



ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar

ISSN: 0138-6204

revista@icidca.edu.cu

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
Cuba

González, María D.; Vázquez, Miguel A.; Redondo, Delfa
Estudio comparativo de rones y aguardientes añejados en barriles de roble y por el proceso acelerado
ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. XL, núm. 3, septiembre-diciembre, 2006, pp.
12-19

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
Ciudad de La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120665002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Estudio comparativo de rones y aguardientes añejados en barriles de roble y por el proceso acelerado

María D. González, Miguel A. Vázquez, Delfa Redondo

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)
e.mail: mdora@icidca.edu.cu

RESUMEN

Se analizan diferentes compuestos fenólicos, furfural y ácido gálico en rones que fueron envejecidos en barriles de roble quemados de la forma tradicional, por períodos de 6 a 25 años, un ron obtenido mediante añejamiento acelerado manteniéndolo durante un pequeño período en los barriles y el efecto producido en la composición de aguardientes cuando éstos son sometidos a calentamiento y oxidación (acidez total, pH, acetaldehído, acetado de etilo, taninos y color).

Palabras clave: Añejamiento acelerado; envejecimiento oxidativo: compuestos fenólicos; composición química; ron; aguardiente.

ABSTRACT

In this paper, we examined the differences in phenolic compounds, furfural and gallic acid in rums that had been aged in oak barrels based on traditional wood charring for 6 months to 25 years and a rum that had been aged on accelerated technique with a considerably shorter stay in oak barrels and the effects of factors such as heating and oxidative aging on the aguardientes composition (total acidity, pH, acetaldehyde, ethyl acetate, tanins and color).

Key words: Accelerated aging, oxidative aging, phenolic compounds, chemical composition, rum, aguardiente.

INTRODUCCIÓN

Durante el añejamiento de los destilados alcohólicos en barriles de roble han sido estudiadas características como el extracto seco, fenoles totales, acidez total, además del color, el cual se incrementa con el tiempo, proviniendo todos estos componentes de la madera de roble con la que están contruidos los barriles, excepto una fracción de la acidez volátil (1,2,3).

Algunos investigadores han demostrado la gran incidencia que tienen en la composición química del producto añejado las especies de roble, su origen, forma de procesar la madera, etc.). Por los resultados obtenidos en los procesos extractivos de las diferentes sustancias durante el añejamiento, el potencial extraíble originalmente presente en el barril nuevo, la duración del añejamiento y la edad del barril (4), la madera más recomendada es el roble de América del Norte (*Quercus alba*) (5,6,7,8).

Los fenoles presentes en las bebidas varían desde sustancias relativamente simples hasta complejas, las cuales se forman durante el añejamiento por extracción de la madera de roble o por formación durante las diferentes etapas de producción de las mismas (9). Las altas temperaturas influyen en la concentración de los polifenoles extraídos de la madera (10,11) y pueden descarboxilar los ácidos fenólicos para producir fenoles volátiles. Los taninos, compuestos amorfos, aparecen en el roble y le comunican al destilado un sabor astringente (12), y cuando el tonel es quemado da lugar a la degradación de los mismos con la aparición de los ácidos gálico y elágico (13,14,15). En este proceso de quemado de la madera también se incrementa el contenido de furfural a partir de las hemicelulosas.

Como se pone de manifiesto, el añejamiento es un proceso complejo para el cual no hay una definición completa, sin embargo, se ha encontrado que a través de los poros de la madera del barril se produce un intercambio con el exterior, dando lugar a la evaporación del alcohol en forma lenta conjuntamente con componentes indeseables de bajo peso molecular y bajo punto de ebullición. En el añejamiento, además de las reacciones de disolución de los componentes de la madera, se producen reacciones de hidrólisis, oxidación e interacción de los

componentes de la madera con los provenientes de la materia prima y entre sí.

