

## Evaluación del proceso de destilación del cocuy de pecaya a partir de la composición de los volátiles mayoritarios

Iván Antonio Leal Granadillo, Rosslyn Miquilena Gómez y Héctor Morán Guillén

*Laboratorio de Análisis Químico, Centro de Investigaciones en Ciencias Básicas y Departamento de Química de la Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda". Coro, Venezuela. E-mail: ileal@unefm.edu.ve*

### Resumen

---

El cocuy, es una bebida alcohólica producida artesanalmente de la destilación del mosto fermentado del *Agave cocui* Trelease. El objetivo de este estudio fue evaluar dos procesos de destilación por medio de la determinación cromatográfica de los compuestos volátiles mayoritarios. Se tomaron 83 y 33 fracciones de destilado para cada destilación, siendo analizadas posteriormente por cromatografía en fase gaseosa. A partir del perfil de composición de cada uno de los compuestos químicos presentes en las fracciones (aldehídos, acetatos y alcoholes superiores), se estableció que si el calentamiento es rápido, el corte de cabeza debe realizarse al obtenerse los primeros 750 mL de destilado obteniéndose un volumen final de destilado de 14 L de cocuy. Si el calentamiento es lento el volumen final aumenta a 19 L de cocuy. La implementación del calentamiento lento disminuye la concentración de furfural en el destilado.

**Palabras clave:** Licor cocuy, destilación, compuestos volátiles.

# Evaluation of the Pecaya's Cocuy Distillation Process by Means of the Major Volatile Compounds

## Abstract

Cocui is an alcoholic beverage obtained as a distillation product of the fermentation of *Agave cocui* Trelease must. The aim of this study was to evaluate two distillation processes by means of the chromatographic determination of major volatile compounds. A number of 83 and 33 distillation fractions were sampled and analyzed by gas chromatography. The head of the distillation was determined by means of the evolution of volatile compounds (acetaldehydes, esters and higher alcohols) present in the distillate. The head fraction volume was defined as a volume of 750 mL and the final volume 14 L if the heating was quick. If the heating was slow and the distillate final volume was 19 L. Slow heating avoids high concentration of furfural in the distillate.

**Key words:** Cocuy, distillation, volatile compounds.

## Introducción

El cocuy es una bebida alcohólica obtenida de la planta *Agave cocui* Trelease. Esta planta está presente fundamentalmente en las regiones semidesérticas de Venezuela. La producción del mosto fermentado de cocuy se conoce desde épocas precolombinas y desde el siglo XVII se elabora el producto destilado [6] que en la actualidad se produce artesanalmente en la población de Pecaya, estado Falcón, Venezuela. Esta bebida se encuentra en proceso de legalización y recientemente se aprobó otorgar la denominación de origen cocuy Pecayero [16]. Desde 1997 se han realizado algunas investigaciones a los fines de estudiar la composición química de la bebida y su proceso de elaboración [18].

El cocuy Pecayero es elaborado en varias etapas. La primera etapa incluye el corte de la planta, el cual se realiza durante la etapa de maduración, antes de producirse la inflorescencia, cuando la planta tiene entre 7 y 10 años. Seguidamente, el centro o piña de la planta es cocido en un horno de piedra construido en el suelo, durante 72 a 120 horas. Una vez horneadas, las piñas son trituradas en cubas de madera que posteriormente son lavadas, prensadas y filtradas. El jugo obtenido se fermenta durante 4 o 5 días en toneles de plástico para finalmente ser destilado en un alambique artesanal. Los compuestos volátiles producidos en la fermentación influyen en la calidad final del producto. Así, los esteres son constituyentes volátiles respon-

sables del aroma de la bebida [15]. Los alcoholes superiores no son considerados como un factor de calidad de licores debido a su olor desagradable [1]. Los esteres etílicos de los ácidos orgánicos superiores otorgan a la bebida sabores y olores a fruta y flores con excepción del acetato de etilo el cual proporciona un aroma a solvente similar al acetato de etilo [14]. Adicionalmente, altas concentraciones de metanol y furfural pueden conferirle propiedades tóxicas a la bebida [12].

En la elaboración artesanal del cocuy de Pecaya, la definición de los cortes del destilado (cabeza, destilado medio y cola) se realiza empíricamente, de forma tal que no se garantiza que el producto cumpla con las especificaciones de grado alcohólico, concentración de metanol, furfural y total de congenéricos establecidos en la Norma Venezolana de bebidas alcohólicas, COVENIN 3340 de 1997 [2]. Al no establecerse un control sistemático sobre el proceso de destilación, no se tiene un control sobre el rendimiento del proceso y sobre la calidad de la bebida.

