

Use of continuous flow centrifugation to clarify wine and artisan beers

Uso de la centrifuga de flujo continuo para clarificar vinos y cervezas artesanales

Bucio-Galindo, Adolfo^{1*}; Izquierdo-Reyes, Francisco¹; Bautista-Muñoz, Consuelo del Carmen¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. km 3.5 Periférico Carlos A. Molina S/N, C.P.86500, H. Cárdenas, Tabasco. México.

*Autor de correspondencia: adbucio@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: to develop a process of clarification of wines and beers by continuous flow centrifugation on a small scale and develop a method of evaluation of clarification by spectrophotometry.

Design/methodology/approach: a method was developed to clarify a wine/beer beverage in a continuous flow centrifuge until reducing turbidity to a value close to zero. Fifteen spin cycles were necessary for the visible reduction of turbidity. Turbidity was determined by measuring the absorbance at 600 nm of aliquots of the liquid resulting from the centrifugation of each cycle. From the readings made, a turbidity reduction curve and a turbidity reduction prediction model and an efficiency calculation were made.

Results: Approximately 15 L h⁻¹ of fermented beverage were clarified, for which it was necessary to apply 15 spin cycles. The turbidity removal efficiency at the end of the 15 cycles was 99.6%. Turbidity readings were taken from each spin cycle. With the readings made to the samples after each centrifugation, a model, negative exponential curve, was generated, which were subsequently transformed to finally obtain a simple linear extinction model that shows how turbidity disappears after 18 cycles of centrifugation.

Limitations on study/implications: clarification using a continuous flow centrifuge could be optimized by increasing the rotor speed and/or reducing the output flow of the clarified liquid.

Findings/conclusions: the continuous flow centrifugation process of fermented musts allows the clarification of wines and beers in several cycles and represents a viable alternative to small scale production.

Keywords: centrifugation, clarification, beverages.

RESUMEN

Objetivo: desarrollar un proceso de clarificación de vinos y cervezas por centrifugación de flujo continuo a pequeña escala y desarrollar un método de evaluación de la clarificación por espectrofotometría.

Diseño/metodología/aproximación: se desarrolló un método para clarificar una bebida fermentada/cerveza en una centrifuga de flujo continuo hasta reducir la turbidez a un valor cercano a 0. Se llevaron a cabo 15 ciclos de centrifugado para la reducción visible de la turbidez. La turbidez se determinó midiendo la absorbancia a 600 nm de alícuotas del líquido resultante de la centrifugación de cada ciclo. A partir de lecturas realizadas, se hizo una curva de reducción de la turbidez y un modelo de predicción de la reducción de la turbidez y un cálculo de la eficiencia.

Resultados: Se clarificaron aproximadamente 15 L h⁻¹ de bebida fermentada, para lo cual fueron necesarios aplicar 15 ciclos de centrifugado. La eficiencia de remoción de



Agroproductividad: Vol. 13, Núm. 4, abril. 2020. pp: 59-63.

Recibido: diciembre, 2019. **Aceptado:** marzo, 2020.

la turbidez al final de los 15 ciclos fue de 99.6%. Se tomaron lecturas de turbidez de cada ciclo de centrifugado. Con las lecturas realizadas a las muestras después de cada centrifugación, se generó un modelo, curva exponencial negativa, que fueron posteriormente transformados para finalmente obtener un modelo de extinción lineal simple que muestra como la turbidez desaparece después de 18 ciclos de centrifugado.

Limitaciones del estudio/implicaciones: la clarificación con uso de centrifuga de flujo continuo podría optimizarse aumentando la velocidad del rotor y reduciendo el flujo de salida del líquido clarificado.

Hallazgos/conclusiones: el proceso de centrifugación de flujo continuo de mostos fermentados permite la clarificación de vinos y cervezas en varios ciclos y representa una alternativa viable a pequeña escala de producción.

Palabras clave: centrifugación, clarificación, bebidas.

pasó a través de una manta cielo, para después colectarse y pasarse a través de una centrifuga (Elecrem modelo 125, Châtillon, France). La centrifuga de discos consiste en un apilado de conos delgados, que durante el proceso de centrifugación, hacen que el material más pesado del fluido resbale hacia abajo. Esto es también debido a que entre los platos se acumulan finas capas de impurezas y las más grandes se van adhiriendo a las paredes. La cubierta del trompo fue la sección donde se colectaron los sólidos, y el líquido se recolectó por ambos canales.

