presentó una concentración significativamente mayor en comparación con el resto de los vinos. El

contenido de 2-metilpropanol en los vinos preparados con *S. cerevisiae*, *H. guilliermondii* y la levadura híbrida estuvo cercano a 200 $mg.L^{-1}$. Se encontraron valores inferiores en los trabajos reportados por Romano *et al*., (2003); Tufariello *et al*., (2014); Lossada *et al*., (2011); Mateo *et al*., (2001); Regodón *et al*., (2006) y Gómez-Míguez *et al*., (2007).

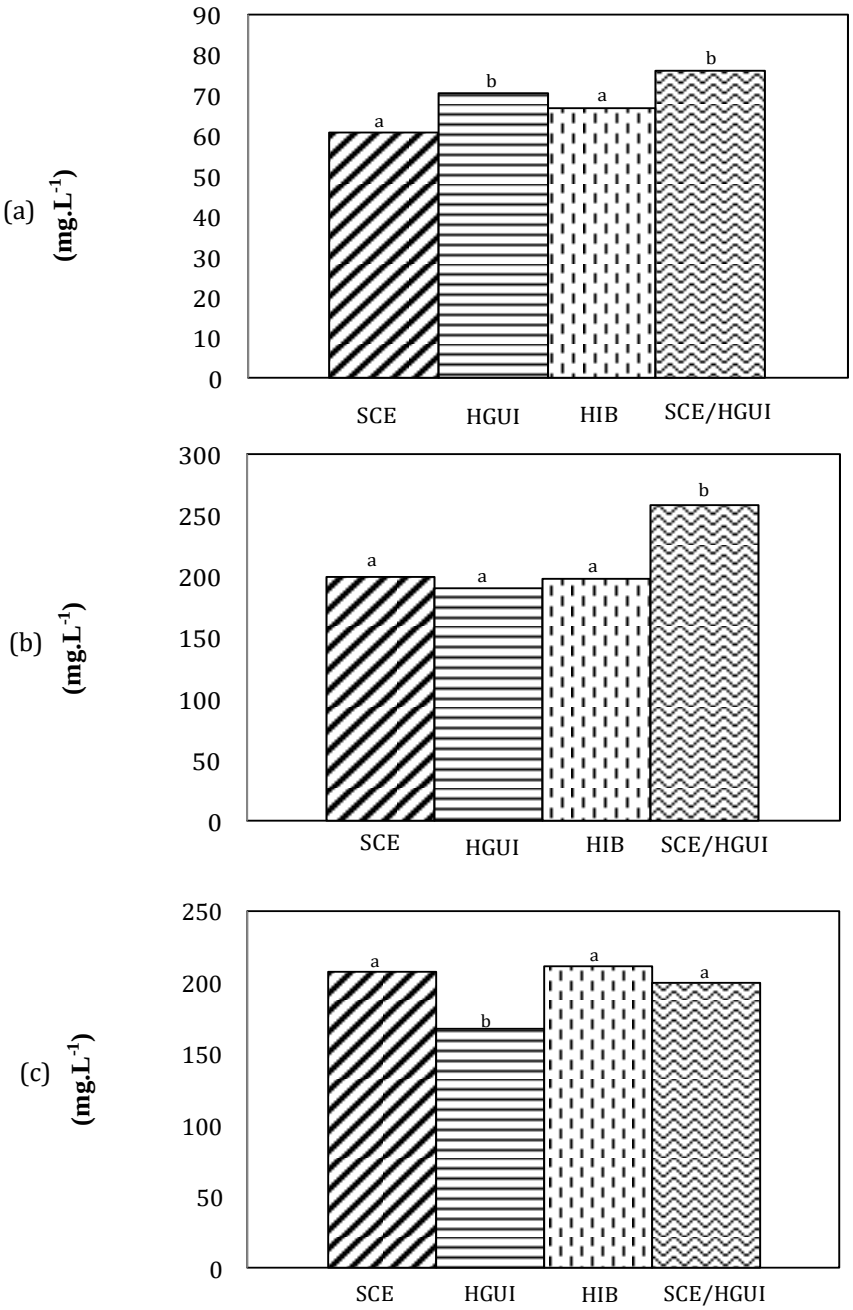


Figura 1. Alcoholes mayoritarios en los vinos elaborados con las diferentes especies. (a) propanol, .(b) 2-metilpropanol, (c) 3-metilbutanol SCE: *S. cerevisiae*; HGUI: *H .guillermondii*; HIB: Híbrido; SCE/HGUI: *S. cerevisiae*/*H .guillermondii*. Letras diferentes sobre las barras indican diferencia significativa ($p<0,05$)

En la **Figura 1 (c)** se encuentran representados los contenidos de 3-metilbutanol en los vinos elaborados con las levaduras de estudio. En este caso no hay diferencias significativas entre los vinos preparados con *S. cerevisiae*, el híbrido y el cultivo mixto. La concentración fue próxima a 200 $mg.L^{-1}$.

Este valor es comparable con los obtenidos por Lossada *et al*., (2011); Moreira *et al*., (2011); Romano *et al*., (2003) y Mateo *et al* (2001), mientras que el vino elaborado con la levadura comercial *H. guilliermondii* tuvo una concentración (168,02 $mg.L^{-1}$) de 3-metilbutanol significativamente menor a la encontrada en los vinos fermentados con el resto de las levaduras.

Los alcoholes superiores generalmente se producen en cantidades elevadas y cuando su concentración supera los 400 $mg.L^{-1}$ se originan efectos no deseables en la percepción sensorial del vino (Nikolaou *et al*., 2006). En esta investigación se obtuvieron valores superiores de 2-metilpropanol en comparación con los estudios antes mencionados. Estos tipos de alcoholes son formados por las levaduras, bien sea directamente de los azúcares o de los aminoácidos de la uva, por la reacción "Ehrlich", es decir; transaminación, descarboxilación y reducción de aminoácidos. La leucina conduce al alcohol 3-metilbutanol, mientras que el 2-metilpropanol y el propanol pueden ser producidos por valina y treonina (Moreira *et al*., 2011).

La cantidad de alcoholes superiores sintetizados durante un proceso fermentativo depende de la concentración de aminoácidos presentes en el medio. La elevada concentración de propanol encontrada podría deberse a la composición de aminoácidos del mosto de uva utilizado. La producción de este grupo de alcoholes está en función del balance establecido entre sus rutas anabólicas y catabólicas y de la cantidad de nitrógeno disponible (Boulton *et al*., 1999).

Ésteres

Otro grupo importante de compuestos volátiles encontrado en los vinos es representado por los ésteres. Se producen durante el proceso de fermentación en pequeñas cantidades y aunque en el transcurso del proceso pueden formarse varios tipos de ésteres, los más importantes son los apolares provenientes de alcoholes superiores y de ácidos grasos saturados; acetato de etilo, acetato de isoamilo, hexanoato de etilo (Uber, 2006). Las cepas analizadas en este estudio produjeron ésteres, los cuales son responsables de las notas afrutadas y florales de los vinos jugando un papel importante en sus características sensoriales (Callejon *et al*., 2010).

Particularmente el acetato de etilo es uno de los principales, debido a que se encuentra en proporciones mayoritarias. Éste compuesto añade complejidad al aroma del vino con notas frutales

cuando su concentración está por debajo de 150 mg.L^{-1}, mientras a altas concentraciones puede proporcionar un olor avinagrado desagradable (Clarke & Bakker, 2004).

En la **Figura 2** se presentan las concentraciones de los ésteres mayoritarios analizados. En la **Figura 2(a)** se muestra el contenido de acetato de etilo para cada uno de los vinos de estudio. Se aprecia que la levadura hibrida presentó una concentración menor a 100 mg.L^{-1}, lo que representa un punto a favor para esta cepa, ya que no supera el límite máximo recomendado y puede impartir al vino aromas afrutados agradables.

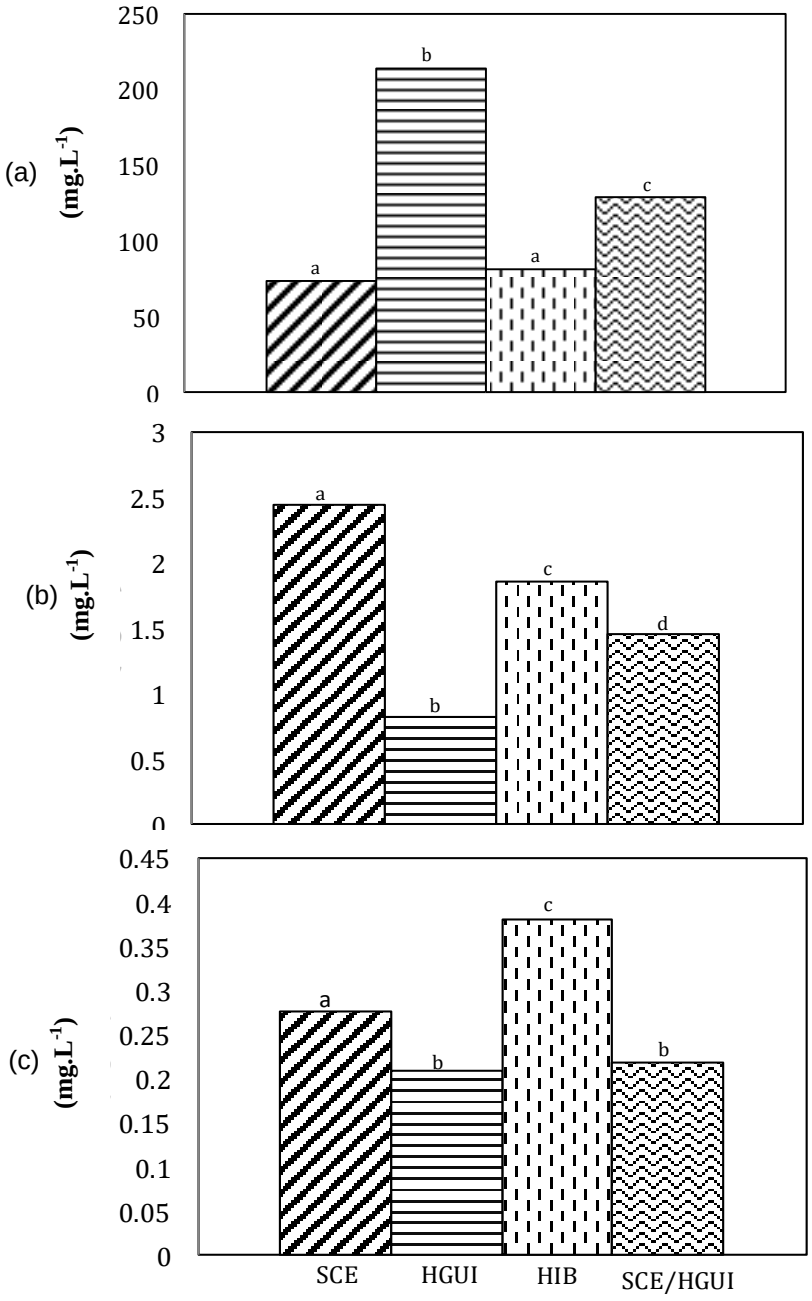


Figura 2. Ésteres mayoritarios en los vinos elaborados con las diferentes especies. (a) acetato de etilo, (b) acetato de isoamilo, (c) hexanoato de etilo. SCE: *S.cerevisiae*; HGUI: *H.guilliermondii*; HIB: Híbrido; SCE/HGUI: *S.cerevisiae/H.guilliermondii*. Letras diferentes sobre las barras indican diferencia significativa (p<0,05).

Es de hacer notar que la concentración de acetato de etilo en éste vino (81,34 mg.L^{-1}) no difirió significativamente con del vino producido con *S. cerevisiae* (73,37 mg.L^{-1}). Además se observa que el vino elaborado con la cepa *H. guilliermondii* presentó un valor igual a 214,36 mg.L^{-1}. Esta concentración es inaceptable debido al olor avinagrado y las características negativas que le imparte al vino. El vino elaborado con la mezcla de *S. cerevisiae/H. guilliermondii* tampoco superó los 150 mg.L^{-1} de acetato de etilo pero su concentración es superior a la obtenida con la cepa híbrida y la autóctona (129,03 mg.L^{-1}). De acuerdo con Regodón *et al*., (2006) concentraciones entre 70 y 80 mg.L^{-1} son consideradas positivas para el aroma de vino. Según este criterio la cepa híbrida y la autóctona presentan niveles adecuados de este éster y sus concentraciones son comparables con los resultados expuestos por Regodón y col., (2006) y Romano *et al*., (2003), utilizando en todos los casos *S. cerevisiae*. Es importante acotar que estas levaduras produjeron niveles de acetato de etilo más bajos que los perfiles generados por cepas como *H. uvarum, C. stellata* y *S. ludwigii*.

Otro éster importante analizado en las muestras de vino fue el acetato de isoamilo. En general los ésteres de acetato son considerados como indicativos de calidad aromática de vinos jóvenes y que le aportan al vino notas frutales agradables, especialmente olor a banana. En la **Figura 2 (b)** se aprecia que las cantidades obtenidas para éstos ésteres en los vinos producidos con las levaduras de estudio presentaron diferencias significativas entre sí. La mayor cantidad de acetato de isoamilo la presentó el vino elaborado con la levadura autóctona *S. cerevisiae* (2,45 mg.L-^{1}). El vino fermentado con la levadura híbrida presentó una concentración superior (1,86 mg.L^{-1}) a la obtenida en el vino elaborado con las levaduras *H. guilliermondii* (0,82 mg.L^{-1}) y el cultivo mixto *S. cerevisiae/H. guilliermondii* (1,46 mg.L^{-1}). Los resultados encontrados en este estudio en relación a la concentración de acetato de isoamilo por parte de la levadura híbrida, *S. cerevisiae* y el cultivo mixto, superan ligeramente los valores reportados por Lossada *et al*., (2011) y Gomez-Míguez *et al*., (2007).

Los contenidos de hexanoato de etilo obtenidos para los vinos de estudio se observan en la **Figura 2 (c).** En este caso la mayor concentración del éster la obtuvo el vino elaborado con la levadura híbrida (0,38 mg.L^{-1}), resaltando de éste modo las notas frutales de fresa y piña que de acuerdo con Tufariello *et al*.,(2014) es el aroma característico de este compuesto. El contenido presente en el vino de *S. cerevisiae* (0,28 mg.L^{-1}) superó los niveles producidos por *H. guillermondii* (0,21 mg.L^{-1}) y por el cultivo mixto (0,22 mg.L^{-1}). El contenido de hexanoato de etilo generado por la levadura híbrida es comparable con los resultados presentados por Lossada *et al*., (2011). No obstante, resultó ser menor a los valores expuestos por Andorrà *et al*., (2012).

Debido a que se utilizó el mismo mosto de uva para todos los bioprocesos se presume que las diferencias en relación a las concentraciones de los ésteres entre las distintas cepas de estudio se

debieron a los mecanismos biosintéticos que ocurren en el interior de cada una de las células de las levaduras. De acuerdo a los hallazgos encontrados en relación a la producción de acetato de isoamilo y hexanoato de etilo por parte de la levadura producto de la fusión de protoplastos, se evidencia el potencial que presenta esta cepa para modificar y mejorar el perfil de compuestos volátiles en los vinos.

La síntesis de ésteres demanda energía por tanto el mecanismo necesita la presencia de un alcohol superior y de una molécula activa en forma de acil-CoA, mayoritariamente acetil-CoA (Uber, 2006). Se forma un éster vía enzimática cuando está presente un alcohol o un ácido graso y una molécula de agua (Lambrechts & Pretorius, 2000). Así el acetil-CoA reaccionaría con los alcoholes superiores rindiendo los ésteres de acetato, mientras que los compuestos acil-CoA reaccionarían con etanol generando los ésteres de etilo. En *S.cerevisiae* hay al menos tres enzimas implicadas en la síntesis de los ésteres. Se denominan genéricamente éster sintasas, etanol acetiltransferasas o alcohol acetiltransferasa. Estas enzimas catalizan mayoritariamente la producción de ésteres formadores de aroma. Aun siendo idéntica la actividad catalítica que ejercen cada una de ellas presentan distintos grados de afinidad y especificidad por el sustrato (Mason & Dufour, 2000).

La síntesis de estos compuestos es un mecanismo gobernado fundamentalmente por la regulación transcripcional donde intervienen varios factores. Por consiguiente, el control de la producción de este tipo de ésteres es extremadamente complejo y difícil de predecir (Uber, 2006). Por lo antes explicado, se asume que la función fisiológica que desempeñan las enzimas en la síntesis de ésteres, así como la contribución de cada una de ellas en las levaduras de estudio debe ser distinta.

Acetaldehído

Uno de los compuestos carbonilos más importantes desde el punto de vista cuantitativo producido durante la fermentación alcohólica es el acetaldehído. Éste es el precursor de los acetatos y etanol. Se forma a partir del piruvato por la vía glucolítica a partir de la piruvato descarboxilasa. Los vinos jóvenes tienen concentraciones por debajo de 75 $mg.L^{-1}$ (Regodón *et al*., 2006). También puede ser producido luego de la fermentación alcohólica por oxidación química del etanol cuando éste se encuentra expuesto al aire (Oliveira *et al*., 2011).

En la **Figura 3** se muestran las concentraciones de este aldehído en los vinos de estudio. La mayor concentración (70 $mg.L^{-1}$) se obtuvo en el vino fermentado con la levadura comercial *H. guilliermondii*, el resto de los vinos no presentaron diferencias significativas entre sí y estuvieron alrededor de 10 $mg.L^{-1}$. Este valor es consistente con los resultados encontrados por otros autores, los cuales emplearon *S.cerevisiae* y mosto de uva blanca de la variedad Parelleda (Regodón *et al*., 2006).

Otros investigadores reportan valores superiores de este compuesto para vinos blancos (Gómez-Míguez *et al*., 2007; Jackwetz *et al*., 2011; Romano *et al*., 2003).

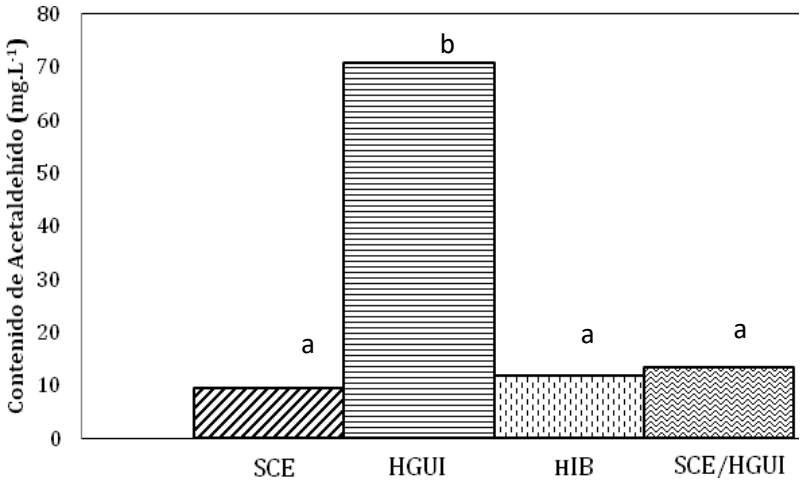


Figura 3. Contenido de acetaldehído en los vinos elaborados con las diferentes especies. SCE: *S. cerevisiae*; HGUI: *H. guilliermondii*; HIB: Híbrido; SCE/HGUI: *S. cerevisiae/H. guilliermondii*. Letras diferentes sobre las barras indican diferencia significativa ($p<0,05$)

Concentraciones elevadas de acetaldehído imparten atributos aromáticos relacionados con manzanas verdes, hierbas recién cortadas y nueces, sin embargo, estos descriptores son considerados indeseables en mostos y vinos (Cullere *et al*., 2007). Por esta razón, es importante que las levaduras produzcan bajas concentraciones de acetaldehído. Además de las cualidades sensoriales, el acetaldehído es un aglutinante fuerte al dióxido de azufre, éste combinado reduce los efectos sensoriales del acetaldehído, pero también las propiedades funcionales del mismo. Específicamente, vinos con altas concentraciones de acetaldehído requieren mayor cantidad de dióxido de azufre para lograr niveles adecuados de dióxido libre o activo, debido a que tal como se mencionó anteriormente el dióxido de azufre combinado no tiene las mismas propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antienzimáticas.

Se ha señalado el acetaldehído como causante de efectos adversos a la salud de los consumidores y fue calificado como cancerígeno (Lachenmeier & Sohmius, 2008). Por todo lo antes descrito, la levadura producto de la fusión de protoplastos presenta características favorables en relación a la producción de este compuesto.