El objetivo de este estudio fue evaluar el proceso de destilación del Cocuy de Pecaya, haciendo un seguimiento de los compuestos volátiles mayoritarios como aldehídos, acetatos, esteres y alcoholes superiores, que evolucionan en las distintas fracciones del destilado desde las "cabezas" a las "colas" con el fin último de obtener la calidad de esta bebida artesanal.

## Materiales y Métodos

### Toma de muestra

El seguimiento al proceso de destilación se llevó a cabo mediante el estudio de dos destilaciones en un centro de producción del cocuy de Pecaya tipo I (proviene en un 100% de *A. cocui*).

Para la primera destilación se tomaron muestras de 50 mL desde que se inició la destilación, hasta completar 12 fracciones y luego 71 muestras de 253 mL cada una lo cual implicó la recolección de 83 fracciones y un volumen total de 18,6 L. Siguiendo el mismo principio, para la segunda destilación, se recolectaron 7 muestras de 100 mL, seguido de 26 fracciones de 725 mL, para un total de 33 muestras comprendiendo así un volumen total de 19,6 L. En esta segunda evaluación fue aumentado los volúmenes durante las tomas de las muestras puesto que en resultados de dos muestras consecutivas de 50 mL para la primera evaluación la diferencia no fue apreciable. Análogamente se decidió aumentar los volúmenes de 253 a 725 en la segunda evaluación.

### Método analítico

Cada una de las fracciones recolectadas fueron analizadas por cromatografía de gases usando un equipo Chrompack CP 9001 con columna capilar CP – SIL 57 CB y detector de ionización a la llama (FID). El gas de arrastre utilizado fue Helio a 13 mL/min, la temperatura del inyector fue de 210°C y la del detector de 180°C. El programa de temperatura del horno para los volátiles mayoritarios exceptuando el etanol fue el siguiente: temperatura inicial 38°C, la cual se mantuvo durante 5 min; calentamiento a 8°C/min hasta 106°C; permaneciendo a esta temperatura durante 1 min. Para el etanol se utilizó el siguiente programa de calentamiento: temperatura inicial 60°C, manteniéndose durante 0,5 min; calentamiento a 10°C/min desde 60°C a 100°C, y finalmente a temperatura constante de 100°C durante 1 min. Todos estos parámetros fueron previamente optimizados. Cada una de las fracciones de destilado fueron analizadas por inyección directa de 1 µL de muestra.

Los compuestos volátiles mayoritarios determinados en el cocuy de Pecaya fueron: acetaldehído, acetato de metilo, acetato de etilo, metanol, etanol, 1-propanol, alcohol isobutílico, alcohol isoamílico y furfural.

Para el análisis cromatográfico se les añadió a cada muestra dos estándares internos: el éter dietílico y el 1-hexanol a una concentración constante de 3,6 mg/L y de 4,1 mg/L respectivamente. El éter dietílico se utilizó como es-

tándar interno para cuantificar los compuestos más volátiles como el acetaldehído, acetato de metilo, acetato de etilo y metanol; mientras que el hexanol fue el estándar interno utilizado en la cuantificación del etanol, 1-propanol, alcohol isobutílico, alcohol isoamílico y furfural.

La temperatura del calderín del destilador se determinó utilizando una termocupla marca Weiss, con un rango de temperatura entre -50°C a 150°C ± 1°C.

## Resultados y Discusión

El calentamiento durante la destilación artesanal del Cocuy de Pecaya, se realizó con leña, tal como lo realizan los productores artesanales, razón por la cual el calor suministrado al calderín no se controla eficientemente durante la destilación. Con el fin de conocer el efecto del calentamiento sobre la calidad final de la bebida alcohólica, se determinó la variación de la temperatura en el calderín durante la primera y segunda destilación (Figura 1). En la primera destilación el calentamiento inicial aplicado en el calderín colocando una gran cantidad de leña del destilador fue abrupto, desde 96°C a 98°C (Figura 1), mientras que durante la segunda destilación el suministro de calor fue más gradual y uniforme (para controlar este efecto se le fue colocando leña poco a poco a medida que ocurría la destilación) para el mismo intervalo de temperatura señalado, lo cual se evidencia en la pendiente menos pronunciada de la curva obtenida (Figura 1).