En nuestro caso, se utiliza un sistema de añejamiento acelerado, auxiliándonos de una corriente de oxígeno enriquecido en una pequeña concentración de ozono para incrementar las reacciones de oxidación de los compuestos que acompañan al aguardiente fresco y los extraídos de la madera de roble, teniendo siempre presente que el producto resultante sea similar al obtenido por procesos clásicos de añejamiento (16,17, 18). Es objetivo de este estudio comparar parámetros químicos de aguardientes y rones añejados de forma acelerada con los obtenidos de forma clásica.

MATERIALES Y METODOS

- Los parámetros que se evaluaron en los aguardientes fueron: acidez total, color, ésteres, aldehídos y pH. Para todo el trabajo analítico se utilizaron las normas cubanas vigentes. Para el estudio de los cambios en solera clásica, se tomaron muestras en toneles de 180 litros de capacidad.
- En el caso de utilización del sistema acelerado de añejamiento, se realizó:

1. Para la ozonización de los aguardientes se utilizaron dos reactores de laboratorio de 20 y 50 litros, agitado mediante un agitador mecánico de laboratorio.
2. El tratamiento con calor se realizó utilizando 5 g de virutas de madera de roble para 200 ml del aguardiente. La granulometría de la viruta es:

Retenido en:	4 mm	0,90 %
	2 mm	20,78
	1 mm	35,92
	0,5 mm	24,21
	0,2 mm	13,11
	colector	5,4

3. Cuando el aguardiente es sometido a ebullición en presencia de virutas de roble, se realiza en un recipiente de acero inoxidable de boca estrecha (tipo termo), la cual es tapada con un embudo a forma de condensador. El calor fue suministrado mediante una plancha eléctrica de laboratorio. La temperatura del líquido fue de 80 °C.

4. También se procesó aguardiente con virutas de madera de roble en tanques de acero inoxidable de 50 litros de capacidad calentando con planchas eléctricas hasta que llegara a 65 °C, y posterior reposo por 24 horas antes de proceder a ozonizar. Se combinó con el añejamiento en toneles de 180 litros.
5. Para el análisis de los fenoles, se utilizó un cromatógrafo HPLC de la firma Knauer con detector de longitud de onda Diode Array Detector 2800 de la Knauer, Columna Hypersil 5 ODS (250 mm; 4.6 mm d.i.; 5 µ), Flujo 1 ml/min, Longitud de onda 280 nm. La determinación se realizó de forma isocrática con la fase móvil terciaria descrita anteriormente, utilizando un lazo de 20 µl. Los cromatogramas fueron procesados por el software Chom Gate. Los tiempos de corrida de cada análisis fueron de 65 minutos (16). Se utilizó metanol HPLC para la disolución del ácido gálico y el furfural, el resto de los patrones se disolvieron en la mezcla terciaria ácido sulfúrico 0.01 N, metanol, propanol (180:30:5 V/V). El furfural fue recién destilado, el ácido gálico, aldehído protocatéquico, ácido p-hidroxibenceno, ácido vainílico, ácido sirínico, sirin-

galdehído y ácido p-cumárico de la firma SERVA y la vainillina que fue de la firma ANALAR. Se preparó una curva patrón para el ácido gálico y el furfural, además se obtuvo una mezcla de los demás patrones. Las muestras fueron tomadas de ron añejo producido por la tecnología de añejamiento acelerado desarrollada por el ICIDCA y posterior envejecimiento en toneles de roble, muestras de rones bases patrones del Ministerio de la Alimentación y un ron de 25 años obtenido por añejamiento clásico. La inyección en la columna se realizó directamente previa filtración por membrana de Nylon de 0.45 µm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 mostramos la evaluación química de muestras de aguardiente añejadas de forma clásica en una solera de una instalación productora de ron desde la mitad del siglo XIX. Los valores correspondientes al grado alcohólico son los que tenían las muestras en el momento del análisis. Las variaciones que experimentan cada uno de los congéneres durante el añejamiento se realizó de forma estadística e independiente.