ISNN 2588-0764

Diacetilo

El diacetilo, también conocido como 2,3-butanodiona es una dicetona vecinal que puede ser encontrada en todos los tipos de vinos. Se produce por la levadura desde el comienzo de la fermentación, pero es rápidamente reducida a acetoína y 2,3-butanodiol, pudiendo incluso continuar esta reducción días después de la fermentación. Por otro lado, la degradación del ácido cítrico por las bacterias lácticas puede producir diacetilo en cantidades importantes. Esta dicetona presenta descriptores aromáticos que recuerdan a la mantequilla y productos lácteos (Moreno & Peinado, 2009).

El análisis de este compuesto es de vital importancia para asegurar la calidad del producto final. Al pH normal del vino (2-4), el diacetilo está unido al ión bisulfio, es decir; el diacetilo que se mide durante el análisis es el "libre". La formación del complejo diacetilo-sulfito reduce el contenido de diacetilo libre, disminuyendo de esta forma las percepciones sensoriales del vino. Las cantidades de diacetilo obtenidas para los vinos preparados con las levaduras de estudio el análisis estadístico se muestra en la **Figura 4.**

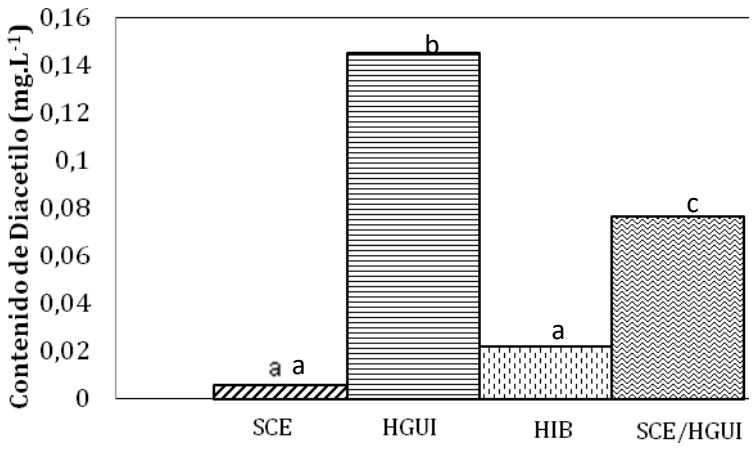


Figura 4. Contenido de diacetilo en los vinos elaborados con las diferentes especies. SCE: *S. cerevisiae*; HGUI: *H. guilliermondii*; HIB: Híbrido; SCE/HGUI: *S. cerevisiae/H. guilliermondii*. Letras diferentes sobre las barras indican diferencia significativa ($p<0,05$)

Se observa que los contenidos generados con la levadura híbrida (0,02 $mg.L^{-1}$) y con *S. cerevisiae* (0,005 $mg.L^{-1}$) no presentaron diferencias significativas. Al igual que la concentración de diacetilo producido por el cultivo mixto (0,08 $mg.L^{-1}$), los valores estuvieron por debajo de los encontrados con *H. guilliermondii*.

Éste resultado era predecible, debido a que las levaduras del género *Saccharomyces* forman pequeñas cantidades de diacetilo, mientras que las levaduras apiculadas, tales como *Hanseniaspora, Kloeckera* y *Zygosaccharomyces*, lo hacen en cantidades abundantes (Hidalgo, 2011). Los resultados obtenidos para este compuesto son consistentes con los reportados por Ramos *et al*., (2012).

Se ha establecido 2 $mg.L^{-1}$ como concentración máxima de diacetilo en vinos blancos, por encima de éste valor este compuesto causaría un defecto importante en el vino. (Hidalgo, 2011). En los vinos blancos es usual obtener valores de diacetilo pequeños, debido a que de lo contrario podría indicar alteraciones debidas a bacterias lácticas. Éste compuesto es un subproducto de la fermentación maloláctica, él cual es un proceso típico para la mayoría de los vinos tintos (Flanzy, 2003).

Las diferencias significativas encontradas en las fracciones aromáticas para los compuestos analizados, corroboran el efecto de las cepas inoculadas debido a que provocan cambios en los vinos obtenidos y dan lugar en el caso del vino elaborado con la levadura resultante de la fusión de protoplastos a un vino con características químicas aceptables.

4. CONCLUSIONES

Los perfiles de compuestos volátiles generados con las levaduras de estudio son diferentes entre sí. Cuantitativamente los alcoholes superiores son el grupo más representativo y se obtuvieron para todos los casos concentraciones aceptables pues estuvieron por debajo de los 400 $mg.L^{-1}$, lo que indica que no hubo alteraciones en este sentido y más bien estos alcoholes contribuyen al equilibrio de los sabores ácidos, amargo y dulce.

La cepa híbrida (SCHLUZ2014) generó bajas cantidades de acetaldehído y diacetilo, los cuales pueden ocasionar defectos a los vinos cuando superan los límites establecidos. Adicionalmente, esta levadura produjo concentraciones aceptables de etanol y cantidades deseables del acetato de isoamilo y de hexanoato de etilo, por lo que se considera factible su uso para el mejoramiento del perfil aromático único y propio que podría impartir a los vinos notas frutales agradables propias de estos ésteres que se expresan con olor a banana, fresa y piña.

5. REFERENCIAS

Andorrà, I., Berradre, M., Mas, A., Esteve-Zarzoso, B., Guillamón, J. (2012). Effect of mixed culture fermentation on yeast population and aroma profile. *Food Science and Technology,* 49, 8-13.

Araujo, K., Berradre, M., Rivera, J., Cáceres, A., Páez, G., Aiello, C. & Perez, D. (2016). Fusión intergénica de protoplastos de *Saccharomyces cerevisiae* y *Hanseniaspora guilliermondii. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, 36*, 51-57.

Boulton, R., Singleton,V., Bisson, L., Kunkee, R. (1era edición). (1999). *Principles and practices of winemaking*. Nueva York, USA: Chapman & Hall Eds.

Callejon, R., Clavijo, A., Ortigueira, P., Troncoso, A., Paneque, P., Morales, M. (2010). Volatile and sensory profile of organic red wines produce by different selet autochthonous and commercial *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Analytica Chimica Acta*, 660, 68-75.

Carrascosa, A., Muñoz, R. & González, R. (1era edición). (2005). *Microbiología del vino*. Madrid, España: AMV Ediciones.

Cedrón, M. (2004). Estudio analítico de compuestos volátiles en vino. Caracterización quimiométrica de distintas denominaciones de origen. Tesis doctoral. Universidad de la Rioja.

Clarke, R., Bakker, J. (2004). *Wine Flavor chemistry*.Oxford, USA: Blackwell Publishing.

Cullere, L., Cacho, J., Ferreira, V. (2007). An assessment of the role played by some oxidation-related aldehydes in wine aroma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*., 55, 876−881.

Flanzy, C. (2003). *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*, Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Jackowetz, J., Dierschke, S., Mira de Orduña, R. (2011). Multifactorial analysis of acetaldehyde kinetics during alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Research International*, 44, 310-316.

Gómez-Míguez, M., Cacho, J., Ferreira, V., Vicario, I., Heredia, F. (2007). Volatile components of Zalema white wines. *Food Chemistry*, 100, 1464-1473.

Hidalgo, T. (2011). *Tratado de Enología. Tomo I*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Lachenmeier, D. y Sohnius, E. (2008). The role of acetaldehyde outside ethanol metabolism in the carcinogenicity of alcoholic beverages: evidence from a large chemical survey. *Food Chemical Toxicology*, 46, 2903−211.

Lambrecht, M., Pretorius, I. (2000).Yeast and its importance to wine aroma - a review. *South African Journal for Enology and Viticulture, 21*, 97–129.

Lossada, M., Andrés, J., Cacho, J., Revilla, E., López, J. (2011). Influence of some prefermentative treatments on aroma composition and sensory evaluation of white Godello wines. *Food Chemistry*, 125, 884-891.

Mason, A., Dufour., (2000). Alcohol acetyl transferees and the significance of ester synthesis in yeast. *Yeast*, 16, 1287-1289.

Mateo, J., Jiménez, M., Pastor, A.,Huerta, T. (2001). Yeast starter cultures affecting wine fermentation and volatiles. *Food Research International*, 34, 307-314.

Mateo, J. & Maicas S. (2016). Application of Non-*Saccharomyces* Yeasts to Wine-Making Process. *Fermantation, 2*1(4), 1-13.

Montgomery, D. & Runger, P. (2005). *Probabilidad y estadística aplicadas a la Ingeniería*. Arizona, Estados Unidos: Editorial McGraw-Hill.

Moreira, N., Guedes de Pinho, P., Santos, C., Vasconcelos, I. (2011). Relationship between nitrogen content in grapes and volatiles, namely heavy sulphur compounds, in wines. Food Chemistry, 126: 1599-1607.

Moreno, J. & Peinados, R. (2009). *Química enológica*. Madrid, España: AMV Ediciones y Ediones Mundi Prensa.

Nikolaou, E., Soufleros, E. H., Bouloumpasi, E., &Tzanetakis, N. (2006). Selection of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains according to their oenological characteristics and vinification results. *Food Microbiol*ogy, 23, 205-211.

Oliveira, C., Ferreira, A., De Freitas, V. & Silva, A. (2011). Oxidation mechanisms occurring in wines. *Food Research International, 44*, 1115-1126.

Pretorius, I. (2000). Tailoring wine yeast for the new millenium: novel approache to the ancient art of winemaking. *Yeast, 16*, 675-729.

Raineri, S. & Pretorius, I. (2000). Selection and improvement of wine. *Annals Microbiology*, 50, 15-31.

Ramos, R., Pacheco, M., Gonçalves, L., Valente, I., Rodrigues, J., Araujo, A. Determination of free and total diacetyl in wine by HPLC–UV using gas-diffusion microextraction and pre-column derivatization. *Food Control*, 24 (1-2), 220-224.

Regodón, J., Ramirez, M., Perez-Nevado, F. (2006). Influence of *Saccharomyces cerevisiae* yeast strain on the major volatile compounds of wine. *Enzyme and Microbial Technology* , 40 (1), 151-15.

Rodríguez, R. & Suárez, B. (2007). Determination of Volatile Compounds in Cider Spirits by Gas Chromatography with Direct Injection. *Journal of Chromatography Science, 45*, 428-434.

Romano, P., Fiore, C., Paraggio, M., Caruso, M., Capece, A. (2003). Function of yeast species and strains in wine flavor. *International Journal of Food Microbiology*, 86, 169-180.

Tufariello, M., Chiriatti, M., Grieco, F., Perrotta, C., Capone, S., Rampino, P., Tristezza, M., Mita, G. 2014. Influence of autochthonous *Saccharomyces cerevisiae* strains on volatile profile of Negroamaro wines. *Food Science and Technology*, 58, 35-48.

Uber, G. (2006). Modificación genética de levaduras vínicas industriales para mejorar la producción de aroma secundario. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.

Viana, F. (2011). Levaduras no-*Saccharomyces* para modular el aroma secundario de los vinos: incremento del acetato de 2-feniletilo mediante cultivos iniciadores mixtos. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Van Rensburg, P. (2006). Las levaduras hibridas, una herramienta excepcional para las fermentaciones. *Viticultura/Enología Profesional*, *105*, 9-43.

Vilanova, M., Escudero, A., Graña, M., Cacho, J. (2013). Volatile composition and sensory properties of NorthWest Spain white wines. Food Research International, 54, 562–568.

Wu, Y., Duan, S., Zhao, L., Gao, Z., Luo, M., Song, S., Xu, W., Zhang, C., Ma, C., Wang, S. (2016). Aroma characterization based on aromatic series analysis in table grapes**.** *Scientific Reports*, 6 (3116), doi: 10.1038/srep31116.

Zambonelli, C. (2003). *Microbiologia e biotecnologia dei vini*. Bologna, Italia: Edagricole.

Zhu, F., Du, B., Li, J. (2016). *Aroma Compounds in Wine*. London, United Kingdom: Intechopen.

Revista Bases de la Ciencia - ISSN 2588-0764

Publicación Cuatrimestral. Vol. 4, No 2, Mayo/Agosto, 2019, Ecuador (p. 51-72)

Ciencias Matemáticas

Artículo de Investigación

ASPECTOS TEÓRICOS DEL MANOVA-BIPLOT Y SU APLICACIÓN A LOS USOS DEL SUELO EN LA ESPAC-2016

Dr. Isidro Amaro[1], Dr. Ernesto Ponsot[*], Ph.D. Zenaida Castillo[2], M.Sc. Wilfre Machado[3]

Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay. Escuela de Ciencias Matemáticas y Computacionales. Ecuador.

*Autor para correspondencia: eponsot@yachaytec.edu.ec

Recibido: 26-02-2019 / Aceptado: 20-5-2019 / Publicación: 31-08-2019

Editor Académico: Dr. Luis Sánchez

RESUMEN

Se presentan algunos aspectos teóricos sobre la relación entre las técnicas clásicas de MANOVA y Biplot, que son la base de la gráfica MANOVA-Biplot. Se aplica esta técnica a un conjunto de datos referentes al uso del suelo en las tres regiones definidas por el Ecuador. Se indagan sus diferencias con el propósito de lograr una caracterización sintética que sirva para compararlas estadísticamente y que sea de utilidad al proceso de toma de decisiones. La región oriental está caracterizada por el uso de su suelo preponderantemente en montes, bosques naturales y artificiales, la región costera por cultivos permanentes, transitorios y barbechos, y la región de la sierra por los restantes pastos, descansos, páramos y otros. Se presenta una ilustración de los resultados que muestra el gran valor de síntesis que tiene la técnica estadística propuesta, incluido el código R que la produce.

Palabras clave: Regiones del Ecuador, usos del suelo, MANOVA, Biplot.

THEORETICAL ASPECTS OF THE MANOVA-BIPLOT AND THEIR APPLICATION TO LAND USES IN THE ESPAC-2016

ABSTRACT

Some theoretical aspects about the relationship between the classic techniques of MANOVA and Biplot, which are the basis of the MANOVA - Biplot graph are presented. This technique is applied to a set of data concerning to land uses in the the three major regions defined by Ecuador. Their differences are investigated in order to achieve a synthetic characterization that can be used to compare them statistically and to improve appropriately the decision process. The eastern region is characterized by the use of its soil predominantly in mountains, natural and artificial forests, the coastal region by permanent crops, transients and fallows, and The Sierra region by the permanent and transient crops and fallows. An illustration about the results showing the great synthesis value that the proposed technique has, including the R code that produces it is also presented.

Key words: Regions of Ecuador, land uses, MANOVA, Biplot.

ASPECTOS TEÓRICOS DA MANOVA-BIPLOT E SUA APLICAÇÃO AOS USOS DA TERRA NA ESPAC-2016

RESUMO

Alguns aspectos teóricos são apresentados sobre a relação entre as técnicas clássicas de MANOVA e Biplot, que são a base do gráfico MANOVA - Biplot. Aplicando essa técnica a um conjunto de dados referentes aos usos da terra nas três principais regiões definidas pelo Equador, suas diferenças são investigadas para obter uma caracterização sintética que possa ser usada para compará-las estatisticamente e melhorar adequadamente o processo de decisão. . A região leste é caracterizada pelo uso de seu solo predominantemente em montanhas, florestas naturais e artificiais, enquanto a região costeira por culturas permanentes, transiente e favelas, e a região da serra pelos pastos remanescentes, quebras, terras estéreis e outras. É apresentada uma ilustração dos resultados que mostram o grande valor de síntese que a técnica estatística proposta possui, incluindo o código R que a produz.

Palavras-chave: Regiões do Equador, usos do solo, MANOVA, Biplot.

Citación sugerida: Amaro, I., Pensot, E., Castillo, Z., Machado, W. (2019). Aspectos teóricos del Manova-Biplot y su aplicación a los usos del suelo en la ESPAC-2016. Revista Bases de la Ciencia, 4(2), 51-72. DOI: https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i2.1668 Recuperado de: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1668

Orcid IDs:

Isidro Amaro: https://orcid.org/0000-0003-2402-910X
Ernesto Ponsot: https://orcid.org/0000-0001-5221-1799
Zenaida Castillo: https://orcid.org/0000-0002-4424-8652
Wilfre Machado: https://orcid.org/0000-0002-3797-2159
Luis Sánchez: https://orcid.org/0000-0002-1850-0631

1. INTRODUCCIÓN

El Manova-Biplot es una técnica estadística multivariante utilizada en situaciones experimentales donde se dispone de varias variables respuesta y se quiere buscar las diferencias entre varios grupos. Fue denominada Manova-Biplot por Gabriel (1972, 1995), aunque también se le conoce como Biplots Canónicos según Vicente-Villardón (1992) y Gower Y Hand (1996). El Manova-Biplot para diseños de dos vías fue introducido por Amaro et al. (2004).

Esta útil herramienta, además de permitir la interpretación de las diferencias-semejanzas entre grupos, que es el objetivo principal del Análisis de Varianza Multivariante (MANOVA, por sus siglas en inglés), también ofrece la posibilidad de visualizar las relaciones entre las variables, y las relaciones entre grupos y variables, al mismo tiempo que proporciona medidas de calidad de representación tanto para variables como para medias de grupos, lo que facilita significativamente la interpretación de los resultados. Una descripción más detallada de la teoría de los métodos Biplot puede encontrarse en Nieto et al. (2014). Algunos usos recientes del MANOVA-Biplot se discuten en Iñigo et al. (2004), Varas et al. (2005), Iñigo et al. (2014), García-Talegón et al. (2016) e Iñigo et al. (2017).

En este trabajo se presentan algunos aspectos teóricos de la relación entre MANOVA y Biplot, que es la base para la construcción del MANOVA-Biplot como técnica conjunta, así como para probar sus propiedades estadísticas. Se propone usar estos principios en la construcción de regiones elípticas de confianza, en lugar de las clásicas regiones circulares. La teoría propuesta se soporta con programas elaborados en R (R Core Team 2017). Se presenta como ilustración de la técnica, un estudio de las características de las regiones que componen el Ecuador en términos del uso de su suelo. Estas características tienen implicaciones en el proceso de decisiones sobre qué usos incentivar. También influyen en las políticas de apoyo a la economía productiva que potencian la calidad de vida de los habitantes.

Específicamente, a partir de los datos contenidos en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2016), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) del Ecuador (INEC 2017), se emplea la técnica MANOVA-Biplot para construir una gráfica sintética de las variables (usos de suelo) y grupos (regiones). Un análisis de la gráfica generada permite apreciar las calidades de representación y la variabilidad explicada. Se describen las características resaltantes de las regiones examinadas, mostrando la gran valía de la técnica estadística para sintetizar la información contenida en 3567 registros de la región Sierra, 2069 de la región Costa y 931 de la región Oriental.

2. Metodología

En esta sección se describen los principales elementos teóricos que han sido utilizados para el estudio propuesto. Se exponen las características del MANOVA y su relación con el MANOVA-Biplot, en la construcción automática de elipses de confianza, para el análisis de un conjunto de datos multivariantes.

2.1. Análisis de Varianza Multivariante (MANOVA)

Cuando se dispone de un conjunto de p variables de respuestas independientes observadas para n individuos, como herramienta de análisis simultaneo del conjunto, el MANOVA propone el modelo lineal:

$$\boldsymbol{Y} = \boldsymbol{XB} + \boldsymbol{E} \qquad (1)$$

En (1), $\boldsymbol{Y}_{(nxp)} = [y_{ij}]$ es la matriz de datos, cuyas columnas se forman con las variables de respuesta observadas, $\boldsymbol{X}_{(nxm)} = [x_{ij}]$ es la matriz de diseño, decidida por el investigador, $\boldsymbol{B}_{(mxp)} = [\beta_{ij}]$ la matriz de parámetros a estimar y $\boldsymbol{E}_{(nxp)} = [\epsilon_{ij}]$, la matriz de desviaciones aleatorias.

Supóngase además que las filas de $\boldsymbol{E}$ se distribuyen como normales independientes, esto es $\boldsymbol{\epsilon}_{ij} \sim N_p(\boldsymbol{0}, \boldsymbol{\Sigma})$ con $\boldsymbol{\epsilon}_i = [\epsilon_{i1} \ \epsilon_{i1} \ \ldots \ \epsilon_{ip}]'$ para $i = 1, 2, \ldots, n$ y $\boldsymbol{\Sigma}_{(pxp)}$ su matriz de varianzas y covarianzas (Cuadras 2014, 265).