El compuesto volátil mayoritario con menor punto de ebullición encontrado en el cocuy fue el acetaldehído. La concentración de este se encontró entre 6973 y 119 mg/L en la primera destilación y entre 859 y 41 mg/L para la segunda destilación (Figuras 2A y 2B). La presencia de altas concentraciones de este compuesto en el cocuy obedece a una defectuosa fermentación del mosto, producto de una deficiencia de nutrientes, degradaciones oxidativas de los aminoácidos (mecanismos de Streecker) [14] y a la autooxidación de ácidos grasos insaturados [10] lo que conlleva a la producción de un cocuy de una bebida de baja calidad, cuando este compuesto se encuentra en altas concentraciones.

Entre los ésteres determinados en el cocuy, se encontraron el acetato de metilo y etilo. Cuando estos se encuentran en bajas concentraciones (50 - 80 mg/L), aportan aroma a la bebida lo cual tiene un impacto positivo en la calidad del producto final [15]. En la primera y segunda destilación la concentración del acetato de metilo estuvo entre 937 y 24 mg/L (FIG 2A) y 221 y 17mg/L respectivamente (Figura 2B); mientras que el acetato de etilo se en-

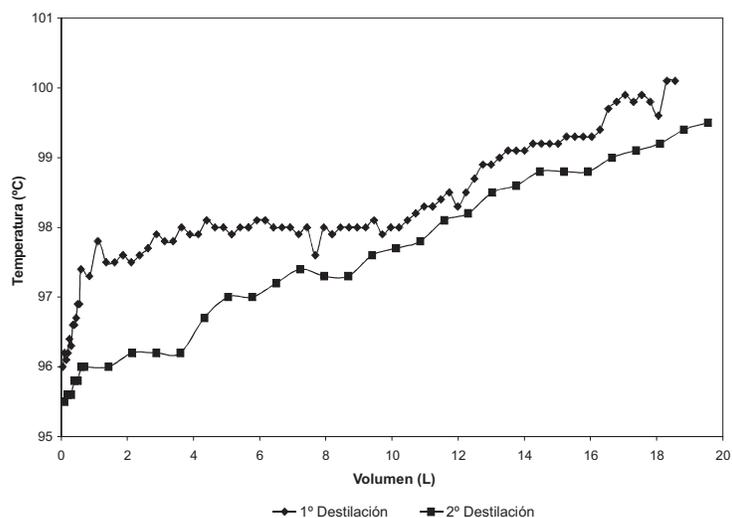


Figura 1. Variación de la temperatura del calderín durante la primera y la segunda destilación.

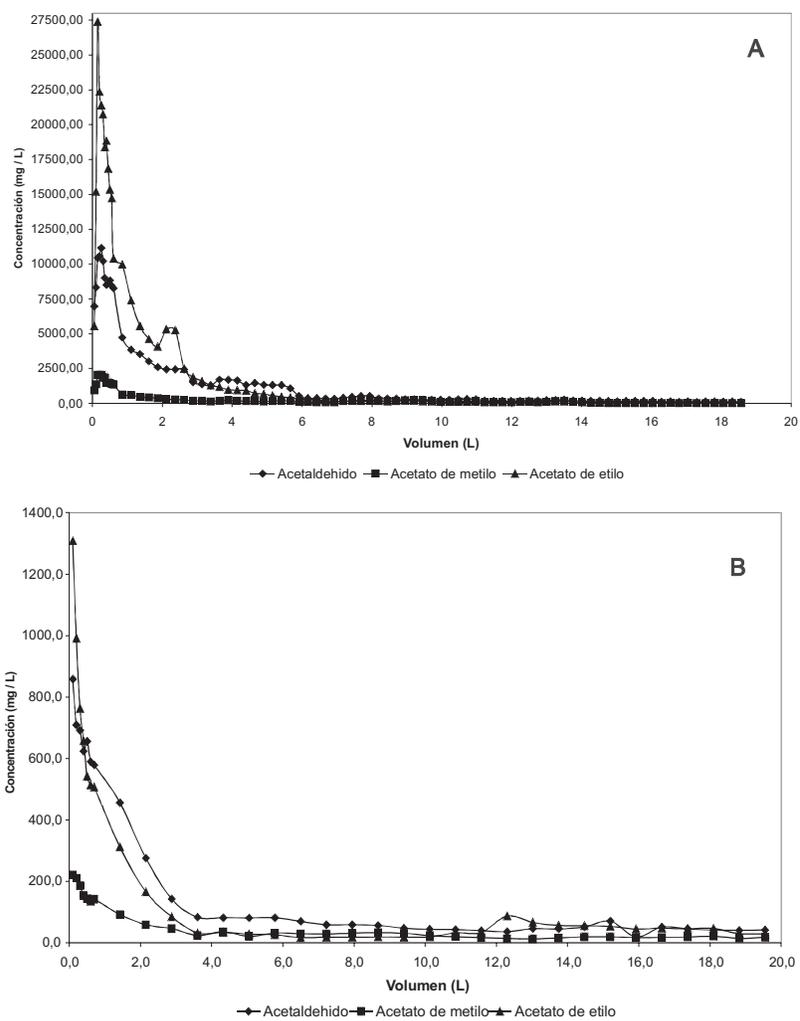


Figura 2. Perfil de composición del acetaldehído, acetato de metilo y acetato de etilo en (A) primera destilación y (B) segunda destilación.