Al terminar cada ciclo de centrifugado, se recolectó todo el líquido, y se pasó por la centrifuga nuevamente. Entre cada ciclo, se tomaron cuatro alícuotas que se midieron en el espectrofotómetro programado para leer absorbancias a 600 nm. Con el objetivo de conocer el comportamiento de los promedios de las absorbancias observadas en función de los ciclos de centrifugado, 10 modelos lineales y no lineales fueron ajustados y analizados con el

INTRODUCCIÓN

La producción y consumo de bebidas alcohólicas fermentadas ha sido una práctica común en muchas de las culturas del mundo (García-Garibay y López-Munguía, 1993; Hulse 2006; McKay *et al.*, 2011). Cada substrato que se va a fermentar se asocia a un producto, por ejemplo, la uva (*Vitis vinífera* L.) con el vino, la cebada (*Hordeum vulgare* L.) con la cerveza, y el maguey (*Agave* sp.) con el pulque. Como parte fundamental del proceso, las levaduras, por ejemplo, *Saccharomyces cerevisiae* se multiplican y consumen los azúcares y fuentes de nitrógeno de los substratos produciendo etanol y CO₂ (Hulse, 2006), generando también algunos compuestos aromáticos como ésteres, aldehídos y cetonas (Casp Vanaclocha, 1998). Una vez que las levaduras han finalizado la fermentación, los líquidos se observan muy turbios debido a partículas vegetales suspendidas y las levaduras. La turbidez generalmente se elimina mediante el proceso de la clarificación, quedando colores translúcidos (Figura 1).

Existen varias técnicas para hacer la clarificación (Cuadro 1).

La clarificación por centrifugación de flujo continuo es un método de alta inversión (Ribereau-Gayon *et al.*, 2006) y es poco conocido por microempresarios. Con base en lo anterior, el objetivo fue desarrollar un proceso de clarificación de vinos y cervezas por centrifugación de flujo continuo a pequeña escala y desarrollar un método de evaluación de la clarificación por espectrofotometría de luz visible.

MATERIALES Y MÉTODOS

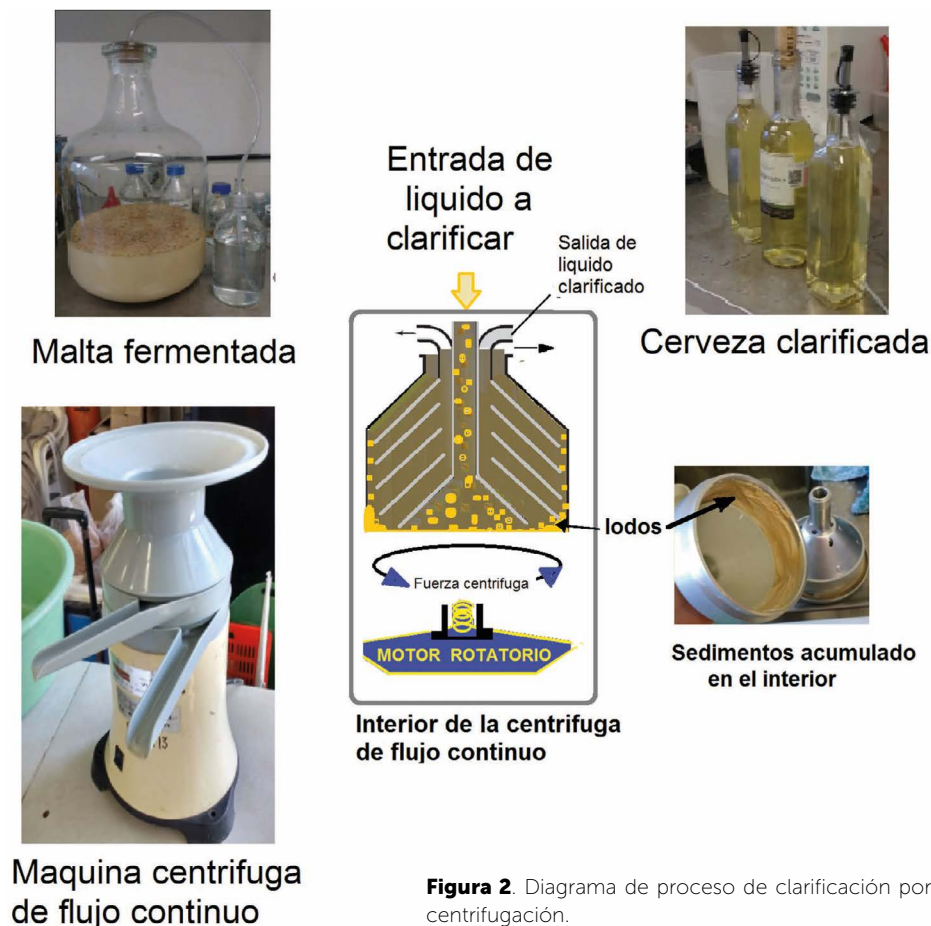
Para el desarrollo de la investigación, se prepararon 10 L de cerveza y 10 L de vino de uva siguiendo los métodos de Nout (2001) y Palacios (2017). El proceso de fermentación se llevó a cabo en un recipiente de vidrio con un tubo para la salida del CO₂ de modo similar al de la Figura 2. El proceso se dio por concluido después de 7 d. Se analizaron los datos del proceso de clarificación de cerveza. El líquido fermentado (cebada fermentada) se



Figura 1. Botellas conteniendo vino de uva de playa clarificado (izquierda) y sin clarificar (derecha).