Se puede demostrar que si $\boldsymbol{X}$ es una matriz de rango completo por columnas, el estimador de mínimos cuadrados ordinarios de $\boldsymbol{B}$ es $\widehat{\boldsymbol{B}} = (\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{X}'\boldsymbol{Y}$ y $\widehat{\boldsymbol{\Sigma}} = [\boldsymbol{R}_0/(n-m)]$ con $\boldsymbol{R}_0 = \boldsymbol{Y}'[\boldsymbol{I} - \boldsymbol{X}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{X}']\boldsymbol{Y}$

Una vez ajustado, este modelo es útil para probar hipótesis lineales del tipo:

$$H_0: \boldsymbol{CBM} = 0 \qquad (2)$$

con $\boldsymbol{C}$ y $\boldsymbol{M}$ matrices de dimensiones apropiadas y rango completo, compuestas por constantes conocidas.

ISNN 2588-0764

Se busca la caracterización de grupos a partir de variables que se encuentran identificadas como pertenecientes a dichos grupos *a priori*. En particular, si se ordenan los elementos de datos en función de los grupos de pertenencia, el procedimiento supone la matriz de diseño en la forma siguiente:

$$\boldsymbol{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Esto es, con unos en las filas que se correspondan con el *j*-ésimo grupo, representados estos últimos por las columnas de $\boldsymbol{X}$ para $j = 1, 2, \cdots, m$. Nótese también que con la configuración mostrada, la matriz $\boldsymbol{X}$ resulta de rango completo por columnas.

2.2. MANOVA-Biplot

El MANOVA-Biplot combina criterios de métodos multivariantes clásicos para construir una mejor técnica que permite analizar matrices de datos, proporcionando ejes con máximo poder discriminante y representaciones simultáneas de poblaciones y variables en el mismo sistema de referencia.

Amaro et al. (2004) desarrollaron la teoría necesaria para la construcción del MANOVA- Biplot en el contexto MANOVA de dos vías. A partir de $\widehat{\boldsymbol{B}}$, utilizando la descomposición en valores singulares de la matriz $\boldsymbol{C}\widehat{\boldsymbol{B}}$, el método procura obtener la representación de variables y grupos en una misma figura, determinando las calidades de representación de ambos conjuntos en el menor número de ejes posibles, de preferencia, dos ejes.

Suponiendo el modelo presentado en (1) y la hipótesis propuesta en (2), un Biplot para la matriz $\widehat{\boldsymbol{D}} = \boldsymbol{C}\widehat{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{M} = \boldsymbol{C}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{X}'\boldsymbol{Y}\boldsymbol{M}$ se puede construir a partir de la descomposición en valores singulares

generalizada[1] como:

$$\boldsymbol{W}^{-\frac{1}{2}}\widehat{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}} = \boldsymbol{U}\boldsymbol{\Delta}_\lambda\boldsymbol{V}' \tag{3}$$

donde $\boldsymbol{W} = \boldsymbol{C}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{C}'$, $\boldsymbol{R}_0$ es la matriz de suma de cuadrados y productos dentro de grupos (no singular) y $\boldsymbol{\Delta}_\lambda$ es la matriz diagonal de los valores propios de la matriz correspondiente.

La relación entre MANOVA y Biplot se produce debido a que los λ's que aparecen en la descomposición (3), son los mismos valores singulares de la matriz $\boldsymbol{H}\boldsymbol{R}_0^{-1}$, utilizados en MANOVA, con

$$\begin{aligned}\boldsymbol{H} &= \widehat{\boldsymbol{D}}'\boldsymbol{W}^{-1}\widehat{\boldsymbol{D}}\\ &= \boldsymbol{M}'\boldsymbol{Y}'\boldsymbol{X}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{C}'\boldsymbol{W}^{-1}\boldsymbol{C}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{X}'\boldsymbol{Y}\boldsymbol{M}\\ &= \boldsymbol{M}'\boldsymbol{Y}'\boldsymbol{X}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{C}'[\boldsymbol{C}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{C}']^{-1}\boldsymbol{C}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{X}'\boldsymbol{Y}\boldsymbol{M}\end{aligned}$$

Esto se demuestra en el siguiente teorema:

Teorema 1. *Los valores propios incluidos en* $\boldsymbol{\Delta}_\lambda$ *de* (3) *son también valores propios de la matriz* $\boldsymbol{H}\boldsymbol{R}_0^{-1}$.

Demostración: De la descomposición (3), considerando λ el valor propio correspondiente al vector propio $\boldsymbol{v}$ se tiene que:

$$\left\{\left(\boldsymbol{W}^{-\frac{1}{2}}\widehat{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\right)'\left(\boldsymbol{W}^{-\frac{1}{2}}\widehat{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\right) - \lambda\boldsymbol{I}\right\}\boldsymbol{v} = 0$$

Dado que $\boldsymbol{W}$ y $\boldsymbol{R}_0$ son matrices simétricas:

$$\left\{\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\widehat{\boldsymbol{D}}'\boldsymbol{W}^{-\frac{1}{2}}\boldsymbol{W}^{-\frac{1}{2}}\widehat{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}} - \lambda\boldsymbol{I}\right\}\boldsymbol{v} = 0$$

$$\left\{\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\widehat{\boldsymbol{D}}'\boldsymbol{W}^{-1}\widehat{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}} - \lambda\boldsymbol{I}\right\}\boldsymbol{v} = 0$$

[1] Se utiliza la definición de raíz cuadrada de una matriz como $\boldsymbol{A}^{1/2} = \boldsymbol{U}\sqrt{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{U}^{-1}$ donde $\boldsymbol{D}$ es la matriz diagonal con los valores singulares de $\boldsymbol{A}$, ordenados de mayor a menor y $\boldsymbol{U}$ contiene los vectores singulares.

$$\left\{\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\widehat{\boldsymbol{D}}'\boldsymbol{W}^{-1}\widehat{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}} - \lambda\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\boldsymbol{R}_0^{\frac{1}{2}}\right\}\boldsymbol{v} = 0$$

$$\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\left\{\widehat{\boldsymbol{D}}'\boldsymbol{W}^{-1}\widehat{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}} - \lambda\boldsymbol{R}_0^{\frac{1}{2}}\right\}\boldsymbol{v} = 0$$

$$\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\left\{\widehat{\boldsymbol{D}}'\boldsymbol{W}^{-1}\widehat{\boldsymbol{D}}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}} - \lambda\boldsymbol{R}_0\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\right\}\boldsymbol{v} = 0$$

$$\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\{\widehat{\boldsymbol{D}}'\boldsymbol{W}^{-1}\widehat{\boldsymbol{D}} - \lambda\boldsymbol{R}_0\}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\boldsymbol{v} = 0$$

$$\Leftrightarrow \{\widehat{\boldsymbol{D}}'\boldsymbol{W}^{-1}\widehat{\boldsymbol{D}} - \lambda\boldsymbol{R}_0\}\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\boldsymbol{v} = 0$$

Donde $\widehat{\boldsymbol{D}} = \boldsymbol{C}(\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1}\boldsymbol{X}'\boldsymbol{Y}\boldsymbol{M}$, luego:

$$[\boldsymbol{H} - \lambda\boldsymbol{R}_0]\boldsymbol{R}_0^{-\frac{1}{2}}\boldsymbol{v} = 0$$

$$[\boldsymbol{H} - \lambda\boldsymbol{R}_0]\boldsymbol{R}_0^{-1}\boldsymbol{R}_0^{\frac{1}{2}}\boldsymbol{v} = 0$$

$$\left[\boldsymbol{H}\boldsymbol{R}_0^{-1} - \lambda\boldsymbol{I}\right]\boldsymbol{R}_0^{\frac{1}{2}}\boldsymbol{v} = 0$$

En consecuencia, λ es un valor propio de $\boldsymbol{H}\boldsymbol{R}_0^{-1}$.

En la literatura clásica de MANOVA, ver por ejemplo Mardia et al. (1979) y Morrison (1978), $\boldsymbol{H}$ es la matriz de sumas de cuadrados y productos *entre* grupos. Adicionalmente, los λ son también utilizados en las cuatro pruebas de hipótesis de la técnica, a saber: Lambda de Wilks, Prueba de Lawley-Hotelling, Prueba de Pillai y la prueba de Roy o de la mayor raíz.

2.3. Construyendo elipses de confianza

El procedimiento consiste en ubicar los centroides de grupos en la matriz $\boldsymbol{P} = (\boldsymbol{X}'\boldsymbol{X})^{-1/2}\boldsymbol{U}\boldsymbol{D}$. $\boldsymbol{P}$ es una matriz cuadrada que contiene tantas filas como grupos haya definido el investigador (m). Su j-ésima columna representa la coordenada en el eje j para $j = 1, 2, \cdots, m$.

Por otra parte, el procedimiento entrega las coordenadas de las variables en la matriz $\boldsymbol{Q} = \boldsymbol{R}_0^{1/2}\boldsymbol{V}$, usando las definiciones previas. Análogamente a lo que sucede con la matriz $\boldsymbol{P}$, $\boldsymbol{Q}$ es

una matriz cuadrada que contiene tantas filas como variables (p). Su j-ésima columna representa la coordenada en el eje j para $j = 1, 2, \cdots, p$.

En el contexto bidimensional (considerando solo los dos primeros ejes), para lograr una región de confianza alrededor de los centroides de grupos, en contraposición a la clásica región circular, Amaro et al. (2008) proponen regiones elípticas del $(1 - \alpha)\%$ de confianza, construidas usando la matriz de dispersión de dichos centroides $\boldsymbol{S}_{(2x2)}$, como sigue:

$$(\boldsymbol{x}_i - \boldsymbol{p}_i)'\boldsymbol{S}^{-1}(\boldsymbol{x}_i - \boldsymbol{p}_i) = \chi^2_{(2,\alpha)}, \qquad i = 1,2,\ldots,k$$

Donde $\boldsymbol{p}_i$ es la i-ésima fila de la matriz $\boldsymbol{P}$ y $\chi^2_{(2,\alpha)}$ es el valor crítico de nivel α de una distribución χ-cuadrada con dos grados de libertad. La forma cuadrática, dispuesta al lado izquierdo de la ecuación, representa una elipse rotada y trasladada, cuyo despliegue gráfico aprovecha los valores y vectores propios de la matriz $\boldsymbol{S}^{-1}/\chi^2_{(2,\alpha)}$ para la determinación de sus semiejes principales y el ángulo de rotación.

3. Aplicación a los usos del suelo en la ESPAC 2016

En esta sección se exponen los resultados obtenidos mediante la aplicación de las técnicas de MANOVA-Biplot y elipses de confianza, en lugar de las clásicas regiones de confianza circulares, sobre el conjunto de los datos recabados en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC 2016), elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) del Ecuador (INEC, 2016).

3.1. Descripción de los datos

Desde el punto de vista computacional, la metodología se basa en los archivos de datos de la ESPAC 2016, elaborada por el INEC en dicho año. Utilizando el capítulo 3 de la encuesta, dedicado al uso de la tierra, a partir de los archivos CSV disponibles, se migró a una base de datos PostgreSQL sobre la cual se aplicaron los factores de expansión, se agregaron variables, se depuraron valores faltantes y relativizaron las cantidades en hectáreas de las variables. El procesamiento estadístico de los datos se realizó en R (R Core Team 2017) y el código programado se presenta como Anexo. La definición de las variables se muestra en la **tabla 1.**

Tabla 1. Variables del estudio.

Variable	Significado	Agregación
cultiv	Suelo destinado a cultivos	Cultivos permanentes, transitorios y barbechos
descan	Suelo en descanso	No
pasto	Suelo destinado a pastos	Pastos naturales y cultivados
param	Suelo de páramos	No
montbos	Suelo destinado a montes y bosques	Montes, bosques naturales y bosques artificiales
otros	Suelo destinado a otros usos	No

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESPAC 2016.

La **figura 1** muestra por regiones, las proporciones de registros contenidos en la muestra, así como las proporciones del área total cubierta, en cada caso. La región Sierra es aquella con mayor número de puntos muestrales con 3567 (54,32 %), le sigue la región Costa con 2069 (31,51 %) y finalmente la Región Oriental con 931 (14,18 %). Por otra parte, en cuanto a la superficie total cubierta por la encuesta, la mayor proporción corresponde a la región Costa (39,05 %) por ejemplo. Esto sugiere un menor parcelamiento (y por lo tanto, parcelas de mayor tamaño) en dicha región, cuando se la compara con las restantes.

La **tabla 2** contiene las cifras absolutas y relativas totales de usos de suelo por regiones, incluidas en la ESPAC 2016. Nótese en la tabla 2 que el uso del suelo predominante en la región oriental es montes y bosques con un 78,27 %, mientras que en las regiones Sierra y Costa alcanza apenas al 38,72 % y 28,31 % respectivamente. La región que destina mayor superficie al cultivo es la Costa, mientras que aquella que destina mayor superficie a los pastos es la Sierra.

Las áreas destinadas a descanso son relativamente pequeñas en las tres regiones, por lo cual es de suponer que el Ecuador está haciendo un uso extensivo e intensivo de sus tierras cultivables.

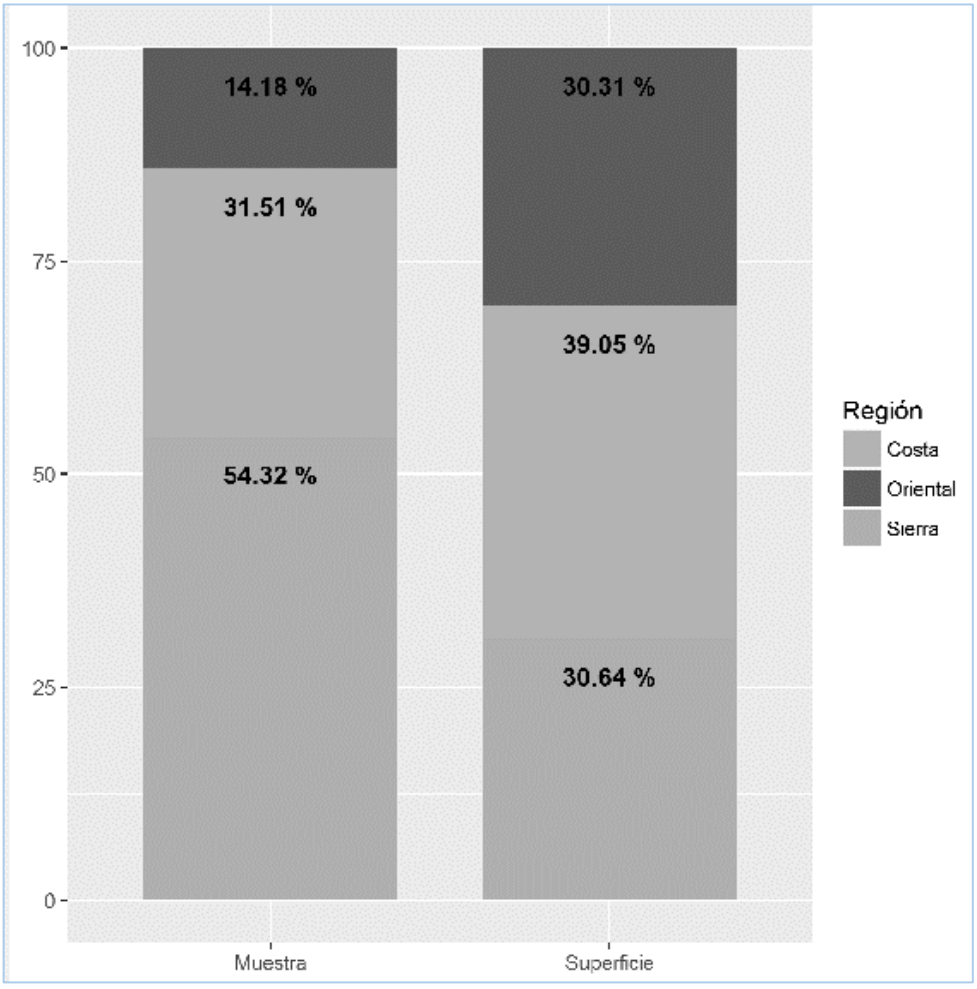


Figura 1. Proporción de elementos en la muestra y cobertura por regiones.

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESPAC2016.

Tabla 2. Cifras absolutas y relativas totales de usos de suelo por regiones.

Uso del Suelo	Sierra		Costa		Oriental	
	N°	%	N°	%	N°	%
Cultiv	495.938	13,09	1.632.432	33,80	150.032	4,00
Descan	54.824	1,45	65.384	1,35	5.732	0,15
Pasto	1.235.610	32,61	1.411.680	29,23	451.575	12,05
Param	361.994	9,55	4.996	0,10	10.802	0,29
montbos	1.467.340	38,72	1.367.320	28,31	2.933.670	78,27
Otros	173.801	4,59	348.065	7,21	196.384	5,24
Total	3.789.507	100,00	4.829.877	100.00	3.748.195	100.00

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESPAC 2016.

ISNN 2588-0764

La **figura 2** muestra gráficos de caja para cada variable (en términos relativos dentro de cada región), categorizadas por regiones. De la figura se aprecia claramente que las variables descansos, páramos y otros usos, resultan representadas muy marginalmente en la muestra, mientras que las variables cultivos, pastos, montes y bosques resultan ampliamente representadas.

Los cultivos son predominantes en la región Costa, los pastos en la región Sierra y los montes y bosques, en la región Oriental. No obstante, los pastos muestran una variabilidad similar en las tres regiones, mientras que las otras dos variables importantes varían de forma sustantivamente diferente por regiones.

4. DISCUSIÓN

Una vez obtenidos y depurados los datos de la ESPAC 2016 que se refieren a los usos del suelo en el Ecuador, se aplicaron las técnicas MANOVA-Biplot con regiones elípticas de confianza, con los resultados que se discuten a continuación.

En la **tabla 3** se presentan los valores propios, inercias e inercias acumuladas para el Biplot. Allí puede verse que la inercia acumulada casi alcanza el 100% en los dos primeros ejes.

Por otra parte, en la **figura 3** se muestra el MANOVA-Biplot para los grupos, representados por las regiones y las variables seleccionadas, consideradas para el análisis como proporciones de uso del suelo, en cada registro de la encuesta (ver las **tablas 1 y 2**), en lugar de las cifras absolutas (reportadas en hectáreas). Para diferenciar cada variable en términos absolutos de aquella considerada en términos relativos (o proporciones), a los nombres de dichas variables les antecede la letra “p".

En la **figura 3** se puede observar que las tres regiones (Sierra, Costa y Oriente) están claramente diferenciadas en cuanto a las variables de uso del suelo, ya que sus elipses de confianza no se interceptan. La variable que más contribuye a la diferencia de los tres grupos es el porcentaje de cultivos (*pcultiv*), porque al proyectar las elipses de confianza de los grupos sobre el vector que representa a esa variable, las proyecciones son disjuntas.