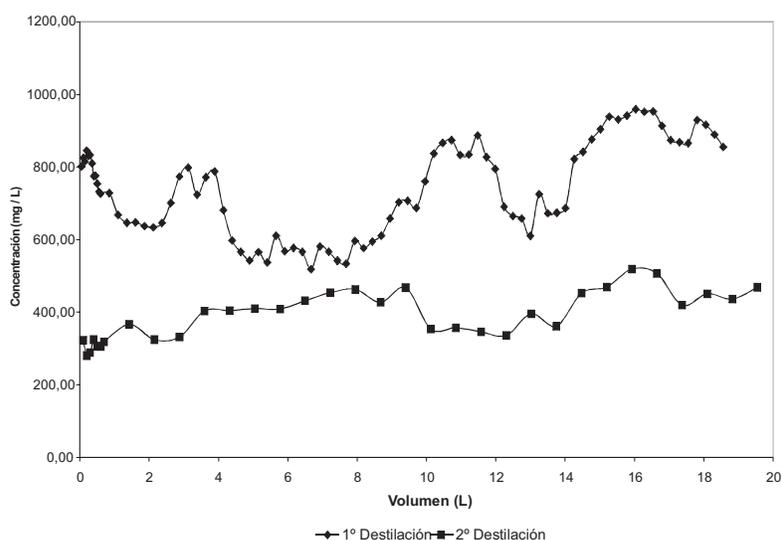


Figura 3. Perfil de composición del metanol en la primera y segunda destilación.

contró entre 27385 y 49,5 mg/L en la primera destilación (Figura 2A) y en la segunda se presentó entre 1309 y 28 mg/L (Figura 2B). Observándose gran diferencial entre el calentamiento gradual y el calentamiento brusco. El calentamiento gradual permitió disminuir el contenido de estos compuestos lo cual va a contribuir en mejorar la calidad de la bebida.

De los compuestos químicos mayoritarios presentes en la bebida, uno de los que necesita ser controlado en mayor medida es el metanol, ya que concentraciones muy altas (mayores a 250 mg/L) pueden ser peligrosas debido a su oxidación a metanal (formaldehído) y ácido fórmico los cuales lentamente pueden alcanzar altas concentraciones en el cuerpo humano [12]. En la primera destilación la concentración del metanol estuvo entre 802 y 83 mg/L y en la segunda destilación entre 325 y 469 mg/L (Figura 3). Este compuesto presentó altas concentraciones desde el inicio hasta el final de la destilación como consecuencia de que este tipo de alcohol forma mezclas azeotrópicas [11]. Es importante mencionar que el metanol no es producto de la fermentación de la levadura, a diferencia de los alcoholes superiores, sino que se origina por la hidrólisis de la pectina del *Agave* durante la fermentación [9]. Además de que largos períodos de prensado favorecen la incorporación de pectinas al mosto [8]. Dos tipos de enzimas pueden actuar sobre las pectinas: la poligalacturonasas, las cuales inducen al rompimiento de las cadenas en los enlaces glicosídicos; y la pectimetilsterasas, las cuales catalizan la hidrólisis del enlace ester, liberando así metanol [3, 7, 13].

Los alcoholes superiores cuantificados en este estudio fueron: 1-propanol, alcohol isobutílico y alcohol isoamílico. Todos estos compuestos presentan un perfil de composición similar, con un máximo de concentración en las fracciones recolectadas al inicio de la destilación, para luego disminuir gradualmente hasta el final de este proceso (Figuras 4A y 4B); exceptuando el perfil de composición presentado en la primera destilación por el 1-propanol el cual a pesar de iniciarse con una concentración de 269 mg/L, alcanza luego un máximo de 274 mg/L (13 L) para disminuir finalmente en 52 mg/L (Figura 4A). Este comportamiento probablemente fue producto del calentamiento poco controlado del destilador artesanal. Para la segunda destilación, la concentración inicial de 1-propanol fue de 242 mg/L para disminuir posteriormente a 26 mg/L en las últimas fracciones (Figura 4B).