Cuadro 1. Principales métodos de clarificación de vinos y cervezas.

Métodos de Clarificación	Tipos	Principio; alcances y limitaciones
Físicos	Sedimentación	Las partículas sólidas suspendidas en el líquido se separan por gravedad. La claridad se logra mediante un asentamiento gradual, seguido del trasiego para eliminar lodos que se van depositando en el fondo. Es un proceso lento que tiene una duración de semanas a meses (Molina, 2000; Ribereau-Gayon et al., 2006)
	Centrifugación de flujo continuo con discos cónicos	La velocidad de sedimentación del líquido fermentado se acelera haciendo girar al contenedor a más de 5000 revoluciones por minuto (Mierczynska-Vasilev y Smith, 2015), pasando el fluido por un arreglo de platos cónicos que proveen una mayor superficie de contacto para la sedimentación. Por un lado entra líquido turbio y por el otro sale líquido clarificado. Es una técnica muy recomendable (Ribereau-Gayon et al., 2006) pues es rápida, se afecta poco la composición química del vino y hay pocas mermas (McKay et al., 2011).
	Filtración: tradicional, microfiltración, y microfiltración tangencial.	Es la retención de sólidos y paso de fluidos a través de filtros elaborados a base de papel o polímeros. En la filtración convencional, la gravedad es la principal fuerza de paso de fluidos. En la micro filtración, se aplica presión para acelerar el proceso. En la micro filtración tangencial se usa un flujo cruzado o tangencial para evitar taponamientos (Molina, 2000; Zamora et al., 2018).
Uso de sustancias clarificantes	Gelatina, caseínas, bentonita, enzimas pectolíticas, o β - glucanasas,	Se usan agentes que interactúan con los sólidos suspendidos presentes en el fermentado, que floculan o se aglutinan formando una gran sustancia coloidal que en algunos casos facilita su decantación y en otros su flotación y posterior separación (Mierczynska-Vasilev y Smith, 2015). Uno de los aspectos negativos es que hay mermas de hasta 10%.

**Figura 2.** Diagrama de proceso de clarificación por centrifugación.

uso del software "R". La eficiencia del procesado en ciclos continuos iniciando del primer al ciclo 15 se calculó con la siguiente formula:

$$Eficiencia = \frac{Absorbancia\ final}{Absorbancia\ inicial} \times 100$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo que presentó el mejor ajuste y otras bondades, fue un modelo no lineal de tipo exponencial (Figura 3), cuya expresión es la siguiente:

$$Absorbancia = \frac{-0.25}{1 - 1.0758 \times e^{0.17255 \times (\# \text{ de ciclos})}}$$

Este modelo mostró que la turbidez disminuye exponencialmente después de cada ciclo de centrifugado. Al procesar el líquido 15 veces (15 ciclos de centrifugado), la eficiencia de remoción de la turbidez fue de 99.6 %. Así, que es posible afirmar que se puede clarificar vinos y cervezas por centrifugación de flujo continuo a pequeña escala con una eficiencia de clarificación de 99.6% según las mediciones de la absorbancia por espectrofotometría de luz visible. La clarificación no fue posible en un solo paso, pero si en 15 como puede notarse en la Figura 3 en que la cerveza clarificada se observa como translúcida. En la Figura 1 el vino también se observa como translucido, pero no se muestran los datos de absorbancia. Generalmente la turbidez de vinos y cervezas se mide con un turbidímetro (Benavent y Tudó, 2010), pero al no disponer para pequeñas escalas de producción de dicho equipo, se puede utilizar un espectrofotómetro que con las mediciones de absorbancia puede cumplir la misma función que el turbidímetro, que consiste en medir la absorbancia y reflectancia de la luz a través del fluido de interés (Balch, 1931).