Tabla 1. Concentración de componentes mayoritarios en aguardientes añejados en soleras clásicas

TIEMPO meses	Grado alcohólico °GL a 20 °C	Color Unidades de DO λ 440 nm	pH	Acidez en g ácido acético /100 litros de A.A	Ésteres en g Acet. de Etilo/100 litros de A.A.	Aldehídos en g de Acetaldehído /100 litros de A.A.
0.1	74,3	0,0159	5,2	20,0	9,9	3,2
1	73,0	0,0610	5,0	43,8	11,6	4,8
1	75,2	0,0421	5,0	41,3	13,4	4,3
20	75,4	0,3420	4,5	69,0	18,6	10,6
27	72,9	0,2545	4,8	69,9	22,0	13,1
29	71,2	0,3865	4,0	96,0	28,5	8,4
31	75,6	0,3247	4,3	75,0	23,4	12,6
32	75,7	0,3435	4,6	69,7	40,3	15,1
34	75,9	0,3241	4,2	61,9	32,4	9,4
41	73,9	0,3579	4,3	78,2	34,4	10,4
44	72,0	0,6466	4,4	79,0	41,1	15,3
47	75,9	0,4012	4,3	38,2	41,0	10,0
48	72,9	0,3895	4,5	90,1	44,1	5,9
59	75,5	0,5197	4,4	109,6	48,9	10,4

Tabla 2. Modelos matemáticos para la evolución de diferentes componentes en envejecimiento de aguardientes de forma tradicional

Modelo	Componente	Intercepto	Pendiente	Coef. Correl.	Error Standard
$Y = a t^b$	Acidez	3,621	0,214	0,971	0,118
	Aldehídos	1,606	0,228	0,920	0,201
	Color	- 2,962	0,529	0,995	0,116
	pH	1,587	-0,030	-0,939	0,025
$Y = e^{a+bt}$	Esteres	2,442	0,027	0,983	0,104
$Y = a + bt$	Acidez	35,705	1,160	0,952	7,913
	Esteres	9,516	0,660	0,980	2,797
	Color	0,042	7.996 E-3	0,988	0,026

La variación del color en forma progresiva es debido a la incorporación de sustancias, en su mayor parte tánicas, provenientes de la madera del tonel. El incremento de acidez se debe a los procesos oxidativos de los aldehídos que se producen por acción del oxígeno atmosférico a través de las duelas del barril, y por consiguiente, a un tiempo mayor de añejamiento se corresponden valores mayores de acidez, como es lógico, los valores de pH decrecen con el tiempo (20). La concentración de los aldehídos se incrementa ligeramente aunque se mantiene en valores relativamente bajos porque a medida que se forman van siendo oxidados a ácidos. Su formación puede ser por diferentes vías: por oxidación de los alcoholes, por ruptura de dobles enlaces de cadenas laterales de compuestos aromáticos provenientes de la madera y los que proceden de la materia prima. En el caso de los ésteres, éstos se encuentran en pequeñas cantidades en las materias primas, pero durante el envejecimiento de las bebidas se producen a partir de la reacción de esterificación entre los ácidos y los alcoholes. Esta reacción es muy lenta y reversible, siendo lógico esperar que la concentración de los ésteres se incremente a medida que aumenta la acidez. El modelo matemático que mejor describe la evolución de los ésteres es exponencial, aunque también puede utilizarse uno lineal (21).

En la tabla 2 mostramos diferentes modelos matemáticos obtenidos al procesar los datos reportados en la tabla 1 y que describen la evolución de los parámetros estudiados en el tiempo. Estas ecuaciones pueden ser utilizadas para comparar los resultados obtenidos al aplicar procedimientos acelerados.

La comparación de la transformación de estos compuestos mediante procesos de aceleramiento de la extracción de los compuestos de la madera por calentamiento del aguardiente a ebullición (80 °GL) en presencia de virutas de madera y el incremento de la velocidad de las reacciones de oxidación utilizando oxígeno enriquecido en ozono, lo mostramos en las tablas 3 a la 4.

Como resultado, observamos que con el calentamiento a ebullición incrementamos la concentración de taninos y la acidez, debido a los compuestos incorporados por la madera. Sin embargo, el acetaldehído y el acetato de etilo disminuyen a causa de su bajo punto de ebullición (tabla 3). Por otra parte, en la tabla 4 mostramos cómo se comporta el aguardiente fresco cuando se ozoniza, demostrándose que la acidez, los acetaldehídos y acetato de etilo siempre se incrementan.