El furfural al igual que el metanol es uno de los compuestos químicos que debe ser controlado por su toxicidad [2]. Dado su alto punto de ebullición, las mayores concentraciones de este compuesto aparecen al final de la destilación (Figura 5), por lo que presentó un perfil de composición ascendente. Así, en la primera destilación, la primera fracción se inició con una concentración de 602 mg/L para luego alcanzar un máximo de 3218 mg/L en la fracción 58, descendiendo posteriormente en la fracción 83 a 2135 mg/L (Figura 5). La presencia del furfural en la bebida, es producto de la deshidratación en medio ácido de los azúcares residuales cuando son sometidas al calentamiento, no solamente durante la destilación sino también durante

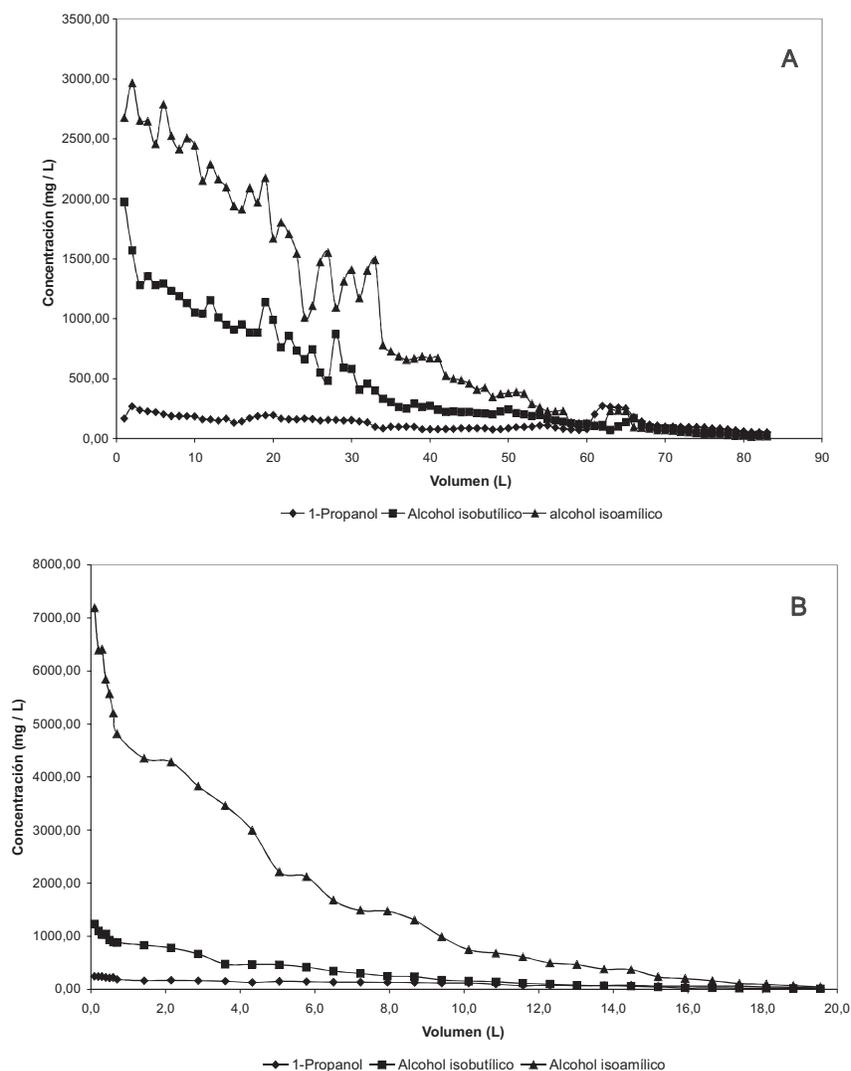


Figura 4. Perfil de composición de 1-propanol, alcohol isobutílico y alcohol isoamílico en (A) primera destilación (B) segunda destilación.

la fase de horneado del *Agave cocui Trelease* [14]. Durante la segunda destilación, debido probablemente a un mayor control en el calentamiento inicial, se logró disminuir la concentración inicial de furfural a 161 y la final a 330 mg/L respectivamente (Figura 5).