El equipo de centrifugación es fácilmente utilizado por cualquier operador, es de fácil transportación (semiportátil), pesa menos de 3 kg. Es fácilmente desarmable para su limpieza y su costo es de menos de US \$2000 dls. Se puede comprar prácticamente en cualquier parte del mundo. La eficiencia del centrifugado para remover los sólidos suspendidos podría alcanzarse en menos ciclos aumentando el número de revoluciones que las centrifugadoras alcancen en el proceso (Ribereau-Gayon et al., 2006), o también reduciendo el caudal de salida (Alfa Laval, 2009). La mayoría de las centrifugas que se usan

en la vinificación son separadoras de discos que procesan entre 10 y 200 hL h⁻¹ con eliminación del sedimento regular y automática que se instalan en viñas grandes debido a sus importantes gastos por concepto de inversión de capital (Ribereau-Gayon et al., 2006).

CONCLUSIONES

El proceso de centrifugación de flujo continuo de líquidos fermentados permite la clarificación de vinos y cervezas en varios ciclos y representa una alternativa viable a pequeña escala de producción.

AGRADECIMIENTOS

A Mrs. Lorna Gooden del Rural Agricultural Development Agency (RADA) de Jamaica, y Hipólito Ortiz Laurel (CP-Campus Córdoba) con quienes el primer autor inició los trabajos de clarificación de vinos por filtración.

LITERATURA CITADA

Alfa Laval 2009. Separator Manual: High Speed Separator S821 & S826. Published By: Alfa Laval Tumba AB. SE-147 80 Tumba, Sweden <http://maytau.ut.edu.vn/userfiles/files/Instruction%20Book.pdf>

Balch, R. T. (1931). Measurement of turbidity with a spectrophotometer. *Industrial & Engineering Chemistry Analytical Edition*, 3(2), 124-127.

Benavent, J. L. A., y Tudó, J. L. A. (2010). *Manual de vinos y bebidas*. Editorial UPV.

Buglass, A. J. Buglass, A. J. (2011). *Handbook of alcoholic beverages: technical, analytical and nutritional aspects*. John Wiley & Sons. 1174p

Casp Vanaclocha, A. (1998). *Procesos de conservación de alimentos*. Mundi-Prensa-

García-Garibay, M., and López-Munguía, A. (1993). "Bebidas alcohólicas no destiladas," in *Biotecnología Alimentaria*, eds M. García-Garibay, R. Quintero Ramírez, and A. López-Munguía (México: LIMUSA), 263-311.

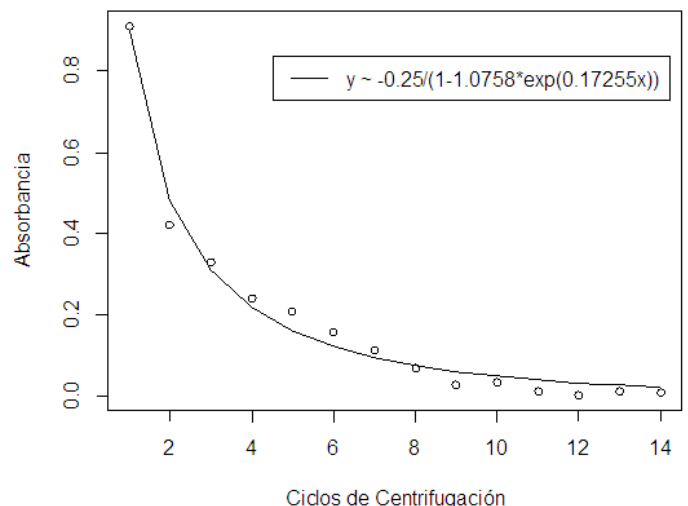


Figura 3. Cinética de reducción de sólidos suspendidos de cerveza en relación al número de ciclos de centrifugado.

- Hulse, J. H. (2006). Biotecnologías: historia pasada, situación presente y perspectivas futuras. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 19(3), 317-340.
- McKay, M. A., Buglass, A. J., & Lee, C. G. (2011). Fermented beverages: Beers, cidars, wines and related drinks. En Buglass, A. J. (Ed.). (2011). *Handbook of alcoholic beverages: technical, analytical and nutritional aspects*. John Wiley & Sons. 1174p.
- Mieczynska-Vasilev, A., & Smith, P. A. (2015). Current state of knowledge and challenges in wine clarification. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 21, 615-626.
- Molina, R. (2000). *Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas*. Madrid: AMV Ediciones, Mundi Prensa. 317p.
- Nout, M. R. (2001). Fermented foods and their production. En *Fermentation and Food Safety*. M. R. Adams, & M. R. Nout (Eds.). Aspen.
- Palacios, M. E. A. (2017). Estandarización del proceso de una cerveza artesanal. Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz. <http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/345/1/007241-Estandarizaci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20una%20cerveza%20artesanal.pdf>
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (Eds.). (2006). *Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Wine-Stabilization and Treatments (Vol. 2)*. John Wiley & Sons.