Con estos resultados, se procedió a la ozonización del aguardiente fresco durante

Tabla 3. Tratamiento de aguardiente a ebullición en presencia de virutas de madera de roble

T (min.)	Taninos mg/ml	Acidez como Ác, Acético g/100 L A.A.	Acetaldehído g/100 L A.A.	Acet. Etilo g/100 L A.A.
0	0,0	54,75	0,44	9,07
5	0,1922	57,68	0	7,45
10	0,1836	55,55	0	7,45
15	0,1969	64,18	0	6,69
20	0,2013	64,36	0	7,74
25	0,2049	64,80	0	6,94
30	0,2331	65,95	0	6,71

los 10 minutos para obtener mayores valores en acidez y ésteres y posterior ebullición en presencia de virutas de madera. En la tabla 5 mostramos los resultados, donde nuevamente se manifiesta la pérdida de aldehídos y ésteres debido al bajo punto de ebullición, mientras que la acidez y taninos se incrementan.

Tabla 4. Ozonización del aguardiente crudo

T (min.)	Acidez como Ác, Acético g/100 L.A.A.	Acetaldehído g/100 L.A.A.	Acet. Etilo g/100 L. A.A.
0	54,75	0,44	9,07
5	54,88	0,47	9,16
10	60,63	1,04	1,98
15	76,97	1,47	10,30
20	78,82	2,08	10,92

Tabla 5. Ozonización del aguardiente durante 10 minutos y posterior ebullición en presencia de virutas de madera de roble

T (min.)	Taninos mg/ml	Acidez como Ác, Acético g/100 L.A.A.	Acetaldehído g/100 L.A.A.	Acet. Etilo g/100 L.A.A.
0	0,0	60,63	1,04	10,98
5	0,199	61,86	1,04	8,50
10	0,219	62,98	0	6,62
15	0,247	63,76	0	5,54
20	0,264	66,21	0	4,83
25	0,292	68,80	0	4,65
30	0,297	71,07	0	3,52

Tabla 6. Tratamiento de aguardiente a ebullición en presencia de virutas de madera de roble durante 30 minutos y posterior ozonización

T (min.)	Taninos mg/ml	Acidez como Ác, Acético g/100 L.A.A.	Acetaldehído g/100 L.A.A.	Acet. Etilo g/100 L.A.A.
0	0,2331	65,95	0	6,71
5	0,2399	78,90	0	5,85
10	0,2171	79,75	1,10	8,25
15	0,1917	85,05	1,00	8,80
20	0,1530	88,79	0,90	8,10
25	0,1519	95,28	1,90	11,60

Los taninos, compuestos aportados por la madera, tienen gran responsabilidad en la calidad de las bebidas. La concentración de los mismos se incrementa rápidamente cuando sometemos al aguardiente a ebullición con virutas de madera de roble. De igual forma estos taninos, fácilmente oxidables, son transformados cuando son sometidos a una posterior ozonización, como se observa en la tabla 6.

En la tabla 6 también se demuestra que la ozonización después del tratamiento del aguardiente con virutas de roble y calor produce un incremento alto de la acidez (74 %), debido a la ruptura de los dobles enlaces de los compuestos aportados por la madera, fundamentalmente, polifenoles provenientes de la hidrólisis de la lignina. La concentración de aldehídos y ésteres también se incrementa. Como resultado del estudio, se pone de manifiesto que es necesario llegar a un compromiso para lograr el producto final que se desee.

Con los resultados obtenidos y utilizando las ecuaciones que reportamos en la tabla 2, encontramos que en sólo 25 minutos se incrementa la acidez correspondiente a 4.25 años de añejamiento clásico en toneles de 180 litros y que además los ésteres se incrementan en este mismo tiempo en 0.26 años.