Para producir una bebida alcohólica de calidad, es necesario disminuir la incorporación de sustancias indeseables procedentes de la fermentación y de la destilación [17], razón por la cual deben realizarse con precisión el corte entre cabezas, destilado medio y cola. Dado que en las primeras fracciones de destilado la concentración del acetaldehído, acetato de metilo y acetato de etilo resultaron ser muy altas y dado que éstos en altas concentraciones le confieren aromas tipificados como de solventes a la

bebida [14], el corte de cabeza se definió entre las fracciones 1-12, lo cual representa los primeros 0,6 L de destilado que deben desecharse de la mezcla final.

El destilado medio (mezcla final) se estableció entre las fracciones 13-68, puesto que estas contenían concentraciones considerables de etanol (Figura 5), obteniéndose de este modo una mezcla hidroalcohólica de 14 litros. La cola correspondió al resto de las fracciones de la 69 a la 83 básicamente porque contenía una concentración extremadamente alta de furfural (53 mg/100 mL) si se compara con los límites establecidos por la norma COVENIN [2] (9 mg/100 mL). En la Tabla 1 se muestra la composición final de los compuestos volátiles en cada uno de los cortes de la primera destilación.

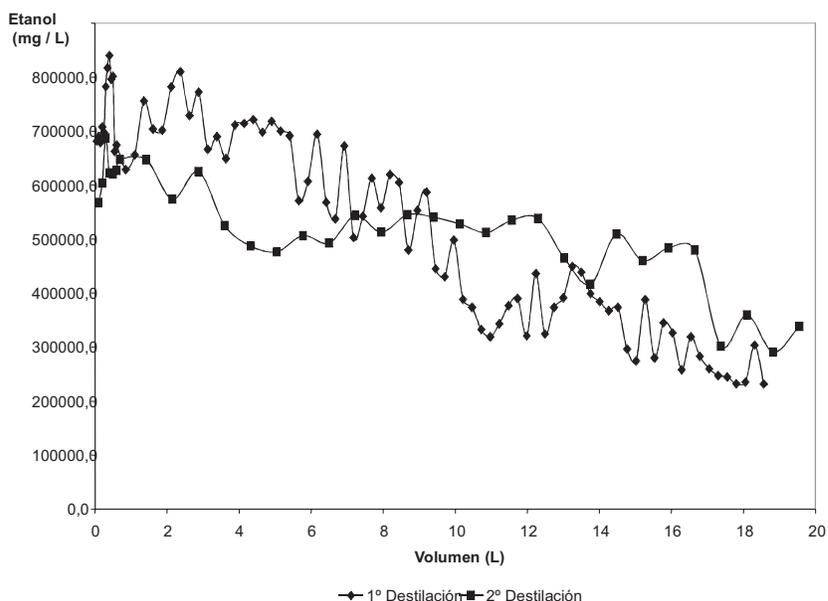


Figura 5. Perfil de composición del furfural durante la primera y segunda composición.

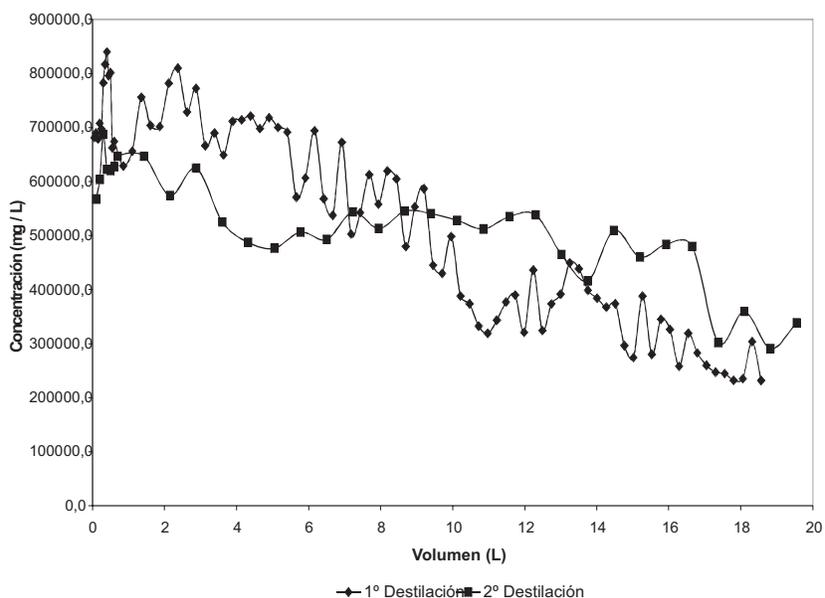


Figura 6. Perfil de composición del etanol durante la primera y segunda destilación.