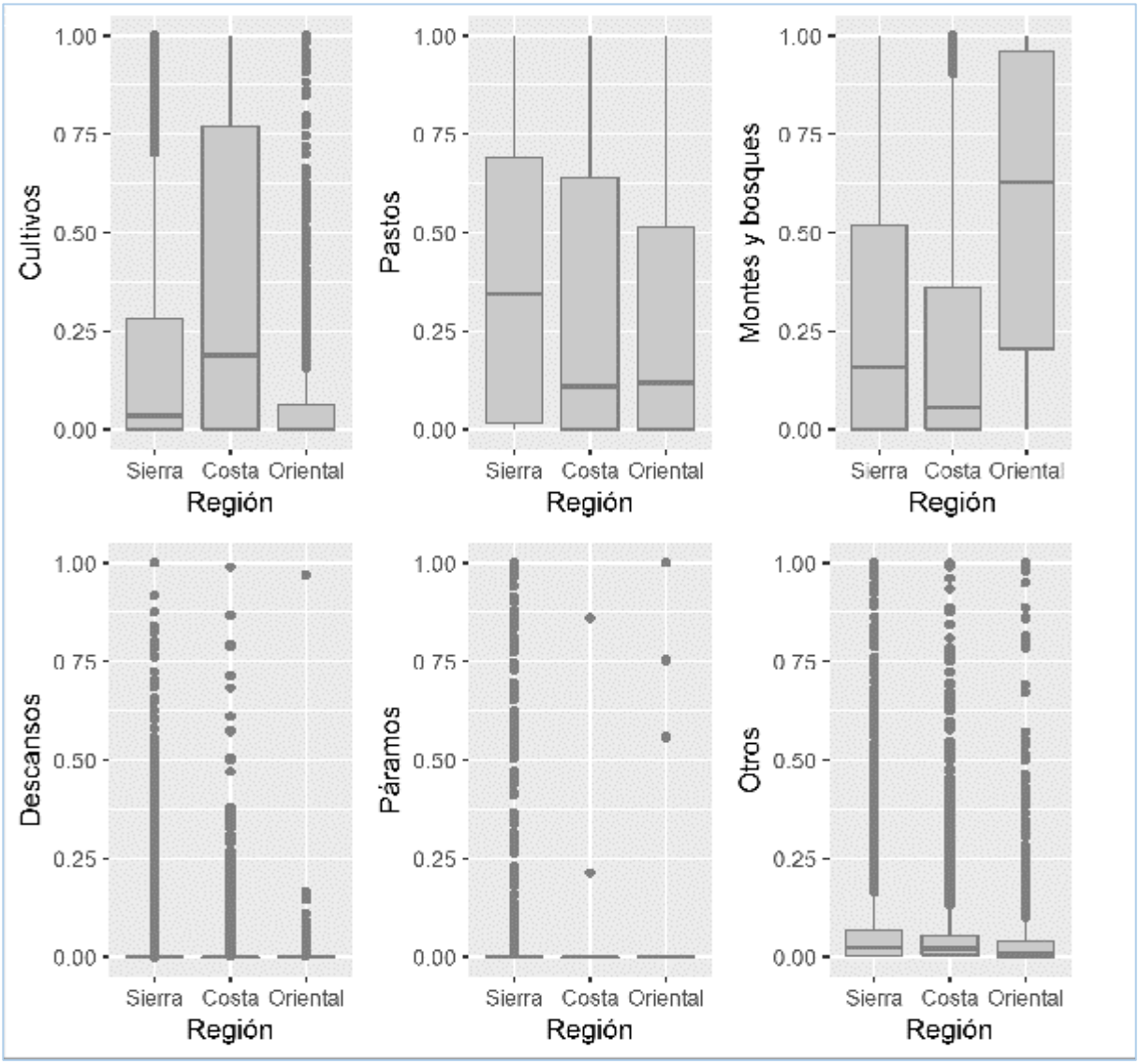


Figura 2. Boxplot de regiones y variables.

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESPAC2016.

Tabla 3. Valores propios, inercias e inercias acumuladas.

EJE	Valores propios	Porcentaje de inercia	Inercia acumulada
1	3,680 * 10-1	75,128	75,128
2	2,118 * 10-1	24,870	99,998
3	2,500 * 10-6	0,030	100,000

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESPAC 2016.

Por otra parte, la variable que más influye en la separación de los grupos Sierra y Oriente es el porcentaje de montes, bosques naturales y artificiales (pmonbos) pues el vector que la representa es casi paralelo a la recta que pasa por los centroides de dichos grupos.

ISNN 2588-0764

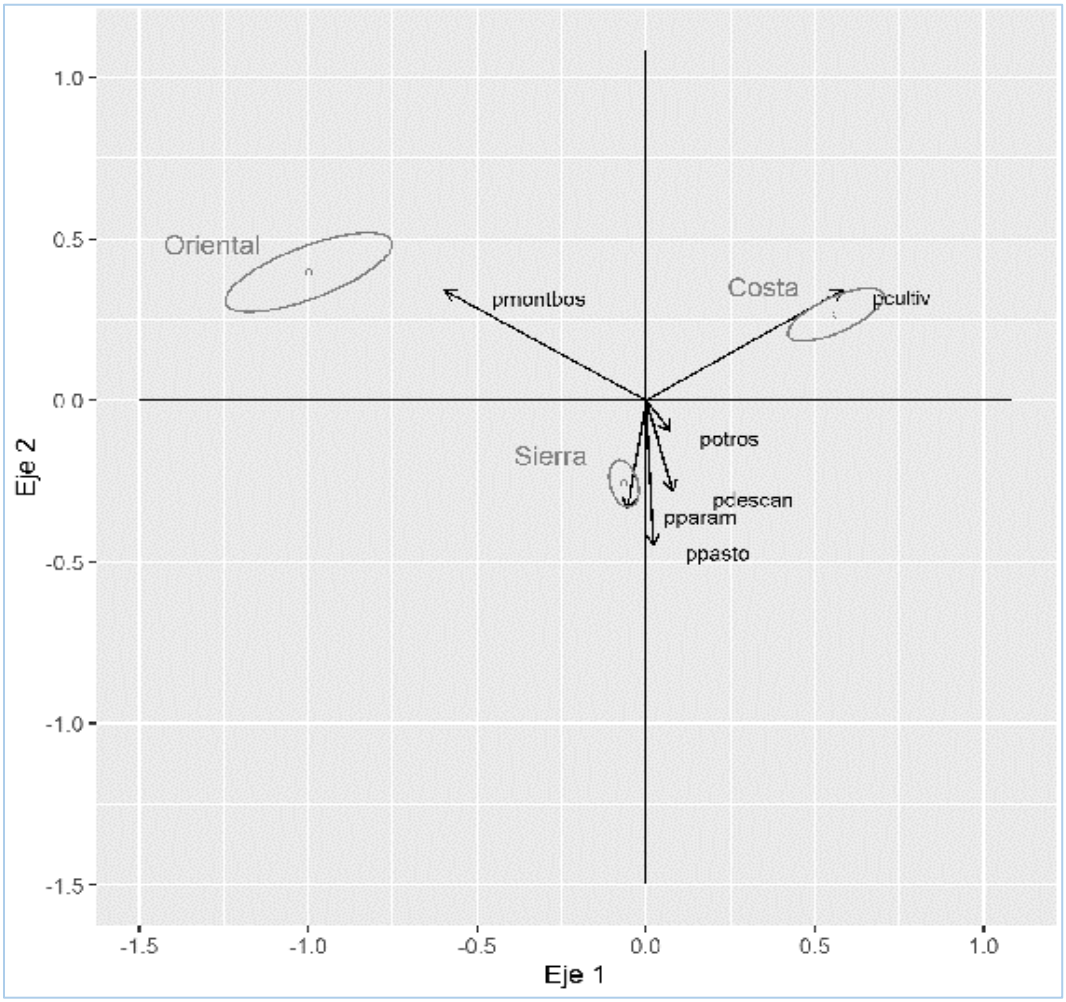


Figura 3. MANOVA-Biplot de grupos y variables.

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESPAC2016.

En la **figura 3**, el primer eje es el que ofrece mayor discriminación entre grupos y explica el 75.13 % de la variabilidad (inercia), mientras que en conjunto con el segundo eje, se explica prácticamente el 100 %.

En la figura aparece la región oriental situada a la izquierda con altos valores para la variable pmontbos y la región Costa situada a la derecha con altos valores para la variable pcultiv.

La **tabla 4** contiene las calidades de representación de los grupos. Dichas calidades explican casi el 100 % de la variabilidad en los dos primeros ejes, por lo que la diferencia entre ellos puede interpretarse correctamente en las dos dimensiones que se presentan en la **figura 3**.

Tabla 4. Calidades de representación para los grupos.

Grupo	Eje 1 (%)	Eje 2 (%)	Total (%)
Sierra	6,03	93,97	100.00
Costa	81,74	18,26	100.00
Oriental	86,39	13,61	100.00

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESPAC 2016.

La **tabla 5** contiene las calidades de representación de las variables. Aquellas que pueden ser correctamente interpretadas a partir de la **figura 3** son pcultiv y pmontbos, pues tienen una alta calidad de representación. Sobre las restantes no se logra una calidad de representación lo suficientemente elevada como para interpretarlas correctamente en dos dimensiones.

Tabla 5. Calidades de representación para las variables.

Variable	**Eje 1 (%)**	**Eje 2 (%)**	**Total (%)**
pcultiv	67,22	23,07	90,28
pdescan	1,12	14,33	15,45
ppasto	0,08	36,29	36,37
pparam	0,55	20,32	20,87
pmontbos	70,51	23,15	93,66
potros	0,91	1,56	2,47

Fuente: Elaboración propia a partir de la ESPAC 2016.

Con respecto a los supuestos de la técnica, en esta oportunidad se presenta una forma de representación gráfica (Biplot) que, aun cuando está relacionada con el MANOVA (que exige normalidad de los errores), utiliza argumentos de naturaleza puramente algebraica. Esto implica que la técnica es robusta frente a variaciones en la normalidad de los datos. En cuanto a la construcción de elipses de confianza, éstas si requieren del supuesto de normalidad, sin embargo, al tratarse de formas cuadráticas derivadas de centroides (o medias), con base en el Teorema del Límite Central puede suponerse el requisito satisfecho al menos de forma asintótica, con lo cual puede tenerse una confianza razonable en el resultado, en vista de que la muestra utilizada es suficientemente grande. En futuras

investigaciones, se propone estudiar la construcción de intervalos de confianza boostrap y no-paramétricos, que pueden también resultar apropiados en este contexto.

5.- Conclusiones

Se han desarrollado algunos aspectos inéditos de la teoría que soporta la técnica MANOVA-Biplot, principalmente en cuanto a la relación entre ambos conceptos (MANOVA y Biplot) y la elaboración de elipses de confianza, en lugar de las acostumbradas regiones de confianza circulares.

La propuesta de utilizar elipses de confianza en el Biplot muestra su valor en la aplicación a los datos del uso del suelo en la ESPAC 2016, ya que al tratarse de un conjunto voluminoso de datos, las regiones de confianza circulares resultan tan pequeñas que son inútiles para el análisis, debido a la disminución en la varianza de las medias a medida que aumenta el tamaño de la muestra.

Se puede apreciar cómo la región oriental está caracterizada por el uso de su suelo preponderantemente en montes, bosques naturales y artificiales, la región costera por cultivos permanentes, transitorios y barbechos y la región de la sierra por los restantes pastos, descansos, páramos y demás. Este resultado puede ser de ayuda considerable para la planificación productiva del uso del suelo en Ecuador, considerando las vocaciones de las regiones y pensando específicamente en las industrias, forestal, agrícola y pecuaria, respectivamente.

El análisis de los datos estudiados confirma las bondades y beneficios del MANOVA-Biplot respecto a otras técnicas estadísticas multivariantes, tales como el MANOVA, el Análisis de Variables Canónicas o el Análisis Factorial, sobre todo en cuanto a aspectos como la representación en el mismo gráfico de los centroides de los grupos, de las variables y de las regiones de confianza elípticas; y el uso de medidas de las calidades de representación que juegan un papel muy importante en la interpretación de los resultados, sobre todo por parte de investigadores de áreas aplicadas.

6.- Referencias

Amaro, I. R., Vicente-Villardón, J. L. & Galindo-Villardón, M. P. (2004). Manova-biplot para arreglos de tratamientos con dos factores basado en modelos lineales generales multivariantes. *Interciencia,* 29(1), 26-32.

Amaro, I. R., Vicente-Villardón, J. L. & Galindo-Villardón, M. P. (2008), Contribuciones al Manova-biplot: regiones de confianza alternativas. *Revista Investigación Operacional,* 29(3), 231-241.

Cuadras, C. M. (2014). *Nuevos Métodos de Análisis Multivariante*. Barcelona, España: CMC Editions.

Gabriel, K.R. (1972): Analysis of meteorological data by means of canonical decomposition and Biplots. Journal of Applied Meteorology, 11, 1071-1077.

Gabriel, K. R. (1995): MANOVA Biplots for two-way contingency tables. En: Recent Advances in Descriptive Multivariate Analysis. (W. KRZANOWSKI, ed.). Clarendon Press, Oxford, 227-268.

García-Talegón, J., Iñigo, A. C. & Vicente-Palacios, V. (2016), A laboratory simulation of desalting on calcareous building stone with wet sepiolite. *Environmental Earth Sciences,* 925(75), 1-15.

Gower, J. C. y Hand, D. J. (1996): Biplots. Chapman and Hall, London.

Iñigo, A. C., García-Talegón, J. & Vicente-Tavera, S. (2014), Canonical biplot statistical analysis to detect the magnitude of the effects of phosphates crystallization aging on the color in siliceous conglomerates. *Research and Application,* 39(1), 82-87.

Iñigo, A. C., García-Talegón, J. Vicente-Tavera, S., Casado-Marín, S. & Martín-Gonzales, S. (2017), Multivariate analyses of soluble salts responsible for pathologies in granites of the roman aqueduct of Segovia, Spain. *International Journal of Conservation Science,* 8(1), 59-66.

Iñigo, A. C., Vicente-Tavera, S. & Rives, V. (2004), Manova-biplot statistical analysis of the effect of artificial ageing (freezing/thawing) on the colour of treated granite stones. *Color Research and Applications,* 29(2), 115-120.

INEC (2017), Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2016: Informe Ejecutivo, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Quito, Ecuador. Recuperado de: www.ecuadorencifras.gob.ec.

Mardia, K. V., Kent, J. T., Bibby, J.M. (1979). Multivariate Analysis. Academic press. London, RU.

Morrison, D. F. (1978). Multivariate Statistical Methods. McGraw-Hill. Londres, RU.

Nieto, A. B., Galindo, M. P., Leiva, V. & Vicente-Galindo, P. (2014). A methodology for biplots based on bootstrapping with R. *Revista Colombiana de Estadística*, 37(2), 367-397.

R Core Team. (2017). R: *A Language and Environment for Statistical Computing, R.* Vienna, Austria: Foundation for Statistical Computing. Recovered from: https://www.R-project.org/

Varas, M. J., Vicente-Tavera, S., Molina, E. & Vicente-Villardón, J. L. (2005). Role of canonical biplot method in the study of building stones: an example from Spanish monumental heritage. Environmetrics pp. 1-15.

Vicente-Villardón, J. L. (1992). Una alternativa a las técnicas factoriales basada en una generalización de los métodos Biplot. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.

A. **Código R**

```
library(MASS)
library(ggplot2)
library(PostgreSQL)
source("./MyLib.R")
# Leyendo los datos
drv <- dbDriver("PostgreSQL")
con <- dbConnect(drv, dbname = "ESPAC", host = "localhost",
                 port = 5432, user = "postgres", password = "")
dat <- dbGetQuery(con, "SELECT * FROM region_fin_p")
dat_a <- dbGetQuery(con, "SELECT*FROM region_fin_nn")
dbDisconnect(con)
dbUnloadDriver(drv)
head(dat)
dim(dat); dat_a
r <- sum(dat_a$n); s <- nrow(dat_a)
a <- matrix (0, r, s); k <- 1
for (j in 1: s) {
  for (i in 1: dat_a$n[j])  {
    a[k,j] <- 1
              k <- k + 1
  }
}
head(a); dim(a)
x <- as.matrix(dat[,2:7])
head(x)
nv <- as.vector(dat_a$n); nv
label1 <- as.vector(dat_a$region)
label2 <- as.vector(attributes(x)$dimnames[[2]])
n <- nrow(x); nuvar <- ncol(x); mg <- ncol(a)
cat("n", n, "nuvar", nuvar, "mg", mg,'\n')
x2 <- x; J <- matrix(1,n,n); I <- diag(1,n,n)
x1 <- (I-(1/n) *J) %*% x
head(x1)
#A continuación se hace la estandarización de la matriz x
X <- (I-(1/n) *J) %*% x
S <- diag((1/n) * (t(x) %*% x))
```

```
X <- x %*% solve(sqrt(diag(S)))

head(x)

#.................Cálculo de (inv(A'A))A'X).....

dim(x)

d <- t(a) %*% a

b <- solve(d) %*% t(a) %*% x

nt <- sum(nv); b; d

# ……Cálculo del vector x'…..

F <- t(nv) %*% b

f; nv

v <- as.vector(rep (1, mg)); v

#.........Cálculo de la matriz y

y <- b-v %*% f; y

va <- cov(x1); va

#…Cálculo de la matriz E.…matriz de sumas de cuadrados y productos 'dentro de'

E <- t(x) %*% x-t(b) %*% t(a) %*% a %*% b; e

b1 <- solve(d) %*% t(a) %*% x1

e1 <- t(x1) %*% x1-t(b1) %*% t(a) %*% a %*% b1

x1_cov <- cov(x1)

ho <- t(b1) %*% d %*% b1

eo <- e1

meo <- (1/(n-1)) * x1_cov

mo <- ho %*% solve(eo)

ev <- eigen(mo, symmetric=FALSE)

v <- ev$vectors; dj <- ev$values

norm(mo %*% v-diag(dj) %*% v)

dm <- solve(diag(sqrt(diag(x1_cov))))

ca <- dm %*% meo %*% v

ca <- ca*ca; ho; e1; meo; mo; dm

cat ('Las calidades de representación son:\n'); ca

#.......Descomposición en valores singulares de Y

e_inv <- solve(e)

e_inv_raiz <- raizMat(e_inv)

SVD <- svd(raizMat(d) %*% y %*% e_inv_raiz, nuvar, nuvar)

u <- SVD$u; l <- diag(SVD$d); m <- SVD$v

u; l; m

# …Proyección de los individuos
```

```
ind <- x %*% e_inv_raiz %*% m
#..... Cálculo de Inercias.
iner <- (100/sum(diag(l)^2)) * diag(l)^2
inercia <- cumsum(iner)
cat ('Inercia absorbida\n'); iner
cat ('Inercia acumulada\n'); inercia
cat ('P y Q\n');
# Marcadores P y Q del biplot
p <- raizMat(solve(d)) %*% u %*% l
q <- raizMat(e) %*% m
p; q
#****************programa KRAZNOSWKI
gama <- (mg-1) / (n-mg)
ese <- as.vector(c(nuvar-1, mg))
eses <- min(ese)
cat('eses', eses,'\n')
tita <- matrix(0, eses,1)
ll <- diag(l)
for (j in 1: eses) {
  tita[j] <- 1 + (1/(mg-1)) * ll[j]
}
cat('tita\n'); tita
#************ Cálculo de las varianzas
var <- matrix (0, mg,2)
for (i in 1:mg) {
  for (k in 1:2) {
    sumakra <- 0
            for (j in 1: eses) {
      if (j != k) {
        sumakra <- sumakra +
        ((tita[k]*(tita[j]-gama*tita[k]) /
        (gama*(tita[j]-tita[k])^2))*p[i, j]^2)
      }
            }
            var [i, k] <- 1/nv[i] + ((1/2)*p[i, k]^2+sumakra)/(n-mg)
  }
}
```

```
var
#************* Cálculo de las covarianzas
gamatita <- -((tita[1]*tita[2]*(1+gama)) / ((n-mg)*gama*(tita[1]-tita[2])^2))
mcov <- as.vector(c(rep (0,3)))
for (i in 1:3) {
  mcov[i] <- gamatita*p[i,1]*p[i,2]
}
mcov
#***************** Gráfica de las ELIPSES
#************ Calidad de Representación **********
qs <- q^2
cat('q al cuadrado\n'); qs
qr <- matrix(0, nuvar, nuvar)
su <- as.vector(c(rep (0, nuvar)))
for (i in 1:nuvar) {
  for (k in 1:nuvar) {
    su[i] <- qs[i, k] + su[i]
  }
  for (j in 1: nuvar) {
    qr [i, j] <- qs [i, j]/su[i]
  }
}
cat ('La calidad de representación para las variables es:\n')
qr*100
sum (qr[1,1:3]); sum (qr[2,1:3]); sum (qr[3,1:3])
sum (qr[,1]); sum (qr[,2]); sum (qr[,3])
ps <- p^2
cat ('p al cuadrado\n'); ps
pqr <- matrix(0,3,3)
sup <- as.vector(c(rep (0,3)))
for (i in 1:3) {
  for (k in 1:3) {
    sup[i] <- ps[i, k] + sup[i]
  }
  for (j in 1:3) {
    pqr [i, j] <- ps[i, j] / sup[i]
  }
```

```
}
cat ('La calidad de representación para los grupos es:\n')
pqr * 100
neje <- 2
# .... Reescalado ....
escala <- 's'
if (escala == 's') {
  scp <- sum(p^2)
  scq <- sum(q^2)
  scp <- scp/mg
  scq <- scq/nuvar
  scf <- sqrt(sqrt(scq/scp))
  p <- p*scf # 1◦ y 2◦ columnas, coordenadas de los grupos G
  q <- q/scf; # 1◦ y 2◦ columnas, coordenadas de los vectores V
  ind <- ind*scf
}
# Representación Gráfica
p_graf <- as.data.frame(cbind(X=p[,1], Y=p[,2]))
q_graf <- as.data.frame(cbind(X=q[,1], Y=q[,2]))
p_graf; q_graf
ls <- max(max(p_graf), max(q_graf)) + 0.5
li <- min(min(p_graf), min(q_graf)) - 0.5
grf <- ggplot(NULL) +
  geom_point(aes (x = X, y = Y), data=p_graf,
    colour="red", shape=21, size=1) +
  geom_segment(aes(x = 0, y = 0, xend = q_graf$X, yend = q_graf$Y),
    arrow=arrow (length = unit (0.2, "cm"))) +
  geom_text(aes(x = X, y = Y, label=label1), data=p_graf,
    col="red", hjust=1.5, vjust=-1) +
  geom_text(aes(x = X, y = Y, label=label2), data=q_graf,
    hjust=-0.5, vjust=1, size=3) +
  scale_x_continuous("Eje 1", limits = c (li, ls)) +
  scale_y_continuous("Eje 2", limits = c (li, ls)) +
  geom_segment(aes(x = 0, y = li, xend = 0, yend = ls)) +
  geom_segment(aes(x = li, y = 0, xend = ls, yend = 0))
for (i in 1:3) {
  chi2 <- qchisq(0.05, 2, lower.tail = FALSE)
```

```
  MD <- matrix(c(var[i,1], mcov[i], mcov[i], var[i,2]), 2, 2)
  MD_Inv <- solve(MD)
  MD_f <- MD_Inv/chi2
  MD_ev <- eigen(MD_f, symmetric=F)
  angulo <- (180/pi) * acos(MD_ev$vectors[1,1])
  ejes <- sqrt(1/MD_ev$values)
  area <- pi*ejes[1]*ejes[2]
  cat("´ Angulo ", angulo, "\n")
  cat("Ejes ", ejes, "\n")
  cat("´ Area ", area, "\n")
  if (ejes[1] > ejes[2]) {
                eli <- elipseDat(ejeMay=ejes[1], ejeMen=ejes[2],
                        centro=c(p_graf$X[i], p_graf$Y[i]), a=angulo)
  } else {
                eli <- elipseDat(ejeMay=ejes[2], ejeMen=ejes[1],
                        centro=c(p_graf$X[i], p_graf$Y[i]), a=angulo)
              }
  grf <- grf +
    geom_path(data=eli, aes(x,y), col = 'green')
}
tiff ("Plot2.tif", width = 6, height = 6, units = 'in', res = 300)
grf
dev.off ()
```