En la tabla 7 se reporta el estudio de un aguardiente tratado por el proceso de envejecimiento acelerado y posterior añejamiento en toneles de roble americano de 180 litros. Se mantuvo un tonel con el aguardiente sin procesar, como referencia. En el segundo caso no se utilizó ozono y en los 3 casos siguientes se ozonizó por períodos de 2, 5 y 10 minutos. Como se puede observar, se produce un incremento mensual de acidez, ésteres y acetaldehído superior en los casos procesados por el sistema acelerado, aún sin utilizar el ozono.

Como los incrementos se comportan muy similares, se evaluaron todas las muestras por catadores profesionales, los cuales

Tabla 7. Incrementos en algunos parámetros en los añejamientos clásico y acelerado combinado con envejecimiento en solera. Incrementos/mes en toneles de 180 litros

Composición	Calculado	Clásico	Proceso acelerado con virutas de madera y diferentes tiempos de ozonización (minutos)			
			0	2	5	10
Ac. Etilo g/100 L A.A.	0,66	0,55	0,94	0,86	1,02	0,33
Acidez, expresado en g de Ac. Acético/100 L A.A.	1,16	3,5	5,9	5,1	5,9	5,6
Acetaldehído g/100 L A.A.	0,23	0,44	0,51	0,50	0,53	0,52

Tabla 8. Tiempos de retención (TR) de fenoles, longitudes de onda de los máximos de absorción de los patrones de los compuestos estudiados, longitudes de onda utilizadas y relación de la medida de absorbancia de 275 y 300 nm

Compuestos	TR	Absorción max. nm	Longitud de onda utilizada nm	Relación A_{275}/A_{300}
Ácido Elágico	2,47	275	280	1,98
Ácido Gálico	3,32	270	280	2,2
Pirogalol	3,76	265	280	--
Furfural	4,58	274	280	6,2
Ácido Vainílico	9,80	260 y 290	280	1,4
Ácido Siríntrico	10,73	270	280	2,3
Vainillina	12,27	280	280	1,1
Siringaldehído	13,68	306	280	0,4
Ácido p-Cumárico	21,00	310	280	1,9
Ácido Ferúlico	24,60	320	280	0,6

determinaron que el aguardiente de mejores características sensoriales es el envejecido de forma acelerada con sólo 2 minutos de ozonización. Consideraron que presentaba notas más suaves, manteniendo las propiedades de los componentes de la madera evolucionados.

Paralelamente, se realizó un estudio comparativo de la concentración de fenoles en rones; los compuestos estudiados en las muestras reales fueron identificados por la comparación de sus espectros UV-Vis entre 220 y 500 nm, con los que se encontraban en la librería del equipo, recopilados previamente y además comparados con los reportados por otros autores (22). Además, se calcularon los tiempos de retención (TR), longitudes de onda de los máximos de absorción de los patrones de los compuestos estudiados, longitudes de onda utilizadas y relación de la medida de absorbancia de 275 y 300 nm, de los patrones

y de los observados en las muestras de rones, comparándolos con los reportados por Matti (22) (tabla 8).

En la tabla 9 reportamos las concentraciones en rones de diferentes edades añejados en toneles de roble americano de forma tradicional y rones obtenidos mediante añejamiento acelerado (18) combinado con el sistema clásico. En los valores reportados se puede observar un incremento creciente en los rones obtenidos por añejamiento clásico hasta los 6 años, sin embargo, en el ron comercial de 25 años se presenta una sensible disminución en las concentraciones de: ácido vainílico, ácido siríntrico y siringaldehído; lo que se justificaría si fuese mezcla de bases de 25 años con otras de mucho menor tiempo.

Al evaluar las bases producidas por envejecimiento acelerado y utilizando valores de incremento anual de las bases tradicionales, se demuestra que con 1.3 a 1.4

Tabla 9. Concentración de los compuestos detectados en rones obtenidos mediante añejamiento clásico y rones obtenidos con añejamiento acelerado y posterior añejamiento en solera por un corto tiempo. (Las concentraciones se expresan en ppm)