El grado alcohólico del destilado medio fue de 49 G.L (Tabla 1) y la mayoría de las bebidas alcohólicas reconocidas como el whisky y el tequila, entre otros, son diluidas en agua hasta alcanzar 40 G.L. Por esta razón, se diluyó el cocuy con 3,15 L de agua, disminuyendo así el grado alcohólico y con ello, la concentración de metanol, furfural y el total de congénicos.

Comparando los valores obtenidos para la bebida final (destilado medio ajustado) de la primera destilación con los límites establecidos por COVENIN [2] (Tabla 1), se observa que el contenido de metanol sobrepasa en 40 mg/100 mL (400 mg/L) el valor máximo permisible que es de 25 mg /100 mL (250 mg/L). El furfural igualmente sobrepasa el límite máximo permisible en 14 mg/ 100 mL. El total de congénicos, resultó ser de 312 mg/100mL, por lo

Tabla 1. Concentración de los compuestos volátiles mayoritarios en el cocuy de pecaya en la primera y segunda destilación.

Compuestos	1° Destilación				2° Destilación			Norma Covenin 3340
	Cabeza	Medio	Medio Ajustado	Colas	Cabeza	Medio	Medio Ajustado	
Metanol (mg/ 100 mL) (*)	80	85	65	81	31	42	33	25
Furfural (mg/ 100 mL) (*)	48	28	23	53	12	5	4	9
Etanol (G.L)	87	53	40	39	68	51	40	50
Acetaldehído (mg/ 100 mL) (*)	490	88	72	15	64	9	7	–
Acetato de Metilo (mg/ 100 mL) (*)	53	15	12	3	17	3	2	–
Acetato de Etilo (mg/ 100 mL) (*)	1038	125	102	6	73	3	2	–
1-Propanol (mg/ 100 mL) (*)	22	16	13	6	21	10	8	–
Alcohol Isobutílico (mg/ 100 mL) (*)	137	65	53	7	102	24	19	–
Alcohol Isoamílico (mg/ 100 mL) (*)	194	74	60	9	466	116	91	–
Total Congenéricos (aldehídos, esterés y alcoholes superiores) (mg/100mL) (*)	1934	383	312	46	743	165	129	500

(\*) 10 mg/ L = 1 mg / 100 mL.

que se encontró dentro del límite máximo permitido que es de 500 mg/100 mL. El contenido total de alcoholes superiores fue de 126 mg/ 100 mL y valores inferiores a 350 mg/ 100 mL de alcoholes superiores producen bebidas de calidad aceptable [5], ya que concentraciones superiores a estas aportan un sabor y aroma desagradable a la bebida [1].

En la segunda destilación, la definición de los cortes del destilado se realizó utilizando el mismo criterio aplicado en la primera destilación. El corte de cabeza se estableció entre las fracciones 1-7, lo cual representa un volumen de 0,7 L. Puesto que el contenido de furfural de la segunda destilación fue menor que el presentado en la primera, se mezcló un mayor número de fracciones, alcanzando un volumen final de 19 L, por lo que el rendimiento en volumen de la bebida de la segunda destilación fue mayor en 5 L en comparación con la primera destilación. La composición final del cocuy del segundo muestreo se muestra en la Tabla 1

El grado alcohólico del destilado medio fue de 51 G.L (Tabla 1), por lo cual se tuvo que diluir en 5,23 L de agua de forma tal que la bebida final obtuviera un grado alcohólico de 40 G.L. En el cocuy final (medio ajustado) obtenido de la segunda destilación el contenido de metanol y furfural, se redujeron considerablemente en comparación con la

primera destilación, aunque para el caso del metanol, este presentó 8 mg/100mL por encima del límite establecido en la normativa que rige las bebidas alcohólicas. Además, la concentración total de alcoholes superiores fue de 118 mg/100 mL, encontrándose aún por debajo de 350 mg/100 mL para considerarse una bebida alcohólica de calidad aceptable [5].

## Conclusiones

El calentamiento lento y uniforme juega un papel fundamental en la producción de cocuy de alta calidad, ya que el contenido de furfural, uno de los compuestos que requiere de mayor control por sus propiedades tóxicas, disminuyó su concentración en la segunda destilación en 19 mg./100 mL con respecto a la primera destilación donde el calentamiento fue más rápido. Adicionalmente, con la implementación del calentamiento lento y uniforme, el volumen final de cocuy obtenido en la segunda destilación se incrementó en 7 litros con respecto a la primera destilación, ya que a medida que la concentración de furfural en las colas sea menor, mayor será el aprovechamiento de las mismas. El corte entre las cabezas y centros debe efectuarse al obtener aproximadamente los primeros 750 mL de

destilado al inicio del proceso. La definición del corte entre medios y colas puede realizarse cuando se alcanza un volumen aproximado de un volumen de 14 litros de cocuy en caso de que el calentamiento sea rápido. En caso de que el calentamiento sea lento el volumen de cocuy que se debe incluir como destilado medio es aproximadamente al alcanzar un volumen de 19 L.