ISNN 2588-0764

Revista Bases de la Ciencia - ISSN 2588-0764

Publicación Cuatrimestral. Vol. 4, No 2, Mayo/Agosto, 2019, Ecuador (p. 73-90)

ESTADÍSTICA MULTIVARIANTE PARA LA CARACTERIZACIÓN SECTORIAL SEGÚN LA INFRAESTRUCTURA DE LAS VIVIENDAS EN SAN CARLOS DE ZULIA

Dra. Lelly María Useche Castro[1]*, MSc. Olga Lilian Mendoza Talledo[1], MSc. Rosalba Karen Bravo Saltos[1], MSc. Miguel Ángel Lapo Palacios[1]

[1]Departamento de Matemáticas y Estadística. Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.
*Autor para correspondencia: luseche@utm.edu.ec

Recibido: 22-11-2018 / Aceptado: Aceptado: 24-5-2019 / Publicación: 31-08-2019

Editor Académico: Dra. Carmen Judith Vanegas

RESUMEN

Se determinó un perfil de la infraestructura de una población rural en Venezuela con respecto a la vivienda según el sector, realizando un análisis de correspondencias simple en donde se compararon las variables de infraestructura con respecto a la variable "sector". La base de datos se obtuvo de una investigación previa basada en un cuestionario del censo de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística (INE) de una muestra de 226 hogares. Los resultados obtenidos variaron según el tipo de infraestructura y servicios básicos del sector. La técnica de análisis de correspondencias simple mostró ventajas y desventajas como método para caracterizar poblaciones.
Palabras clave: Análisis de correspondencias simple, análisis multivariante, caracterización, infraestructura.

MULTIVARIATE STATISTICS FOR SECTORAL CHARACTERIZATION OF INFRASTRUCTURE´S HOUSES IN SAN CARLOS DE ZULIA

ABSTRACT

A profile of the infrastructure of a rural population in Venezuela was determined with respect to housing according to the sector, performing a simple correspondence analysis in which the infrastructure variables were compared with respect to the variable "sector". The database was obtained from a previous investigation based on a questionnaire of the population and housing census of the National Institute of Statistics (INE) of a sample of 226 households. The results obtained varied according to the type of infrastructure and basic services in the sector. The simple correspondence analysis technique showed advantages and disadvantages as a method to characterize populations.
Keywords: Simple Correspondence Analysis, Multivariate Analysis, Characterization, Infrastructure.

ESTATÍSTICAS MULTIVARIADAS PARA CARACTERIZAÇÃO SETORIAL DE CASAS DE INFRA-ESTRUTURAS EM SAN CARLOS DE ZULIA

RESUMO

Um perfil da infraestrutura de uma população rural na Venezuela foi determinado com relação à habitação de acordo com o setor, realizando uma análise de correspondências simples na qual as variáveis de infraestrutura foram comparadas com relação à variável "setor". A base de dados foi obtida a partir de uma pesquisa prévia baseada num questionário do censo da população e habitação do Instituto Nacional de Estatística (INE) de uma amostra de 226 agregados familiares. Os resultados obtidos variaram segundo o tipo de infraestrutura e serviços básicos do setor. A técnica de análise de correspondência simples mostrou vantagens e desvantagens como método de caracterização das populações.

Palavras-chave: Análise de Correspondência Simples, Análise Multivariada, Caracterização, Infraestrutura.

Citación sugerida: Useche, L., Mendoza, O., Bravo, R., Lapo, M. (2019). Estadística multivariante para la caracterización sectorial según la infraestructura de las viviendas en san Carlos del Zulia. Revista Bases de la Ciencia, 4(2), 73-90. DOI: https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i2.1545 Recuperado de: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1545

Orcid IDs:

Lelly María Useche Castro: https://orcid.org/0000-0002-4294-9009
Olga Lilian Mendoza Talledo: https://orcid.org/0000-0001-6053-562X
Rosalba Karen Bravo Saltos: https://orcid.org/0000-0002-3991-864X
Miguel Ángel Lapo Palacios: https://orcid.org/0000-0003-4183-4290
Carmen Judith Vanegas: https://orcid.org/0000-0003-0748-5963

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los países se refleja de muchas maneras, una de las principales características es la vivienda, y de ésta última su infraestructura. La vivienda no es sólo la unidad que acoge a la familia, sino que es un sistema integrado además por el terreno, servicios y el equipamiento social-comunitario dado (Haramoto, 1994), además de ello, la infraestructura de la vivienda constituye una herramienta de alto impacto en la reducción de la pobreza y el logro del desarrollo económico sostenido (Perrotti 2011). Este mismo autor, manifiesta que para el 2011 se comenzó a mostrar una disminución en las inversiones destinadas a infraestructura a nivel latinoamericano, provocando un aumento en la demanda de vivienda. Por ello, propone que se debe invertir un 5,2% del PIB regional anualmente para dar respuesta a las necesidades entre 2006 y 2020.

Diversos intentos a nivel regional se han hecho con la finalidad de contribuir a la reducción de la pobreza y mejora de la economía en nuestros países, ejemplo de ello, como lo expresa Genatilos y LaFuente (2004) la nueva agenda urbana (NAU) firmada en Quito, Ecuador 2016 por 167 países establece las bases para el desarrollo de nuestras ciudades para los siguientes 20 años incluyendo los "vínculos urbano-rurales", basados evidentemente en planes de vivienda.

Es por ello la importancia de una organización en el desarrollo habitacional en los países y partiendo específicamente de la caracterización de la infraestructura que se tiene actualmente, incluyendo Venezuela. Según PNUD Venezuela es definida como un estado federal descentralizado cuyo territorio está dividido en 23 estados, 1 distrito capital, ubicada en la América del Sur (2019).

A nivel nacional según información del Instituto Nacional de Estadística INE, en Venezuela los hogares para los años desde el 2001 al 2011 han tenido disponibilidad de equipamiento a excepción del calentador de agua. También ha aumentado la disponibilidad de tecnologías, las cuales, la mayoría tienen menos de 10 años. La mayoría, el 76,7% tiene quinta, casa o casa-quinta seguida muy por debajo con 13,8% de apartamento o anexo. El 84,6% de las viviendas están ocupadas, la gran mayoría de las viviendas son familiares. Por otra parte, son poco los estudios de análisis de la infraestructura de la vivienda en Venezuela, sólo algunos estudios con respecto a la ciudad de Caracas en el cual se presenta un conjunto de acciones centradas en la rehabilitación de los barrios pobres urbanos, un plan de desarrollo anticipado de tierras para la producción de hogares de desarrollo progresivo, la recuperación de las ciudades y sus espacios públicos, un plan de vialidad y transporte, y la creación de un sistema nacional de asistencia técnica (Cilento, A., 2008), sin embargo, no hay investigación en el cual se haga uso de una herramienta tan poderosa como la estadística multivariante en el país. Se han hecho

investigaciones basadas en metodología multivariante para solventar problemas de infraestructura y urbanismo en otros países, entre éstas investigaciones tenemos;

García, Gil y Rapún (1998) propone la utilización del análisis multivariante como método para la construcción de índices sintéticos de infraestructura, aplicado al caso de las regiones españolas, tomando en cuenta variables como dotaciones de infraestructuras físicas de carreteras, ferrocarriles, telecomunicaciones, sanidad y educación, las técnicas utilizadas son el análisis factorial de componentes principales y el análisis "Clúster", los resultados contribuyeron a la creación de un índice aunque se recomendó incorporar más información para elaborar indicadores más complejos y más operativos.

Bolívar H. (2017) en Cochabamba, hace un estudio en el cual proponen un desarrollo de un método multivariante para la medición de la vulnerabilidad global de los problemas de la planificación urbana, para ello aplica un método secuencial, identificando y seleccionando cinco variables por cada dimensión, asistida cada una por tres indicadores.

También, Kogan y Bondorevsky (2016) llevaron a cabo una investigación dentro del proyecto "La infraestructura en el desarrollo integral de América Latina (IDEAL)", conducido por el Banco de Desarrollo de América Latina desde el año 2011, en el cual se analiza la evolución reciente de la inversión en infraestructura en Latinoamérica encontrándose que todavía requieren de recursos para cubrir la brecha de inversión y que los porcentajes de inversión sobre el PIB están alejados de aquellos de los países desarrollados.

Este estudio se basa en la ciudad de San Carlos del municipio Colón del estado Zulia en Venezuela la cual se caracteriza a simple vista por casa de bloques frisados con algunos problemas en los servicios públicos, sin embargo, no existe una caracterización formal de la población de San Carlos en lo que se refiere a su infraestructura, ya que el INE no lleva información censal a nivel de parroquia, como ocurre en otros países, sirviendo esta investigación como una metodología propuesta para la descripción de la infraestructura de vivienda a nivel local. Esta caracterización sería de gran importancia para la inicialización de un seguimiento de las políticas públicas y privadas y de sus necesidades para la ciudad a lo largo del tiempo. En muchas investigaciones que se han hecho para caracterizar diferentes sectores haciendo uso de estadística multivariante, como en el caso de las diferentes ruralidades de la provincia de Málaga, mediante análisis Factorial y Clúster (Larrubia *et al*., 2018); Descripción y caracterización socioeconómica de las familias venezolanas mediante el análisis de correspondencias en el cual se obtuvieron resultados satisfactorios para conocer las diferentes condiciones socioeconómicas y establecer los patrones de calidad de vida entre las familias. (Márquez V, 2007). En Costa Rica, se construyó un índice de pobreza a partir del equipamiento de los hogares basado en técnicas estadísticas multivariantes, mediante un análisis Discriminante y análisis Clúster, consiguiendo establecer un grupo

de bienes y servicios de primera necesidad, y estableciendo un valor crítico que delimita los hogares pobres y no pobres (Porras, 2018). En Panamá, se llevó a cabo una caracterización de la población, hogar y viviendas de los barrios urbanos del distrito de San Miguelito mediante análisis de componentes principales, métodos Biplot y HJ Biplot que se emplea sobre una matriz de datos con variables socioeconómicas (Mendoza *et al*, 2017).

Como propuesta se elabora técnicas de análisis de correspondencias el cual son planos factoriales construidos como planos de mejor ajuste a los perfiles de las modalidades filas o columnas, en el sentido de los mínimos cuadrados, obteniéndose el primer plano factorial garantizando una representación óptima debido a que, por construcción, sus direcciones captan la máxima proporción posible de la asociación existente entre las variables cualitativas consideradas. (Vásquez y Ramírez, 1999)

En base a lo anteriormente descrito, el objetivo de éste estudio consiste en caracterizar las condiciones de infraestructura de las viviendas de los hogares de la población de San Carlos de Zulia por sectores mediante el uso de técnicas de análisis estadístico multivariante, específicamente el Análisis de Correspondencias Simple.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la investigación es de tipo transversal no experimental, de campo, basado en una base de datos recolectada en una investigación anterior, (Useche *et al*., 2016).

En un primer enfoque unidimensional, se utilizan tablas de frecuencias, luego, como las variables son de tipo cualitativo la técnica de Análisis de Correspondencias Simple es la más adecuada para un enfoque multidimensional del problema, además como la manifiesta (Cuadras, 1991), es la técnica estadística más recomendada para caracterizar un conjunto de variables cualitativas y establecer un perfil.

El análisis de Correspondencias puede clasificarse de manera general en Análisis de Correspondencias Simple y Múltiple. El análisis de Correspondencias Simple, según Peña, (2002); es una técnica descriptiva para representar tablas de contingencia de dos variables cualitativas, si son comparaciones de más de dos variables se aplicaría la técnica de Análisis de Correspondencias Múltiple.

El análisis de Correspondencias Múltiple (ACM) según (Algañaraz, 2016) es un recurso metodológico utilizado por Bourdieu y su equipo, sin embargo, ésta técnica tiene una desventaja cuando se trabaja con varias variables cualitativas y de varias categorías cada una, es que al ser muchas categorías, la contribución de cada una de ellas a la formación de las dimensiones son muy bajas, al igual que la representación de cada una de ellas en el plano, por tanto cuando se presenta situaciones como

caracterizaciones de sociedades formadas por un gran conjunto de variables cualitativas (generalmente las variables sociodemográficas) conviene hacer un estudio de análisis de correspondencias simples en el cual se van combinando las categorías sociodemográficas con los sectores y así se puede describir el sector según las categorías de las variables que fueron sometidas al Análisis de Correspondencias Simple.

Según Yelland, (2010) El análisis de correspondencias "proporciona una representación gráfica de la estructura de tabulaciones cruzadas mostrando una idea en los mecanismos subyacentes" , tal como lo manifiesta Parra (1996) El renacer de estas técnicas se ha visto facilitado por el arrollador desarrollo de la informática, lo que ha permitido elaborar programas de computación que hacen posibles cálculos, transformaciones y representaciones gráficas en muy corto tiempo, solventando las principales desventajas prácticas que presentaban el uso de éstas herramientas de análisis de datos. Es por ello que, aunque estas técnicas llevan ya varios años desarrollándose y aplicándose en las investigaciones, aún se podría considerar una técnica por explorar en muchas áreas de investigación como es el caso del área social.

La población está conformada por los hogares de la parroquia de San Carlos de Zulia, es decir, 3274 hogares según los datos del más reciente censo de población y vivienda. La muestra está conformada con un 95% de confianza y un por 226 hogares de la parroquia de San Carlos, los datos fueron recolectados en el mes de mayo del 2012 mediante la aplicación de un instrumento para encuesta de hogares validada y evaluada la confiabilidad por el INE-Venezuela (INE, 2019), la aplicación se llevó a cabo con la colaboración de estudiantes de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago con la preparación previa para la recolección correcta de la información, el muestreo fue estratificado por sectores y luego aleatoriamente se seleccionaron los hogares. Las variables involucradas en el estudio son;

Urbanización, Barrio o Comunidad, servicio eléctrico, servicio de agua, tipo de estructura, condición de ocupación de la estructura, uso de la estructura, uso para las misiones, material predominante en las paredes, material predominante en el techo, material predominante en el piso, ubicación cocina, combustible utilizado para cocinar, suministro de agua, días a la semana que llega el agua, frecuencia del agua, número de cuartos, conexión de excusado, destino de la basura, frecuencia del aseo urbano.

El procedimiento de los datos se llevó a cabo haciendo uso del software SPSS (Statistical Package for Social Sciencie) no se presentaron datos perdidos y muy poco datos atípicos que no se consideraron que influían en el análisis, por tanto no se eliminaron pues por ser un estudio de caracterización se tomaron en cuenta.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ESTADISTICAS UNIVARIANTES el primer análisis por variable en el cual se detecta las categorías más resaltantes en cada una de ellas, es decir, los rasgos más resaltantes relacionados con infraestructura.

Según la información resumida en la **tabla 1**, y destacando las proporciones más altas en cada variable se puede decir que la infraestructura de la Ciudad de San Carlos posee las siguientes características:

Tabla 1. Frecuencia y porcentajes de las variables en estudio.

Variable	Categorías	Frecuencia	Porcentaje
Servicio eléctrico	Si	144	64,3
	No	21	9.3
	No contesta	59	26,3
Servicio de Agua	Si	101	0,45
	No	63	0,28
	No contesta	60	0,27
Cuántos días a la semana llega el agua	No contesta	2	0,9
	Diario	209	93,3
	Interdiario	7	3,1
	De vez en cuando	2	0,9
	No sabe	4	1,8
	No contesta	4	1,8
El agua llega por	No contesta	4	1,8
	Acueducto o Tubería	176	78,6
	Camión cisterna	1	0,4
	Pozo con tubería o bomba	38	17
	Pozo o manantial protegido	2	0,9
	Otros medios	3	1,3
El agua llega	No contesta	5	2,2
En esta vivienda la basura es	No contesto	1	0,4
	Recogida por el servicio del aseo urbano	191	85,3
	Depositada en Conteiner colectivo	6	2,7
	Depositada en área cercana para que sea recogida por el servicio de aseo urbano	1	0,4
	Quemada	13	5,8
	Enterrada	1	0,4
	Vertida en lagos, ríos y quebradas	7	3,1
	Vertida en calles o terrenos baldíos	4	1,8
Cuantos días a la semana pasa el aseo urbano	No contestó	9	4
	Diario	2	0,9
	Interdiario	2	0,9
	Dos veces por semana	2	0,9
	Una vez por semana	176	78,6
	De vez en cuando	14	6,3
	No sabe	19	8,5
Combustible para cocinar	No contesta	6	2,7
	Gas bombona	218	97,3
La vivienda dispone de teléfono	No contesta	31	13,8
	Si	95	42,4

	No	98	43,8
	Todo el día	203	90,6
	Una parte del día	10	4,5
	No sabe	6	2,7

Tabla 1. Continuación de la tabla. Frecuencia y porcentajes de las variables en estudio.

Variable	**Categorías**	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Las personas tiene gastos separados	No contesta	29	12,9
	Si	8	3,6
	No	187	83,5
Cuantos grupos de personas mantienen gastos separados para la compra de comida	0	1	0,4
	1	30	13,4
	2	6	2,7
	3	1	0,4
	4	1	0,4
	6	1	0,4
	8	1	0,4
	No contesta	183	81,7
Hogares en esta vivienda	No contesta	39	17,4
	1 de 1	168	75
	1 de 2	7	3,1
	2 de 2	2	0,9
	1 de 3	4	1,8
	3 de 3	1	0,4
	1 de 4	3	1,3
Para este hogar la vivienda es	No contesta	6	2,7
	Propia pagada totalmente	190	84,8
	Propia pagándose	6	2,7
	Alquilada	12	5,4
	Alquila parte de la vivienda	1	0,4
	Prestada	7	3,1
	Otra forma	2	0,9
El jefe del hogar tiene pareja	Si	121	54
	No	72	32,1
	No contesta	31	13,7
Cuántas personas de más de 1 año duermen en el cuarto con el jefe o jefa del hogar y su pareja	1		
	2	48	21,4
	3	31	13,8
	4	11	4,9
	5	6	2,7
	No contesta	3	1,3
	Diario	125	55,8
	Interdiario	2	0,9
	Dos veces por semana	2	0,9
	Una vez por semana	2	0,9
	De vez en cuando	176	78,6
	No sabe	14	6,3
Condición de ocupación de la estructura	No contesta	3	1,3
	Ocupada	221	98,7
Tipo de Estructura	No contesta	1	0,4
	Mansión	3	1,3
	Quinta	8	3,6
	Casa	172	76,8
	Rancho campesino	15	6,7
	Rancho mejorado	17	7,6
	Rancho improvisado	8	3,6
Ubicación de la cocina	No contesta	3	1,3
	Sólo cuarto	74	33
	Sala comedor	129	57,6
	Otro sitio	18	8
Cuántos cuartos tiene esta vivienda	No contesto	53	23,7
	1	70	31,3
	2	67	29,9
	3	17	7,6
	4	4	1,8

ISNN 2588-0764

	5	3	1,3
	6 o más	53	23,7

Tabla 1. Continuación de la tabla. Frecuencia y porcentajes de las variables en estudio.