Compuestos	Rones obtenidos mediante añejamiento clásico (años)						Rones obtenidos mediante sistema acelerado y combinado con añejamiento clásico (años)				
	0,5	0,75	2	5	6	25*	1	1.1	1.2	1.3	1.4
Ácido Gálico	-	-	-	-	-	-	0,5	0,4	-	-	0,8
Furfural	0,3	0,2	0,6	0,8	1,4	0,6	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7
Ácido Vainílico	0,6	0,6	1,2	2,7	4,3	1,2	1,1	0,6	0,9	1,4	1,6
Ácido Siríngico	0,9	0,8	2,4	3,9	8,7	1,9	2,9	3,1	3,0	4,1	3,8
Vainillina	0,4	0,4	1,0	2,9	3,6	2,4	2,1	2,3	2,5	2,3	1,9
Siringaldehído	1,0	0,9	2,7	5,2	8,5	2,5	7,1	7,0	7,0	7,0	7,5
Ácido p-Cumárico	0,3	0,3	-	0,2	-	-	-	-	-	-	0,4
Acido Ferúlico	0,7	-	-	-	0,3	0,3	-	-	-	-	-

* comercial

años en toneles obtenemos bases añejas equivalentes a 4 ó 5 años, lo que demuestra que utilizar un sistema acelerado y completar la redondez del producto por cortos períodos en solera clásica nos permite disminuir los tiempos de añejamiento considerablemente, con disminución de la cantidad de toneles, disminución de las pérdidas en solera y disminución del capital inmovilizado.

RECOMENDACIONES

El ácido gálico y el ácido elágico deben ser objeto de posteriores estudios para determinar el comportamiento de los taninos en el sistema de añejamiento acelerado en comparación con el clásico.

CONCLUSIONES

1. Se obtuvieron, mediante análisis de regresión, modelos matemáticos que nos permiten determinar el tiempo equivalente de añejamiento para un aguardiente a 75 °GL, conociendo los valores de pH, acidez, aldehídos, color y ésteres.
2. Si sometemos a calentamiento el aguardiente en presencia de virutas de madera de roble y posteriormente ozonizamos, se obtienen mayores valores de acidez y la velocidad en la formación de ésteres es superior, mientras que la de los aldehídos es ligeramente menor.

3. Se demuestra que los mejores resultados se obtienen al emplear dos etapas: emplear el proceso de añejamiento acelerado utilizando virutas de madera de roble americano, incremento de la temperatura (inferiores a 65 °C) y posterior aumento de la velocidad de oxidación utilizando pequeñas concentraciones de ozono lo cual permite un incremento de la acidez correspondiente a 4.5 años en soleras y los ésteres 0,26 años, en sólo 1 hora. Cuando este proceso se combina con reposo en toneles de 180 litros, se logran incrementos mensuales de la acidez, contenido de acetato de etilo y acetaldehído superiores a los clásicos en: 69, 66 y 18 %, respectivamente.

4. Se demuestra que los valores de concentraciones de compuestos provenientes de la madera y evolucionados, tales como: furfural, ácido vainílico, ácido siríngico, vainillina y siringaldehído, con una estancia por sólo de 1,3 a 1,4 años en toneles de 180 litros, se obtienen bases comparables con las de 4 a 5 años añejadas de forma clásica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Boruff, C.S. and Rittschof, L.A. Effects of barrelingn proof on the ageing of American whisks. J. Agric. Food Chem (USA) 7: p. 630-635, 1959.
2. Baldwin, S.; Black, R.A.; Andreasen, A. and Adams, S. L. Aromatic congener for-