## Agradecimiento

Los autores agradecen al Sr. Yoel Medina (productor de cocuy) y a su familia su gran disposición para colaborar con la realización de este trabajo, Rosslyn Miquilena agradece al Decanato de Investigación de la UNEFM por el financiamiento otorgado a su trabajo de grado, Iván Leal Granadillo agradece al FONACIT por el financiamiento otorgado al Proyecto de investigación codificado S1-2001001063.

## Referencias Bibliográficas

- [1] BOULTON, R.B.; SINGLETON, V.L.; BISSON, L.F.; KANKEE, R.E. (1995). **Principles and practices of wine-making**. New York: Chapman and Hall. 50
- [2] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN) (1997). *Bebidas Alcohólicas*. Norma 3340.
- [3] CORTES, S.M.; GIL, M.L.; FERNÁNDEZ, E. (2000). Influencia del nivel de prensado y del estado de conservación del bagazo en el contenido de metanol, acetato de etilo, 2-butanol y alcohol alílico en el aguardiente de orujo. *Alimentaria*. 316: 133-138.
- [4] DUBOIS, P.; PARFAIR, A.; DEKIMPE, J. (1973) Presence de dérivés de l'acroleme dans un rhum a goût anormal. *Annales de Technologie Agricole*. 22: 131-135.
- [5] GÓMEZ, J. (1991). La elaboración del brandy de Jerez. *Vitivinicultura*. 11-12: 37-38.
- [6] GONZÁLEZ, C. (2001). **Noticia histórica sobre el cocuy (Agave cocui) en Falcón**. *Croizatia*. 2(3): 173-186.
- [7] LEE, C.; ROBINSON W.; BURREN J.; ACREE T.; STOEWSAND, G. (1975) Methanol in wines in relation to processings and variety. *American Journal of Enology and Viticulture*. 26: 184-187.
- [8] MANGAS, J.; GONZALEZ, M.; BLANCO, D. (1993). Influence of cider-making technology on low-boiling-point volatile compounds. *Z. Lebensm. Unters Forsch*, 1997: 522-524.
- [9] NYKANEN, L. (1998) Formation and occurrence of flavor compounds in wine and alcoholic beverages. *Am. J. Enol. Vitic.* 37: 84 - 96.
- [10] NYKANEN, L.; SUOMALAINEN, H. (1983). **Introduction, in aroma of beer, wine and alcoholic beverages**. Reidel Publishing Company, Dordrecht, pp. 5.
- [11] ORRIOLS, I. (1994). Tecnología de la destilación en los aguardientes de orujo. *IEER Congreso Internacional de la Vitivinicultura*. Pontevedra, España. 15-19/05.
- [12] RAPOSO, M. (1986). Le metanol dans le vins. Lisboa: AGA. Recueil des Méthodes Internationales d'Analyse des Vins (1969). O. I. V., AII.
- [13] RIBÉREAU, P. ; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBORDIEU, D. (2000) *Handbook of enology: the chemistry of wine, stabilisation and treatments*. Vol. 2. Wiley, J. New York.
- [14] RODRÍGUEZ, R.; MANGAS, J. (1996). **Obtención de aguardientes de sidra mediante alambique con columna de rectificación**. *Alimentaria*. 277: 89-93.
- [15] STEGER, C.; LAMBRECHTS, M. (2000). The selection of yeast strains for the production of premium quality South African brandy base products. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 24: 431 - 440.
- [16] SERVICIO AUTONOMO DE LA PROPIEDAD INTELLECTUAL. (SAPI) (2001). *Boletín de la Propiedad Industrial*. Resolución 00287.
- [17] WILLIAMS, P.; STRAUSS, C. (1975). 3,3-diethoxybutan-2-one and 1,1,3-triethoxypropane: acetals in spirits distilled from *Vitis vinifera* grapes wines. *J. Sci. Fd. Agric*. 26: 1127-1136.
- [18] YEGRES, F.; FERNÁNDEZ, G.; PADÍN, C.; ROVERO, L.; RICHARD, N. (2003) *Saccharomyces cerevisiae* en la fabricación del licor de cocuy. *Rev. Soc. Ven. Microbiol.* 23: 51-54.