Variable	Categorías	Frecuencia	Porcentaje
Esta vivienda tiene	No contesta	5	2,2
	Poceta conectada a cloaca	99	44,2
	Poceta conectada a pozo séptico	98	43,8
	Poceta sin conexión o cloaca	7	3,1
	Excusado de hoyo o letrina	1	0,4
	No tiene	14	6,3
Material predominante en las paredes	No contesta	4	1,8
	Bloque o ladrillo frisado	157	70,1
	Bloque o ladrillo sin frisar	14	6,3
	Concreto	7	3,1
	Madera aserrada, fórmica Fibra de vidrio y similares	2	0,9
	Adobe o bahareque frisado	1	0,4
	Palmas, tablas y latas	39	17,4
Material predominante en el techo	No contesta	2	0,9
	Platabanda	23	10,3
	Teja	4	1,8
	Láminas Asfálticas	21	9,4
	Láminas de Zinc	171	76,3
	Palmas, tablas y similares	3	1,3
Material predominante en el piso	No contesta	2	0,9
	Mármol, mosaico, granito, cerámica, terracota, parquet, vinil, alfombra, ladrillo y similares.	25	11,2
	Cemento	179	79,9
	Tierra	16	7,1
	Otros	2	0,9

En cuanto a los servicios básicos: son pocas las viviendas que no poseen un medidor de electricidad (10%). El 89,7% de las viviendas cuentan con servicio eléctrico, sin embargo, hay un 5,4% que manifiesta no tener dicho servicio. Un 27,7% no poseen un medidor de agua. En cuanto al suministro de agua, el 78,6% es mediante acueducto o tubería y un 17% pozo con tubería o bomba, casi en su totalidad, el 93,3% llega diariamente y el 90,6% durante todo el día. El 97,3% de las viviendas el gas es por bombonas. El 42,4% dispone de servicio telefónico fijo. En cuanto a la basura, hay un 85,3% que es recogida por el aseo urbano, sin embargo, hay un 11,1% de las viviendas en que la basura las queman, la entierran o la vierten en lagos, río, quebradas, calles o terrenos baldíos. El 78,3% de las viviendas manifiestan que el aseo pasa una vez por semana.

Con respecto a la infraestructura: la mayoría, un 76,8% de las viviendas son casas, sin embargo, todavía existe un 3,6% que vive en rancho improvisado y un 17,8% en rancho campesino, mejorado. Casi en su totalidad, (98,7%) de las viviendas están ocupadas. La mayoría de las viviendas (70,1%) las paredes son de bloque o ladrillo frisado, aunque existe un 17,4% de las viviendas con paredes de palma, tablas o lata. El 76,3% de las viviendas predomina los techos con láminas de zinc. En cuanto a los pisos, un 11,2% son de mármol, granito, mosaico o cerámica, pero la mayoría, el 80% son de cemento y un 7,1%

son de tierra. Más de la mitad de las viviendas (57,6%) la cocina está ubicada en la sala-comedor y un 33% en un solo cuarto.

Un poco más de un tercio de las viviendas tienen dos habitaciones (31,3%) seguido con un 29,9% tienen tres habitaciones. Aunque el 88% de las viviendas tienen pocetas conectadas a cloaca o pozo séptico hay un 6,3% que manifiesta no tener poceta y un 3,1% la tiene sin conexión a cloaca.

En cuanto a la ocupación de las viviendas: Casi todas las viviendas (96,4%) son habitadas por más de dos personas, sólo un 2,2% por una sola persona. El 83,5% de las viviendas no tienen gastos separados para la compra de comida. El 75% es decir, 3 de cada 4 viviendas las componen un solo hogar.

El 13,4% de las viviendas tienen un miembro del hogar que vive permanentemente en el exterior. El 84,8% de la población tiene vivienda propia pagada totalmente, lo que no se profundizo si es heredada o si los dueños son los padres o abuelos. El 89,3% de los hogares utilizan entre 1 y 3 cuartos para dormir. En el 35% de los hogares, duerme 2 o 1 persona con el jefe de hogar.

ANALISIS DE CORRESPONDENCIAS SIMPLE

Una vez exploradas las variables mediante el análisis univariante se procede a desarrollar los análisis de correspondencias simple entre la variable "Urbanización, Barrio o comunidad" con respecto a cada una de las variables relacionadas con infraestructura. Con la finalidad de poder relacionar los sectores de la zona con respecto a las condiciones de infraestructura y determinar cómo las zonas están caracterizadas. Para que el análisis sea confiable en sus resultados observamos la inercia acumulada para cada uno de los planos factoriales.

En la **tabla 2.** se aprecian de buenas a altas inercias acumuladas en cada uno de los planos generados los cuales están por encima del 63,4% de inercia acumulada. Las contribuciones de las variables a la construcción de las componentes y la de los individuos se encuentran detalladas y explicadas en el apéndice A.

La caracterización de los sectores según el tipo de estructura (**gráfico 1**).

- El sector "Divino niño" por predominio de rancho campesino.
- El sector de "Brisas de Aeropuerto" por predominio de rancho improvisado.
- El sector "Ezequiel Zamora" por predominar rancho mejorado.

La caracterización de los sectores según las paredes y pisos (**gráficos 2 y 4**):

- Los sectores "26 de septiembre" y "La Victoria" por tener paredes de concreto, bloque o ladrillo.
- El sector "El Guanabanal" por paredes de madera aserrada.
- Los sectores "Divino Niño" y "Guanabanal" por tener pisos de tierra.

La caracterización de los sectores según la ubicación de la cocina (**gráfico 5**).

- Los sectores "26 de septiembre" y "Santa Teresa" por tener la cocina en un cuarto.

Tabla 2. Resumen Proporción de inercia explicada.

Variables	Inercia Explicada	Inercia Acumulada
Urb. Barrio o Comunidad Vs. Tipo de Estructura	0,427	0,672
	0,245	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. Material predominante en las paredes.	0,411	0,634
	0,222	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. Material predominante en el Techo	0,435	0,712
	0,278	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. Material predominante en el piso	0,471	0,839
	0,368	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. Ubicación de la cocina	0,704	1
	0,296	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. A esta vivienda llega el agua por	0,554	0,862
	0,308	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. Frecuencia del agua	0,518	0,826
	0,308	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. Conexión del excusado	0,513	0,820
	0,307	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. En esta vivienda Destino de la Basura	0,423	0,719
	0,297	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. Cuantos días a la semana pasa el aseo urbano	0,431	0,760
	0,329	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. Hogares en esta vivienda	0,620	0,776
	0,156	
Urb. Barrio o Comunidad Vs. para este hogar la vivienda es	0,330	0,629
	0,299	

La caracterización de los sectores según el suministro de agua (**gráfico 7**).

- Los sectores "26 de septiembre" y "San Carlos Sur" por la frecuencia con la que disponen de servicio de agua es interdiaria o de vez en cuando.

La caracterización en cuanto a la conexión de las pocetas (**gráfico 8**) por sectores es la siguiente:

- Los sectores "Divino Niño", "Curva de Colón" por tener hoyo o poceta sin conexión.
- Los sectores "Brisas de Aeropuerto", "26 de septiembre", "La Rivera", "La Cordillera", "Buena Vista" por tener poceta conectada a pozo.
- Los sectores "San Carlos Sur", "La Fundación", "Maiquetía", "Andrés Eloy" por tener poceta conectada a cloaca.

La caracterización de los sectores según la disposición final de la basura y la frecuencia con la que pasa el aseo urbano (**gráficos 9 y 10**).

- El sector "Brisas de Aeropuerto" por deja la basura depositada en conteiner.
- Los sectores "Ezequiel Zamora", "26 de septiembre" Destino de la Basura enterrada o vertida en las calles.

El sector "San Carlos Sur" Destino de la Basura recogida por el aseo urbano.

Los sectores “Brisas de Aeropuerto” y “Ezequiel Zamora” se caracterizan porque no saben cuándo pasa el aseo urbano,

- El sector “Curva de Colón” se caracteriza porque el aseo pasa “de vez en cuando”.

La caracterización de los sectores según la condición de pago de la vivienda (**gráfico 2**).

- El sector “26 de septiembre” por tener vivienda prestada.

  En cuanto a los **gráficos 3, 6 y 11** no aportan mucha información pues con respecto a las variables material en el techo, la manera como llega el agua y número de hogares por vivienda la mayoría se encuentra dentro del promedio de toda la localidad que son láminas de zinc o asfálticas, por acueducto o tubería a excepción del sector El Guanabanal que es por otros medios que no se especifica, uno o dos hogares por vivienda.

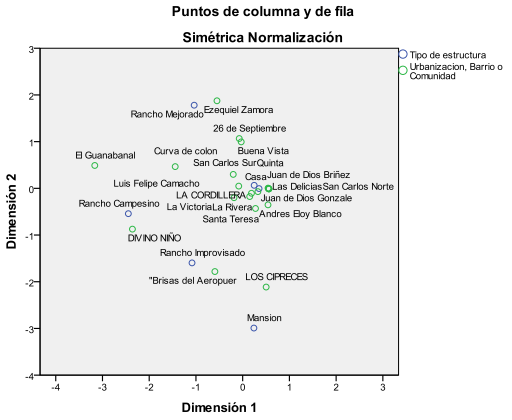


Gráfico 1. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables “Urbanización, Barrio o Comunidad” y “Tipo de estructura”

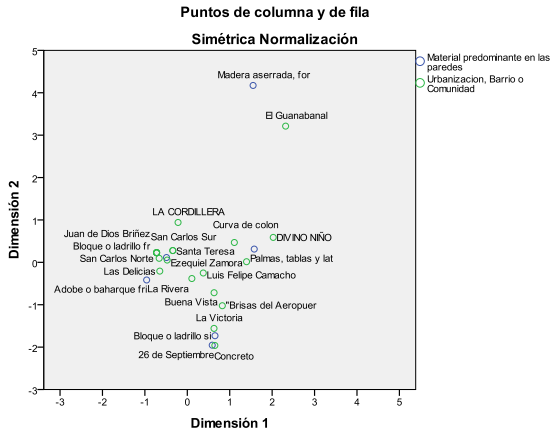


Gráfico 2. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables “Urbanización, Barrio o Comunidad” y “Material predominante en las paredes”

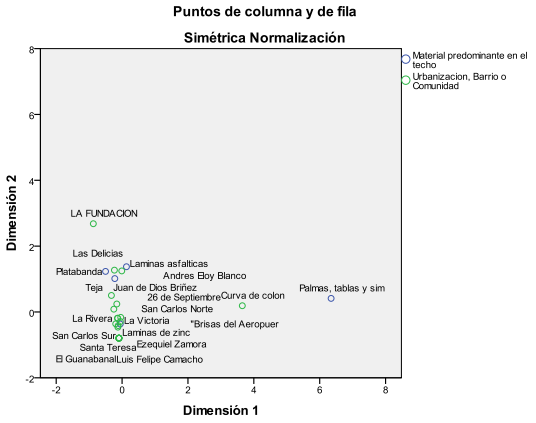


Gráfico 3. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables “Urbanización, Barrio o Comunidad” y “Material predominante en el techo”

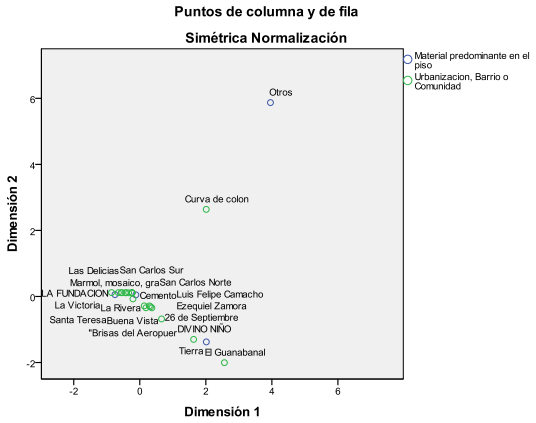


Gráfico 4. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables “Urbanización, Barrio o Comunidad” y “Material predominante en el piso”.

ISNN 2588-0764

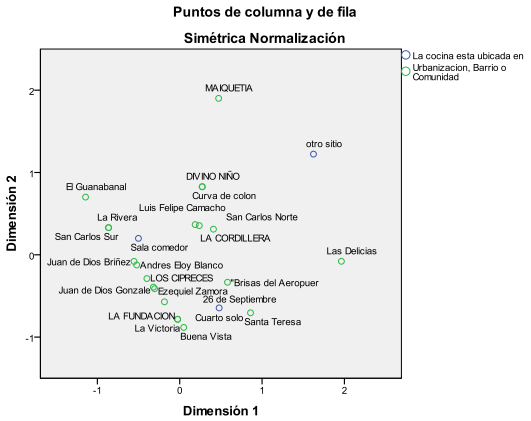


Gráfico 5. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables "Urbanización, Barrio o Comunidad" y "Ubicación de la cocina".

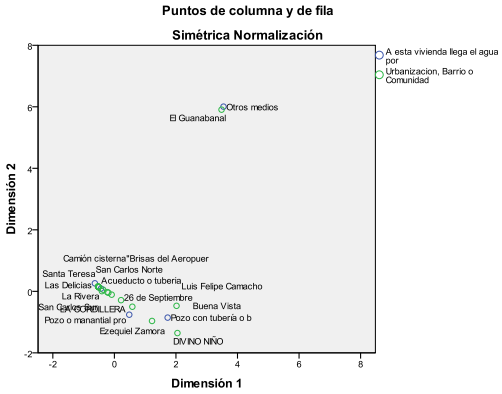


Gráfico 6. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables "Urbanización, Barrio o Comunidad" y "A esta vivienda llega el agua por".

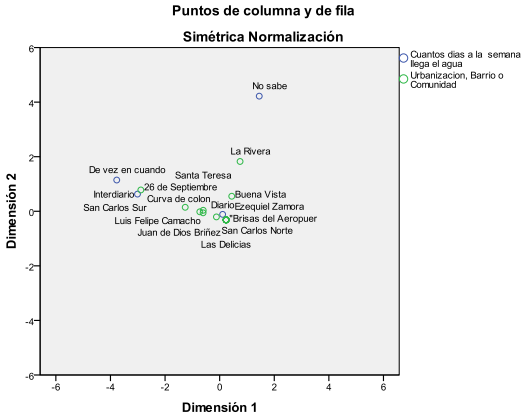


Gráfico 7. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables "Urbanización, Barrio o Comunidad" y "Días a la semana que llega el agua".

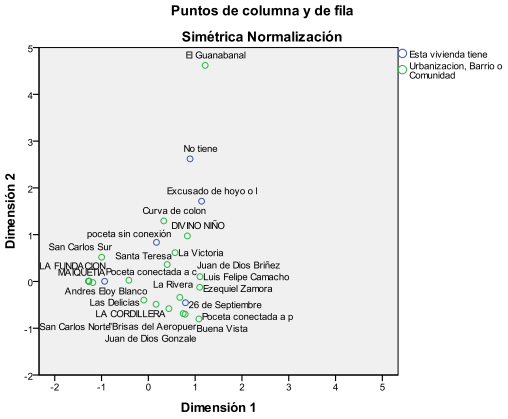


Gráfico 8. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables "Urbanización, Barrio o Comunidad" y "Presencia de poceta".

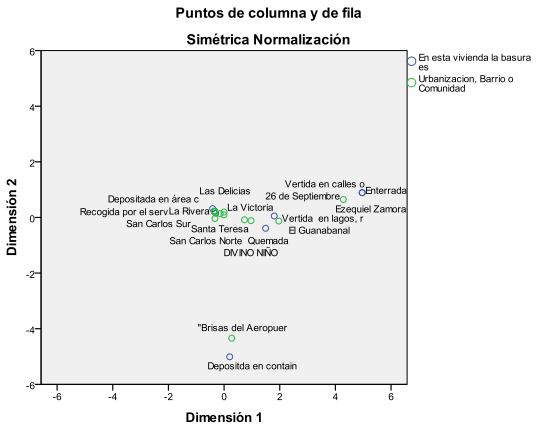


Gráfico 9. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables "Urbanización, Barrio o Comunidad" y "Lugar donde se vierte la basura"

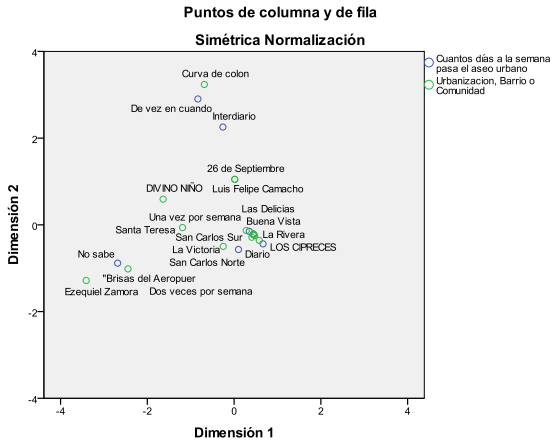


Gráfico 10. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables "Urbanización, Barrio o Comunidad" y "frecuencia aseo urbano".

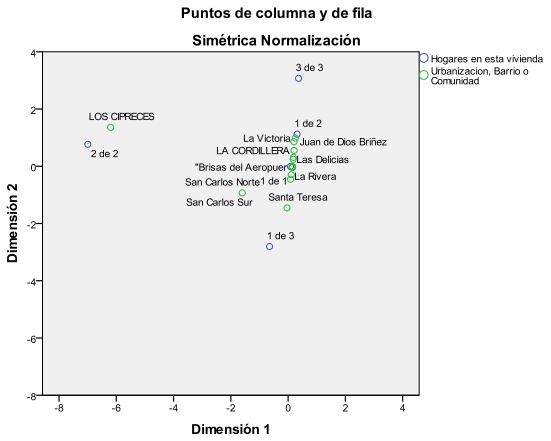


Gráfico 11. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables "Urbanización, Barrio o Comunidad" y "Hogares en la vivienda"

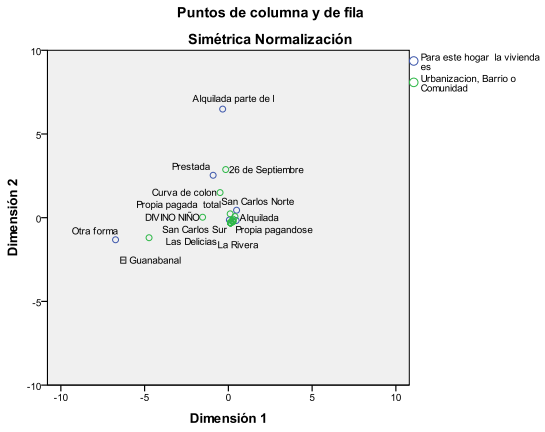


Gráfico 12. Gráfico de Correspondencias. Relación de las categorías de las variables "Urbanización, Barrio o Comunidad" y "Condición de pago de la vivienda"

4. CONCLUSIONES

En cuanto al uso de la técnica de Análisis Correspondencias para la caracterización de la población se obtuvo;

Las Contribuciones de variable-factor, factor-variable se destaca principalmente dos ejes. Las contribuciones factor variable son alta en la mayoría de los planos generados y de la variable al factor son regulares.

Según los planos obtenidos para las diferentes variables, los sectores se comportan muy cercanos al promedio, es decir, de manera muy similar entre sí. Esto indica que es una ciudad homogénea con respecto a las características de infraestructura, ya que es una ciudad pequeña, caso distinto en ciudades grandes donde vemos zonificación según condiciones de infraestructura.

La inercia en este estudio estuvo entre regular y fuerte, además por ser un estudio social y de sondeo o caracterización se considera correcto el uso de los planos generados para el estudio del perfil poblacional con respecto a su infraestructura

El sector con más deficiencia de infraestructura según el estudio es el sector "Divino Niño" lo cual se destacó por tener poceta sin conexión, rancho campesino y piso de tierra.

Pareciera que en la ciudad de San Carlos ya no existieran techos hechos con palmas y tablas.

La técnica de Análisis de Correspondencias es una buena herramienta para describir el comportamiento de la infraestructura según la zona de una región geográfica.