- mation in maturation Alcoholic Distillates. *J. Agric. Food Chem. (USA)* 15 (3): p. 381-385, 1967.
3. Reazin, G.H.; Baldwin, S.; Scales, H.S.; Washinton, H.W. and Andreasen, A.A. Determination of the congeners produced from ethanol during whisky maturation. *J. AOAC (USA)* 59(4):p. 770-776, 1976.
 4. Towey, J.P. and Waterhouse, L. Barrel to barrel variation of volatile oak extractives in barrel fermented chardonnay. *Am. J. Enol. Vitic.* 47(1):p. 17-20, 1996.
 5. Goymon, J.F. and Crowell, E.A. Brandy ageing: some comparisons of American and French oak cooperage. *Wines & Vines (Francia)* 51(1):p. 23-25, 1970).
 6. Singleton, V.L.; Sullivan, A. R. and Kramer, C. An analysis of Wine to indicate ageing in wood or treatment with wood chips or tannic acid, *Amer. J. Enol. Vitiult*, 22(3):p. 161-166, 1971.
 7. Puech J.L. Characteristics of oak wood and biochemical aspects for Armagnac ageing. *Am. J. Enol. Vitic. (USA)* 35(2):p. 77-81, 1984.
 8. Cantegrel, R.; Snackers, G.; Nepveu, G.; Keller, R. Quelques caractéristiques des merrains en fin de maturation en charentes. Variabilité recontrée, differences entre tonnelleries, corrélations entre caractéristiques". *Revue des Oenologues et des Techniques Vitivinicoles el Oenologiques (Francia)* (84): p. 7- 13, 1977.
 9. Monedero, L.A. Influencia del envejecimiento acelerado sobre el contenido polifenólico en vinos sometidos a crianza oxidativa. Tesis de grado. Universidad de Granada (España), 1985
 10. Giménez-Martínez, R.; López-García, H.; Villalón, M.; Quesada, J.; Martínez, M.C. Influence of wood heat treatment temperature and maceration time on vanillin, syringaldehyde and gallic acid contents in oak wood and wine spirits mixtures. *Am J. Enol. Vitic. (USA)* 47(4):p. 441-446, 1996.
 11. Blanco, I. (2004). Estudio del tratamiento térmico de las virutas de roble en la elaboración de extractos para la producción de rones. Tesis de Maestría. Facultad de Ing. Química, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. (Cuba), 2004.
 12. Puech. J. L.; Fevillat, F ; Mosedale, J. R. The Tannins of Oak Heartwood Structure, Properties, and their influence on Wine Flavor. *Am. J. Enol. Vitic. (USA)* 50 (4), 1999.
 13. Ribereau, J.; Peynaud, E.; Saudraud, P.; Ribereau, P. *Sciences et techniques du vin*. París: Ed. Dunod, 1976. Tomo I.
 14. Masson, G.; Moutounet, M.; Puech J.L. Ellagitannins content of oak wood as a function of species and of sampling position in the tree. *Am. J. Enol. Vitic. (USA)* 46 (2): p. 262-268, 1995.
 15. Giménez, R.; Villalón, M.; López, H.; Navarro, M.; Cabrera, C.; Olalla, M.; Quesada, J.J.; López, M.C. Determination of Gallic Acid in Commercial Brandies using High Performance Liquid Chromatography. *Cienc. Tecnol. Aliment. (España)* 3(1): p. 13-20, 2000.
 16. Vázquez, M.A. ; González, M.D. Añejamiento acelerado de rones. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar (Cuba) XXI (1): p. 19-22, 1987.
 17. Vázquez, M.A.; González, M.D. Depuración acelerada de Aguardiente. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar (Cuba) XXII (2): p. 2-5, 1988.
 18. Vázquez, M.A.; González, M.D. Tecnología para la producción de Rones Cubanos con nuevos procesos de depuración y añejamiento. Expediente interno. Academia de Ciencias de Cuba (Cuba), 1996.
 19. Redondo, D.; Romero, N. Método sencillo de separación y determinación cuantitativa de fenoles mediante una técnica de HPLC. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar XXXIII (3), 1999.
 20. Rodríguez, J.L.; Villareal A. Sobre Añejamiento y Composición Química de las Bebidas Alcohólicas Destiladas. Informe interno Ministerio de la Industria Alimenticia de Cuba. Cuba, 1985.
 21. Aguila, P.; Fernández, C. Modelos matemáticos para transformaciones durante el añejamiento de bebidas. 15 Boletín Técnico Inst. de Inv. para la Ind. Alimenticia (MINAL). Cuba, 1984.
 22. Matti, L.; High Performance Liquid Chromatography Determination of Nonvolatile Phenolic Compounds in Matured Distilled Alcoholic Beverages. *J. Assoc. Off Anal. Chem (Finland)* 66(1), 1983.