Una de las desventajas de hacer uso de la técnica de Análisis de Correspondencia para la caracterización es en los casos en que los individuos y las categorías están muy cercanas al promedio, es decir, al origen

ISNN 2588-0764

de las componentes, y por tanto no se puede obtener información, por tanto, se aprecia que se describen los individuos con respecto a unas categorías de las variables pero con otras categorías no. Esta técnica es de gran utilidad su interpretación cuando los datos se encuentran en los extremos de las componentes, ya que además indica que contribuyeron en gran medida a la construcción del plano.

APENDICE A. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS. CONTRIBUCIONES DE LAS VARIABLES A LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PLANOS FACTORIALES.

Tabla A.1. Contribuciones de las variables al factor y factor-variable en el AC.

Plano	Variables	Categorías	Contribuciones			
			Variable al Factor		Factor a la variable	
			1	2	1	2
1	Urbanización, barrio o comunidad	Divino niño	40		86,6	
		Brisas de aeropuerto		24,1		
		Ezequiel Zamora		26,6		
		El Guanabanal			88,6	
		Juan de Dios Briñez			79,2	
		Curva de Colón			72,8	
		Buena Vista				74,3
		26 de septiembre				73,5
1	Tipo de estructura	Rancho Campesino	84,5		86,5	
		Rancho Mejorado		51		55
		Casa			90,6	
2	Urbanización, barrio o comunidad	Divino niño				
		El Guanabanal	27,6		77,5	
		26 de septiembre		28,6		
		San Carlos norte		24,6		62,2
		Ezequiel Zamora			92,3	
		Juan de Dios Briñez			85,9	
		Andrés Eloy Blanco			88,4	
		Juan de Dios González			88,4	
		Maiquetía			84,1	
		Los Cipreses			88,4	
		La Fundación			88,4	
		La Rivera			88,4	
2	Material Predominante en las paredes	Palmas, Latas o tablas	65,2		90,7	
		Bloque o ladrillo sin frisar		38,3		47,9
		Bloque o ladrillo frisado			94,8	
3	Urbanización Barrio o Comunidad	Curva de Colón	93,9		98,8	
		Andrés Eloy Blanco		27,4		
		La Cordillera			94,3	
		Divino Niño				97,4
		Los Cipreses				97,4
		Maiquetía				97,4
		Juan de Dios González				82,2
		El Guanabanal				97,4
		Santa Teresa				97,4
		Luis Felipe Camacho				97,4
		Ezequiel Zamora				97,4
		Las Delicias				84,8
3	Material Predominante en el techo	Palmas, Latas o similares	94,6		97,9	
		Láminas asfálticas		38,9		
		Platabanda		34,2		
		Láminas de zinc				96,9
4	Urbanización, barrio o comunidad	Curva de Colón	32,3	62,8		
		San Carlos norte			93,5	
		Andrés Eloy Blanco			92	
		Santa Teresa				68,4
4	Material Predominante en el piso	Tierra	57,5		69,4	
		Otros		69,1		65,4

Tabla A.1. Continuación de Contribuciones de las variables al factor y factor-variable en el AC.

Plano	Variables	Categorías	Contribuciones			
			Variable al Factor		Factor a la variable	
			1	2	1	2
5	Urbanización, Barrio o Comunidad	Las Delicias	47,7		99,9	
		Buena Vista		18,6		99,5
		La Rivera			91,4	
		San Carlos Sur			91,4	
		Brisas de Aeropuerto			82,3	
		El Guanabanal			80,4	
		Juan de Dios Briñez			98,7	
		Andrés Eloy Blanco			96,5	
		Los Cipreses			74,6	
		La Cordillera			72,8	
		26 de septiembre				86
		La Victoria				99,8
		Curva de Colón				85,6
		Maiquetía				91,3
		La Fundación				99,8
		Divino Niño				85,6
5	La cocina está ubicada en…	Otro sitio	49			
		Cuarto solo		49		54,1
		Sala-comedor			90,7	
6	Urbanización, Barrio o Comunidad	Buena Vista	30,7		94,7	
		El Guanabanal		75,6		68,1
		San Carlos Norte			90	
		Santa Teresa			90	
		La Victoria			90	
		Juan de Dios Briñez			90	
		Andrés Eloy Blanco			90	
		Juan de Dios Gonzalez			90	
		Maiquetia			90	
		La Fundación			90	
		Los Cipreces			90	
		Luis Felipe Camacho				46,8
6	A esta vivienda el agua llega…	Pozo, Tubo o Bomba	61,2		84,4	
		Otros medios		78,1		68,1
		Acueductos o tuberías			96,4	
7	Urbanización, Barrio o Comunidad	26 de septiembre	56,8		91,8	
		La Rivera		71,4		82,1
7	Cuantos días a la semana llega el agua	Interdiario	61,7		82,9	
		No sabe		89,8		86,6
8	Urbanización Barrio o Comunidad	San Carlos Norte	23,7		98	
		El Guanabanal		51,5		82,7
		Ezequiel Zamora			92,5	
		Luis Felipe Camacho			90,5	
		Andrés Eloy Blanco			98,2	
		Maiquetía			98,2	
		La Fundación			98,2	
		Los Cipreces			98,2	
		Las Delicias				80,4
		Curva de Colón				84,8
8	Conexión de la poceta	Poceta conectada a cloaca	53,8		99,7	
		No tiene		77,4		83,9
		Poceta conectada a pozo			79,5	
9	Urbanización Barrio o Comunidad	Ezequiel Zamora	76,3		88,1	
		Brisas de Aeropuerto		93,5		98,4
9	En esta vivienda Destino de la Basura…	Vertida en calles	51,2		79,1	
		Depositada en contenedores		93,3		97,7
		Recolectada por el servicio de aseo urbano			75,5	
		Enterrada			79,1	
10	Urbanización Barrio o Comunidad	Ezequiel Zamora	34,3		88,7	
		Curva de Colón		70,8		94,3
		Santa Teresa			97,8	
		Brisas de Aeropuerto			86,5	
		Divino Niño			86,7	
		Luis Felipe Camacho				86,7
		26 de septiembre				86,5

ISNN 2588-0764

Tabla A.1. Continuación de Contribuciones de las variables al factor y factor-variable en el AC.

10	**Cuantos días a la semana pasa el aseo urbano**	No sabe	80,9		91,3	
		De vez en cuando		79,7		90,8
		Una vez por semana			82,6	
11	**Urbanización, barrio o comunidad**	Los Cipreces	75,1		97,2	
		Santa Teresa		29,1		81,7
		San Carlos Sur			82	
11	**Hogares en esta vivienda**	2 de 2	96,4		99,4	
		1 de 3		61,8		65,1
12	**Urbanización, barrio o comunidad**	El Guanabanal	66,2		89,8	
		26 de septiembre		59,9		75,9
		Divino niño			96,9	
12	**Para este hogar la vivienda es…**	Otra forma	89,4		93,4	
		Prestada		46,5		60
		Alquilada parte de la vivienda		43,6		69

5. REFERENCIAS

Algañaraz Soria, Victor Hugo. (2016). El "Análisis de Correspondencias Múltiples" como herramienta metodológica de síntesis teórica y empírica. Su aporte al estudio del locus universitario privado argentino (1955-1983). Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales, 6 (1), 2-16. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/54585/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bolívar, H. (2017). Metodología multivariante para medición de la vulnerabilidad global: contextos urbanos menores-zona de Esquilán-Cochabamba. A: Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. "IX Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá. Barcelona: DUOT, 2017

Cilento, A. (2008). Políticas de alojamiento en Venezuela: aciertos, errores y propuestas. Tecnología y construcción, 24(2). Caracas Venezuela.

Cuadras, C. (1991) Métodos de análisis multivariante. Barcelona, España.

García, L., Gil, C., Pascual, P. y Rapún, M. (1998). Una propuesta metodológica para la ordenación de las infraestructuras regionales. ESTUDIOS REGIONALES, 51, 145-170.

Genatios, C., & Lafuente, M. (2004). Atención a la vivienda en Venezuela. Boletín Técnico, 42(1), 64-69.

Haramoto, E. (1994). Incentivo a la calidad de la vivienda social. Revista INVI, 8(20), 16-22.

Instituto Nacional de Estadística. Disponible en línea http://www.ine.gov.ve

Kogan, J. & Bondorevsky, D. (2016). La infraestructura en el desarrollo de América Latina. Economía y Desarrollo, 156(1), 168-186. Recuperado en 02 de enero de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842016000100012&lng=es&tlng=es.

Larrubia, R., Navarro, S., Mostazo, S. (2018). Las diferentes ruralidades de la provincia de Málaga. Delimitación a través de métodos multivariantes. XIX Coloquio de Geografía rural de la AGE. 24/26 de octubre de 2018. Granada-España.

Márquez, V. (2007). Descripción y caracterización socioeconómica de las familias venezolanas. Economía, número 21|2005 enero-diciembre, 85-100. Venezuela.

Mendoza, G., Mejía, C., Carrasco, O. & Vallarino, R. (2017). Caracterización de la población, hogar y viviendas, de los barrios urbanos del distrito de San Miguelito. Centros: Revista Científica Universitaria, 6(2), 114-138. Recuperado a partir de https://revistas.up.ac.pa/index.php/centros/article/view/11

Yelland, P. (2010). Introducción al análisis de correspondencia. The Mathematica Journal, 12(4), -. Recuperado de: https://www.mathematica-journal.com/data/uploads/2019/04/Reed.pdf

Parra, O. (1996). Modelo de análisis de correspondencias múltiples. Revista de Ciencias Sociales, FCES - LUZ, Nueva Epoca ca, II(2), 183- 196.

Perrotti, D. y Sánchez, R. (2011). La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe. Santiago: CEPAL.

Peña, D. (2002). Análisis de datos multivariantes. MCGRAW-HILL, España.

Porras, A. (2018). Construcción de un índice de pobreza a partir del equipamiento de los hogares en Costa Rica, Revista Posgrado y Sociedad, 17-36.

Rossbach, A. (2018). La vivienda al centro de la nueva agenda urbana en América Latina y Caribe. Vivienda y Ciudad, 5, 36-42.

Useche, L., Bohórquez, E., Marin, M., Sanabria, L., Moran, N. (2016). Caracterización por sectores de las condiciones laborales de los habitantes de la población de San Carlos De Zulia mediante estadística multivariante. Saberes a Cielo Abierto. 1(1), 14-23.

Vasquez, M. y Ramírez, G. (1999). Aspectos Teóricos Del álgebra Matricial Con Aplicaciones Estadísticas. Caracas Editorial Unidad de publicaciones UCV.

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Normas de Publicación para Autores

REVISTA BASES DE LA CIENCIA

BASES DE LA CIENCIA es una Revista Científica Arbitrada, que inició sus actividades de publicación en diciembre 2016, que incluye las áreas de las ciencias: Biológicas, Físicas, Matemáticas, Químicas y Geociencias.

La revista tiene una periodicidad cuatrimestral (tres números en el año), es editada por el Instituto de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí y recibe artículos tanto en español, inglés y portugués.

La revista BASES DE LA CIENCIA (ISSN WEB: 2588-0764), está dirigida a autoridades, docentes, estudiantes de maestría y doctorado, emprendedores, investigadores, profesionales, instituciones públicas y privadas y todas las personas interesadas por las áreas de ciencias biológicas, físicas, matemáticas, químicas y geociencias. Se encuentra disponible en versión digital con acceso libre (http://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/index) y no tiene costos asociados por publicación.

ENVIO DE LOS MANUSCRITOS

La recepción de los artículos es permanente. Los autores que deseen publicar pueden solicitar el registro en la Revista bases de la ciencia, enviando los siguientes datos: nombre, apellido, afiliación institucional, país, temática en la cual estaría dispuesta a ser revisor externo de la revista, al siguiente correo revistabasesdelaciencia@gmail.com y se le asignara un usuario y clave. La clave es temporal puede ser modificada por el investigador. También pueden registrarse directamente en el Open Journal System (http://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/user/register) y enviar desde allí el artículo con una carta de intención y aprobación en la que se debe indicar lo siguiente: Nombre(s) completo(s) del(los) autor(es) y direcciones para envío de correspondencia (es necesario colocar una dirección de correo electrónico con el autor o persona encargada con la cual estableceremos contacto). Se debe llenar los 2 formatos siguientes: 1.- Cesión de derechos y 2.- Solicitud de publicación de artículo.

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Aunque el autor podrá remitir esta información a través de los correos electrónicos: revistabasesdelaciencia@gmail.com; revistabasesdelaciencia@utm.edu.ec.

El envío de un artículo a la revista implica que ha sido aprobado por todos los autores y están de acuerdo con su contenido en el caso de ser publicado. Se entenderá que el documento sometido a la revista no ha sido enviado, ni publicado en ninguna otra revista científica, es decir, es inédito y original. Aunque todas las contribuciones estarán sujetas a revisión previa, la responsabilidad por el contenido de las mismas recae sobre los autores y no sobre los editores, el comité editorial o la Universidad técnica de Manabí.

Artículos aceptados por la revista Bases de la Ciencia

La revista BASES DE LA CIENCIA publica artículos originales, notas técnicas, comunicaciones cortas, artículos de divulgación y revisiones bibliográficas de investigadores relacionadas con todos los aspectos científicos modernos de las áreas de interés de la revista que representen aportes significativos al conocimiento y que no hayan sido propuestos simultáneamente a otras revistas.

Los artículos originales deben ser el resultado de estudios de campo o de laboratorio que aporten información nueva o el análisis estadístico de una gran colección de resultados de trabajos individuales con el propósito de integrar los hallazgos. Las Notas Técnicas o Comunicaciones Cortas están reservadas a tópicos de interés tales como observaciones, extensión de datos u otros hallazgos que por sí solos no constituyen un estudio comprensivo.

a. Para los artículos originales se recomienda su división en: Título se escribe con mayúsculas (en inglés, español y portugués), autores y procedencia (dirección postal institucional precisa, incluir Email), Resumen, Palabras Clave, Abstract, Key Words, Introducción, Metodología (si el autor desea puede ser dividido en Materiales y Métodos), Resultados, Discusión (o Resultados y Discusión), Conclusiones, Agradecimientos y Referencias. Las tablas y leyendas de las figuras deben ser incluidas en el texto.

b. Las Notas Técnicas o Comunicaciones Cortas se escriben de forma corrida con la estructura siguiente: Título, autores y procedencia, Resumen, Introducción, Metodología (si el autor desea

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

puede ser dividido en Materiales y Métodos), Resultados y Discusión, Conclusiones, Referencias.

c. Las Revisiones se recomienda citar por lo menos 40 referencias del tema a analizar. Su estructura es la siguiente: Resumen, Introducción, Metodología, Desarrollo y discusión, Conclusiones y Referencias. Igualmente, en el envío del manuscrito debe señalarse el área de pertinencia del mismo o la línea de investigación a la cual pertenece.

Los artículos deben someterse a arbitraje en línea a través de la siguiente dirección: http://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia. Presentar el artículo mediante comunicación escrita dirigida al Director (a) de la Revista Bases de la Ciencia, en soporte digital a los Correos electrónicos: revistabasesdelaciencia@utm.edu.ec; revistabasesdelaciencia@gmail.com. En la comunicación escrita el autor debe expresar el tipo de documento (artículo original, nota técnica, comunicaciones cortas o revisiones) y sección a la que postula su trabajo (Ciencias físicas, Ciencias Químicas, Ciencias Matemáticas, Ciencias Biológicas o Geociencias). Debe adjuntar la hoja de vida del autor en Correspondencia, y carta de postulación en la que exprese claramente que conoce y acepta la política editorial de Bases de la Ciencia; cede los derechos de reproducción y distribución del artículo; la originalidad del trabajo y su declaración de que no tiene conflicto de intereses (en lo comercial, propiedad intelectual, relevancia académica, financiero). Llenar formatos de Cesión de derechos y Solicitud de publicación.

ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Normas Editoriales Generales: El texto completo debe hacerse en Word, con todos los márgenes de 2,0 cm, a 1 1/2, letra Times New Roman tamaño 12, escrito por una sola cara. El texto no debe exceder de 20 páginas (incluyendo tablas y figuras). Numere todas las páginas margen inferior derecho. Los números decimales deben ser separados por comas (,) si el trabajo está en español y punto (.) si es en inglés. Los artículos pueden ser escritos en español, portugués o en inglés (en todos los casos el resumen debe estar en los tres idiomas).

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

1. Título. En español e inglés y no exceder de 20 palabras. Debe ser explicativo y contener la esencia del trabajo, evite el uso de fórmulas o expresiones técnicas muy largas. En mayúscula, negritas y centrado.

2. Autores. Deben indicarse nombres, apellidos y títulos profesionales. Ejemplo:

Dra. Lelly María Useche Castro[1*], MSc. Olga Lilian Mendoza Talledo[1] , MSc. Rosalba Karen Bravo Saltos[1], MSc. Miguel Ángel Lapo Palacios[1]

3. Direcciones. Se debe escribir la dirección completa de la Institución donde se realizó el trabajo y aquellas a las cuales donde pertenecen los autores. Indique con símbolos a que autor corresponde cada dirección. Indique, además, el autor de correspondencia, su dirección electrónica mediante un asterisco (*).

Ejemplo: [1]Departamento de Matemáticas y Estadística. Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

*Autor para correspondencia: luseche@utm.edu.ec

4. Resumen, Abstract y Resumo. No mayor de 250 palabras. Debe presentarse en español, inglés y portugués. Los resúmenes en los diferentes idiomas deben parecerse lo más posible entre sí. Los autores pueden buscar asistencia con alguna persona que hable el idioma (que el autor no domine) de manera fluida. La traducción mediante el uso de programas de traducción no debe ser utilizada en ningún caso. El resumen contendrá los objetivos, metodología, principales resultados y conclusiones. No incluir referencias y debe escribirse en letra Times New Roman 10 a un solo párrafo.

5. Palabras clave. Deben colocarse al finalizar el resumen, abstract o resumo. Incluir un máximo de 5 palabras clave, necesarias para la mejor ubicación en los índices internacionales.

6. Introducción. En esta sección, redactada en presente, el autor expresa el propósito del artículo, alcances, el contexto del problema a resolver, para lo cual presenta en forma breve las más recientes e importantes investigaciones relacionadas con el tema, que en promedio tengan 10 años de antigüedad, salvo los clásicos de consulta obligada. Son fundamentales la hipótesis

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

o pregunta de la investigación y el problema planteado. Finalice con el objetivo de la investigación.

7. Metodología (Materiales y métodos). esta sección tiene como propósito entregar información para que el estudio sea replicado. Se redacta en pasado. Debe señalar cómo estudió el problema, por tanto, expresar claramente todos los protocolos, métodos y características relevantes de los materiales empleados para llegar a los resultados. No debe describirse un método si ya está descrito en la bibliografía; basta con presentar la cita bibliográfica. Si utiliza un método modificado, debe señalarse claramente la modificación. Es fundamental presentar los materiales evaluados (especificaciones técnicas, cantidades, procedencia o método de preparación, nombres genéricos o químicos evitando los comerciales), y el análisis estadístico (debe realizarse mediante software especializado).

8. Resultados. se debe explicar con claridad y precisión los hallazgos, complementados con tablas y figuras las que se enumeran correlativamente a medida que se mencionan en el texto. Evite repetir la información de las tablas y figuras, sólo destaque lo más relevante. Las tablas y figuras deben ser autoexplicativos de tal manera que el lector no tenga que ir al texto para entender la información que se entrega; los nombres científicos, abreviaturas, unidades, entre otros, deben ser incluidos. Se redacta en pasado.

9. Discusión. es la sección para interpretar los hallazgos, exponer su importancia, implicaciones, relaciones con otros estudios, alcances teóricos y aportes al avance de la ciencia. La discusión debe sustentarse en el análisis estadístico y aportes de otros autores con estudios similares, más no en apreciaciones subjetivas. Si el autor desea puede unir resultados y discusión.

10. Conclusión. es una síntesis de los hallazgos y deben corresponderse con los objetivos planteados.

11. Agradecimiento. es opcional y no debe extenderse más allá de las 100 palabras.

12. Tablas. Se deben incluir y citarse en el texto. Deben presentarse con líneas en la parte superior e inferior de los encabezados de la misma, así como al final de la tabla. Se identificarán

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

con números arábigos (Ejemplo: Tabla 1) y llevarán un encabezamiento descriptivo. Las abreviaturas se explicarán al pie de la tabla.

13. Figuras. Se deben incluir y citarse en el texto. Las figuras se identificarán con números arábigos (Ejemplo: Figura 1). Evite el uso de fondos coloreados o grises. Utilice diferentes tipos de líneas y símbolos en figuras con múltiples líneas. Las leyendas sobre los ejes X y Y deben ser de tamaño legible.

14. Fotografías. Se deben incluir y citarse en el texto. Deberán ser reproducciones nítidas. Su tamaño no excederá el de la hoja impresa. No deben montarse. Se indicará la magnificación de las microfotografías.

15. Referencias. Estas deben ser actualizadas. Los autores son responsables de la fidelidad de las referencias. Se debe incluir una lista completa de todas las referencias, las cuáles serán ordenadas alfabéticamente por el apellido del primer autor de cada cita del documento y con sangría francesa, siguiendo las normas de citación y de estilo de la American Psychologycal Association (APA), última versión.

Cuando las evaluaciones de los árbitros estén completas, éstas serán remitidas a los autores para su corrección y serán recibidas en un lapso no mayor a 45 días (para evaluaciones con ligeras modificaciones) o no mayores a 60 días (para modificaciones sustanciales). De no recibirse en el lapso establecido, se asumirá el retiro del manuscrito por parte del autor o autores.

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Solicitud de Publicación de Artículo

Día de Mes del Año

A: Comité Editorial de la Revista Bases de la Ciencia.

Solicito la revisión para su publicación, de considerarlo conveniente, del artículo titulado:

Tema del artículo. Afirmamos que lo expresado en el artículo es creación propia de los autores y las partes seleccionadas de otros documentos científicos han sido correctamente citadas respetando los derechos de cada autor.

Los autores ratifican mediante su firma que se comprometen a cumplir con el **Código de Ética de los Autores** publicado en la segunda página y que han utilizado el documento **Autoevaluación del trabajo antes de ser enviado para su consideración de publicación en la revista** el cual adjuntan al envío de esta solicitud.

En espera de su respuesta, atentamente;

	Nombres y Apellidos	**Firma**
Autor 1		
Autor 2		
Autor 3		
Autor 4		
Autor 5		
Autor 6		

Observación: El orden de los autores expresa la forma de participación en el artículo.
Describa en un párrafo no mayor de cinco (5) líneas la novedad del trabajo presentado

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Código de Ética de los Autores

1. La responsabilidad principal del autor es presentar para su publicación una descripción científica y rigurosa de su trabajo de investigación experimental, teórica o tecnológica, con una discusión objetiva de sus resultados.

2. El artículo presentado debe contener suficientes referencias de fuentes públicas. Esto debe permitir que los profesionales que consulten su trabajo puedan verificar las fuentes. El autor debe citar y dar la adecuada atribución a aquellas publicaciones que han influido y determinado la naturaleza del artículo a publicar con el objetivo de guiar al lector hacia trabajos anteriores que le ayuden a comprender el trabajo publicado.

3. Las informaciones obtenidas por el autor de forma privada, producto de la conversación, la correspondencia o la discusión con terceros, no será usada o declarada en el trabajo sin el permiso explícito de las personas a través de la cuales fue obtenida. La información adquirida a partir de trabajos en fase de revisión o aplicaciones de colaboración, serán tratadas de la misma forma.

4. El artículo presentado no contendrá material plagiado o falseará los datos de la investigación. Además, los autores deben confirmar que el artículo no ha sido publicado en ningún tipo de medio con anterioridad ni tampoco pueden haberlo presentado a otra revista simultáneamente.

5. El autor no debe fragmentar su trabajo de investigación para su publicación. Los autores que han realizado su trabajo sobre un sistema o grupo de sistemas relacionados organizarán la publicación del mismo con el propósito de que cada artículo dé una descripción completa de un aspecto especial del estudio general. No es ético que un autor presente, para su publicación más de un trabajo que describa la misma investigación o proyecto a más de una revista.

6. Es ética la crítica sobre los contenidos y criterios de un trabajo publicado; sin embargo, no es aceptable la crítica personal.

7. Para proteger la integridad de la autoría del trabajo, solamente los profesionales que han colaborado en la investigación o el proyecto y confección del artículo serán enumerados como coautores. El autor principal da fe del hecho de haber incluido a todos los coautores del trabajo al entregar la solicitud de publicación.

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

8. El autor no debe presentar cambios en el contenido de su trabajo después de que ha sido aceptado y se le ha devuelto para que realice las correcciones propuestas. Si existiera una razón de peso para realizar cambios el autor debe informarlos al Comité Editorial y este tiene la autoridad para aprobar o no los cambios propuestos.

9. El autor no debe conocer el nombre de los árbitros o indagar sobre los mismos.

10. Los autores cuya investigación involucre seres humanos o animales son responsables de la aprobación por el Comité de Bioética de la Investigación de la institución en que se hizo el estudio e identificarlo en el texto de la forma siguiente:

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de Intereses: Ninguno.

Envíe este documento en formato **.pdf**

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Día de Mes del Año

A: Comité Editorial

Cesión de Derechos de Autor

Hacemos constar mediante el presente documento, que el(los) autor(es) cede(n) a la revista Bases de la Ciencia los derechos de autor del artículo titulado:

Título del artículo

El(los) autor(es) autoriza(n) la publicación y difusión del artículo mencionado, según lo disponga la Revista Bases de la Ciencia.

El(los) autor(es) firmantes garantiza(n) que el documento es original, no ha sido publicado total, ni parcialmente, en otra revista o medio de difusión físico o electrónico, ni ha sido presentado para publicar en otra revista.

De igual forma, los autores firmantes reconocemos que la revista asume como suyos los principios del acceso abierto establecidos en las declaraciones de Berlin, Bethesda y Budapest, razón por la cual aceptamos que el trabajo que se presenta sea distribuido en acceso abierto, protegiendo los derechos de autor bajo una licencia "creative commons".

Declaramos nuestro acuerdo con todo lo expresado en el presente documento.

	Nombres y Apellidos	**Firma**
Autor 1		
Autor 2		
Autor 3		
Autor 4		
Autor 5		
Autor 6		

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Observación: El orden de los autores expresa la forma de participación en el artículo.
Envíe este documento en formato .pdf

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

CONSEJO EDITORIAL

DIRECTORA

Dra. Yulixis Nohemi Cano de Torres. **(Ecuador)**/ycano@utm.edu.ec, yulixiscano@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

EDITOR GENERAL

Dr. Julio Cesar Torres Puentes. **(Ecuador)**/jctorres@utm.edu.ec, jtorres11912@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

EDITORES POR SECCIÓN

BIOLOGÍA

Dr. Carlos L. Vásquez Freytez **(Ecuador)**/ca.vasquez@uta.edu.ec / Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Ambato (UTA)

Dra. Marynes Montiel. **(Ecuador)**/montielmarynes@gmail.com / Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

FÍSICA

Dr. C. Rolando Serra Toledo. **(Cuba)**/serratoledo@gmail.com / Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE)

MATEMÁTICA

Dra. Carmen Judith Vanegas Espinoza. **(Ecuador)**/cvanegas@utm.edu.ec / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Miguel José Vivas-Cortez. **(Ecuador)**/mjvivas@puce.edu.ec / Pontifícia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)

Dr. Michel Enrique Gamboa Graus. **(Cuba)**/michelgamboagraus@gmail.com, michelgg@ult.edu.cu, michelenriquegg@yahoo.com/ Universidad de las Tunas, Las Tunas (Cuba)

Dr. Luis Sánchez. **(Ecuador)**/uccursos@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

QUÍMICA

Dra. María del Rosario Brunetto de Gallignani. **(Ecuador)**/mbrunetto@utm.edu.ec, mariadelrosario2327@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Máximo Aurelio Gallignani de Bernardi. **(Ecuador)**/mgallignani@utm.edu.ec / Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Gilberto Colina. **(Peru)**/gjcolinaa@gmail.com / Universidad Católica de Santa Maria (UCSM)-Arequipa.
Dra. Elvia Victoria Cabrera maldonado. **(Ecuador)**
/vicky_label2000@yahoo.es, vicky_label2000@hotmail.com/Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador
Dr. Stalin Gustavo Santacruz Téran **(Ecuador)**/stalin.santacruz@gmail.com / Universidad Layca Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM)

APOYO LOGÍSTICO E INFORMÁTICO

Ing. Rosalba Karen Bravo Saltos. **(Ecuador)**/rosybravo777@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Ing. Carlos Rivero Torres. **(Ecuador)**/crivero@utm.edu.ec / Universidad Técnica de Manabí

Dr. Oswaldo Larreal (**Ecuador**)/olarreal@utm.edu.ec / Universidad Técnica de Manabí

CORRECTOR DE TRADUCCIÓN DEL IDIOMA ESPAÑOL AL INGLES

Ing. Angel E. Hernandez B. **(Jamaica)**/aehb86@gmail.com / University Technology of Jamaica

MSc. Ocando Pereira Yaneth Chiquinquira. **(Ecuador)**/ychocando@gmail.com / Universidad de Cuenca

MSc. Lincon Oliver Echeverría Zurita (Ecuador)/lecheverria@utm.edu.ec / Universidad Técnica de Manabí (UTM)

CORRECTOR DE TRADUCCIÓN DEL IDIOMA ESPAÑOL AL PORTUGUÉS

Dr. Marcelo De Barros Ramalho. **(Brasil)**/marcelo.ramalho@prof.uniso.br / Universidade de Sorocaba

Dra. Gretel Eres Fernández. **(Brasil)**/igmefern@usp.br / University of São Paulo

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Dra. Noroska Gabriela Salazar Mogollón. **(Ecuador)** /
Noroska.salazar@ikiam.edu.ec / Universidad Regional Amazónica. IKIAM

COMITE EDITORIAL INTERNO

Dr. Henry Antonio Pacheco Gil. **(Ecuador)**/henrypacheco@gmail.com / Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Ezequiel Zamora-Ledezma. **(Ecuador)**/ezequielza24@gmail.com / Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Técnica de Manabí

Dra. Mirna Oviedo. **(Ecuador)**/moviedo@utm.edu.ec, mirnaoviedo@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Enrique Ruiz Reyes. **(Ecuador)**/eruiz@utm.edu.ec / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Jean Carlos Pérez Parra. **(Ecuador)**/jcarlospp@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Juan Ramón Primera Ferrer.
(Ecuador)/juan.primera2009@gmail.com, juanrpf@hotmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Victor Ernesto Marquez Perez. **(Ecuador)**/victore.marquezp@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Mario Adelfo Batista Zaldívar. **(Ecuador)**/mariobatzal69@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dra. Lelly Maria Useche Castro. **(Ecuador)**/luseche@utm.edu.ec / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Francisco Omar Cedeño Loor. **(Ecuador)**/fcedeno@utm.edu.ec / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

MSc. Jorge Rosendo Flores Herrera. **(Ecuador)**/flojorge@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Carlos Alberto Jadán Piedra **(Ecuador)**/cjadan@utm.edu.ec / Ingeniería Industrial. Universidad Técnica de Manabí

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

MSc. Felipe Rumbaut León **(Ecuador)**/frumbaut@gmail.com / Instituto de Ciencias Básicas. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Roberto Bauza Fermin. **(Ecuador)**/rbauza7@gmail.com, robertomapor@gmail.com / Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Técnica de Manabí

Dr. Ramón Eduardo Jaimez Arellano. **(Ecuador)**/rjaimezarellano@gmail.com / Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Técnica de Manabí

COMITE EDITORIAL EXTERNO

Dra. Corina Campos **(Ecuador)**/camposssc@gmail.com / Universidad Regional Amazónica (IKIAM)

Dr. Oswaldo José Guzmán **(Ecuador)**/oswaldojoseguzman@gmail.com / Universidad Regional Amazónica (IKIAM)

Dra. Yolanda Marina Vargas Rodríguez **(México)**/ymvargas@unam.mx / Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Dr. Enrique Macías Virgós **(España)**/quique.macias@usc.es / Director del Departamento de Matemáticas. Universidad de Santiago de Compostela

MSc. Romualdo S. Silva Jr. **(Brasil)**/romu.fisica@gmail.com / Departamento de Física. Universidad Federal de Sergipe

Dr. Gustavo Javier Chacón Rosales. **(Brasil)**/gjchacon1976@gmail.com / Universidad Federal do Río Grande do Sul. Instituto de Química.

Dr. Tony Jesus Viloria Ávila. **(Ecuador)**/tviloria63@yahoo.es, tviloria@ups.edu.ec / Ingeniería Ambiental. Universidad Politécnica Salesiana

Dr. Alfredo Manuel Del Castillo Serpa. **(Cuba)**/acastillo@cemat.cujae.edu.cu / Universidad de Camagüey (Cuba)

Dra. Marinela Nazareth Colina Rincón. **(Venezuela)**/colinamarinela@gmail.com / Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia. Venezuela. Presidente de la empresa Innovación Ambiental Quitosano (INNOVAQUITO C.A)

Dra. Belgica B. Bravo de Salcedo. **(Venezuela)**/marinelacolina@gmail.com / Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Dr. José Gerardo Ortega Fernández **(Venezuela)**/jgoft1970@gmail.com / Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia

Dr. Ullrich Stahl. **(Ecuador)**/ustahl@uce.edu.ec / Facultad de Ingeniería Química. Universidad Central del Ecuador

Dr. Julio Marín. **(Venezuela)**/jmarin@fing.luz.edu.ve / Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia

Dr. Ever Darío Morales Avendaño. **(Ecuador)**/evermster@gmail.com / Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil

Dra. Noroska Gabriela Salazar Mogollón. **(Ecuador)**/noroska.salazar@ikiam.edu.ec / Universidad Regional Amazónica. IKIAM

Dra. Nacarid del Valle Delgado Parra. **(Chile)**/nacadel@gmail.com / Universidad Andrés Bello. Facultad de Ingeniería

MSc. Manuel S. Álvarez Alvarado. **(Ecuador)** / manuel.alvarez.alvarado@ieee.org, manuel.alvarez.alvarado@gmail.com / Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC). Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Dr. Raúl Rodríguez Herrera. **(México)**/rrh961@hotmail.com / Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Coahuila

Dra. María Natividad Berradre Ramos. **(Venezuela)**/marinaty@gmail.com / Laboratorio de Alimentos, Departamento de Química, Facultad Experimental de Ciencias. Universidad del Zulia

Dr. Jesús Gabalán Coello. **(Colombia)**/jgabalan@uao.edu.co / Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Occidente

Dr. Saba Rafael Infante. **(Ecuador)**/Sinfante64@gmail.com / Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay

Dra. Karelen Cristina Araujo Vargas. **(Venezuela)**/karelenaraujo@gmail.com / Universidad del Zulia (LUZ)

Dra. María Tersa Varela Costa. **(Venezuela)**/mtvarela@usb.ve / Universidad Simón Bolívar (USB)

Dra. Viviana García Mir. **(Ecuador)**/vgarciamir@yahoo.es / Universidad Técnica de Machala

MSc. Kalina Fonseca Largo. **(Ecuador)**/kalina.fonseca@utc.edu.ec / Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)

Dra. Mercy Ilbay Yupa. **(Ecuador)**/merckyu@hotmail.com / Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)

Dra. Lauris Urribarrí. **(EEUU)**/laurisurribarri@gmail.com / Investigadora Independiente

Dra. Zoraida M. Sivoli Barrios. **(Ecuador)**/zoraida.sivoli@espoch.edu.ec / Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Dra. Marianela Luzardo Briceño. **(Colombia)**/manelubri@gmail.com / Pontifical Bolivarian University. Faculty of Industrial Engineering

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

Dr. Franklin José Camacho. **(Ecuador)**/cfranklinj@gmail.com / Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay
Dr. Yonathan Parra. **(Ecuador)**/ydparra@uce.edu.ec / Facultad de Ingeniería en Geología, Minas Petróleos y Ambiental (FIGEMPA). Universidad Central del Ecuador
Dr. Luis Fernando Mejias. **(Ecuador)**/fmejias.ula@gmail.com/lfmejias@espol.edu.ec / Escuela superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Dr. Edgar Fabián Espitia Sarmiento. **(Ecuador)**/edgar.espitia@ikiam.edu.ec / Universidad Regional Amazónica (IKIAM)
MSc. Juan Miguel Espinosa Soto. **(Ecuador)**/juanmiguelmanos@gmail.com / Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)
Dr. Ernesto Mora Queipo. **(Venezuela)**/emoraqueipo@gmail.com / Universidad del Zulia (LUZ)
MSc. Juan Sebastian Acero Triana. **(EEUU)**/jsa2@illinois.edu / University of Illinois
Dr. Galo B. Montenegro Córdova. **(Ecuador)**/gmontenegro@espoch.edu.ec / Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)
Dr. Juan Carlos Osorio López. **(Ecuador)**/osoriojuanc@gmail.com / Pontifícia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)
Dra. Marta Beatriz Infante Abreu. **(Cuba)**/martica840527@gmail.com / Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE)
Dr. Daniel Nuñez López. **(Colombia)**/dnunez@ugr.es / Pontificia Universidad Javeriana. Seccional Cali (PUJ)
Dr. Víctor Alberto Granadillo Morán **(Venezuela)**/vgranadillo@gmail.com / Universidad del Zulia (LUZ)
Dr. Carlos Daniel Ayala Montilla **(Venezuela)**/carlosdaniel55@gmail.com / Universidad de los Andes (ULA)
Dr. Víctor Cerdà Martín **(España)**/victorcerdamartin@gmail.com / Universitat de les Illes Balears
Dr. Alexis José Zambrano García **(Venezuela)**/alexiszve@gmail.com / Universidad de los Andes (ULA)
Dr. Argenis Montilla Pacheco **(Ecuador)**/argenismontillap@gmail.com / Universidad Layca Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM)
Dra. Brightdoom Márquez de García **(Venezuela)**/bmarquez2001@gmail.com / Universidad de Oriente (UDO)
Dr. López González Wilmer Orlando **(Venezuela)**/lgwilmer@yahoo.com / Universidad de los Andes (ULA)
Dra. Zenaida Castillo **(Ecuador)**/zcastillo@yachaytech.edu.ec / Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay
Dr. Ernesto Antonio Ponsot Balaguer **(Ecuador)**/ernesto.pb@gmail.com / Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay
Dr. Isidro Rafael Amaro M. **(Ecuador)**/iamaro@yachaytech.edu.ec / Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay
Dr. Alberto Luis Rosa **(Argentina)**/alrosa@ucc.edu.ar / Universidad de Córdoba
Dr. Ebner Alexander Pineda Mogollón **(Ecuador)**/ebner.pineda@gmail.com / Escuela Politecnica del Litoral (ESPOL)
MSc. Francisco Javier Quiroz Chávez **(Ecuador)**/francisco.quiroz@epn.edu.ec / Escuela Politecnica Nacional (EPN)

e-ISSN 2588-0764. URL: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia

MSc. Diego German Piccardo Silva **(Uruguay)**/dpiccardo@fagro.edu.uy / Universidad de la República. FAcultad de Agronomía
Dr. Alexander López **(Ecuador)**/tula1971@gmail.com / Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL)
Dra. Esther Desireé Gutiérrez Moreno **(Venezuela)**/sterguti@gmail.com / Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas (IVIC)
Dr. David Lanza escobedo **(España)**/david.lanza@udima.es / Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)
Dr. Rubén E. Cadenas Martínez **(Ecuador)**/ruben.cadenas@unesum.edu.ec / Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM)
Dr. Ruly Teran Hilares **(Perú)**/rteran@ucsm.edu.ec / Universidad Católica de Santa María (UCSM)
Dr. Luis Orlando Castellanos Pérez **(Cuba)**/locp@uho.edu.cu / Universidad de Holguín (Cuba)
Dr. Rafael Mauro Ávila-Ávila **(Cuba)**/ravilaa62@gmail.com / Universidad de Holguín (Cuba)
Dr. Jhonny Saulo Alberto Villafuerte Holguin **(Ecuador)**/jhonny.villafuerte@gmail.com / Universidad Layca eloy Alfaro de Manabí (ULEAM)
MSc. Gustavo Hincapié Jaramillo **(Colombia)**/gustavo.hincapie@ucaldas.edu.co / Universidad de Caldas
MSc. Richard Pérez Roa **(Venezuela)**/rperez1984@gmail.com / Universidad Central de Venezuela (UCV)
Asesor de Gestión e Imagen
Dr. Ulises Mestre. **(Cuba)**/umestre@utm.edu.ec / Universidad de las Tunas, Las Tunas (Cuba)

Los Miembros del comité editorial interno y externo actúan como pares revisores de los trabajos por el sistema doble ciego.

Revista del Instituto de Ciencias Básicas

e-ISSN: 2588-0764
E-**Mail:** revistabasesdelaciencia@gmail.com/revistabasesdelaciencia@utm.edu.ec
Dirección: Av. Urbina y Che Guevara
Apartado postal: 82
Teléfonos: (593-5) 2651613
Portoviejo - Manabí - Ecuador