

**AUTORES**  
AUTHORS

✉ **Dr. Oscar Queris HERNÁNDEZ\***  
**Msc. Ivania Rodríguez ÁLVAREZ**

Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia,  
Carretera al Guatao,  
Km 3½ La Lisa, Ciudad de la Habana, Cuba,  
e-mail: agu@iiaa.edu.cu

**RESUMEN**

El término “edad equivalente” es la edad que aparenta un ron al ser comparado en sus características, con rones añejados clásicamente en pipas de 180 litros.

En este trabajo se han procesado a escala de laboratorio e industrial, rones por el sistema de cama empacada, determinando el efecto del tiempo y la dosis de madera sobre las diferentes características que determinan la calidad (color, sabor, nota añeja, copa seca, suavidad al tragar, olor, añejamiento y calidad global) comparándose con rones añejados tradicionalmente entre 1 y 7 años determinándose su “edad equivalente”.

Se realizaron los análisis tradicionales por grupos funcionales (acidez, ésteres, aldehídos, fenoles, extracto seco) y se determinó fenoles mediante HPLC, realizando evaluaciones sensoriales donde se calcularon las medias estandarizadas para cada atributo, se calculó la matriz de distancias euclidianas entre muestras y se llevó a cabo un escalamiento multidimensional obteniéndose los gráficos correspondientes.

Se concluye que en general los cambios producidos se corresponden en sus tendencias con los que tienen lugar durante el añejamiento natural de los rones y que en las muestras de laboratorio la combinación de 90 días con 3 g/l de viruta resultó preferida en 7 de las 8 cualidades evaluadas así como se produjo en las muestras incremento de la calidad lograda, desde el punto de vista del añejamiento, acorde al aumento del tiempo de contacto y de la dosis de madera.

La matriz de distancias euclidianas entre muestras y el análisis de proximidades permiten concluir que el ron de 5 años, seguido del de 3 y finalmente del de 4 son los que más se asemejan al ron industrial empacado de 90 días con la tecnología ensayada y que este mismo ron con 8 meses posteriores de añejamiento natural mostró un aumento en su calidad que lo hacen similar al ron de 5 años.

**SUMMARY**

The term “equivalent age” is the apparent age of a rum when its characteristics are compared with those of rums aged by classic systems in 180 L oak barrels.

Rums, aged by the packed bed system, has been processed on laboratory and industrial scale, looking for time and wood dosage effects, on different characteristics which determine its quality (colour, taste, ageing note, dried cup, smoothness, smell, etc.). Traditionally aged rums ranging from 1 to 7 years old, were also processed in order to establish the “equivalent age”.

Traditional analysis by functional groups were made (acidity, esters, aldehydes, phenols and dry extract) including HPLC techniques, sensorial evaluations where done for each attributed, the Euclidian distance matrix among samples were also calculated and multidimensional scaling was made obtaining the respective graphics.

It was concluded that, in general, changes correspond, on their tendencies, with those that happened on natural aged rums, and that, on laboratory scale, the 90 days with 3 g/L oak shaves sample, were preferred on 7 of 8 quality evaluated characteristics. It was also shown that quality increase, from the aging point of view, in correspondence with increasing time and oak shaves dose.

The Euclidian distance matrix among samples and the proximity analysis allow us to conclude that the 5 years natural rum followed by the 3 years and finally by the 4 years rums are close in their characteristics to the 90 days industrial packed bed sample and that this same rum with eight additional months in barrels showed a quality increase which makes it similar to the 5 years traditional aged rum.

**PALABRAS CLAVE**  
KEY WORDS

Ron; envejecimiento;  
composición fenólica; edad equivalente. /  
Rum; aging; phenolic  
composition; equivalent age.

## 1. INTRODUCCIÓN

La tecnología denominada “cama empacada” presenta como una indiscutible ventaja, la disminución de las mermas por evaporación en cerca del 70% y una importante disminución aún no determinada, del tiempo de añejamiento.

En el Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia de Cuba se han realizado diversos trabajos para determinar qué tratamiento previo es necesario aplicar a la madera para lograr la presencia de los componentes deseados. SERRATE MA. (1981) y HENRY C. (1981) realizaron trabajos comparando diferentes tratamientos químicos a la madera que incluyeron la presencia de agua caliente e hidróxido de sodio a diferentes concentraciones, agua caliente, ácido clorhídrico y amoníaco y agua a temperatura ambiente seguida de carbonato de sodio y ácido sulfúrico y observando los cambios que estos tratamientos producían sobre soluciones alcohólicas y rones frescos.

Acerca de los tratamientos térmicos se dispone de información variada que reporta sus efectos sobre los destilados y vinos

CHATONET y col. (1989), MASSON E. (2000), FISCHER U. (1997) y QUERIS O. (2004) evaluaron el papel del tostado de la madera sobre la concentración de lactonas de roble en los destilados, quedando demostrado que este influye decisivamente sobre dicha concentración.

Los compuestos principales de la madera de roble son polímeros de naturaleza glucosídica. El proceso de quemado de los azúcares de estos polímeros da lugar a una cantidad notable de aldehídos furánicos. Así las hexosas producen 5 hidroximetil furfural y 5 metil furfural y a su vez las pentosas son las responsables de la presencia de furfural (CHATONNET y col. 1989; SUOMALAINEN H y col. 1970). El furfural es la molécula más abundante tras el proceso de degradación térmica mientras que el 5-metilfurfural y 5-hidroximetilfurfural se producen en menor cuantía.

ARTAJONA J. (1991) y SARNI F. (1990) concluyen que un quemado intermedio es el que favorece los procesos extractivos lo que posteriormente JIMENEZ R. (1994) corrobora.

El tostado de la madera a ser utilizada en barriles de añejamiento de vinos y destilados produce un gran número de sustancias volátiles y odoríferas. Algunas tienen un aroma de caramelo tostado. El análisis por cromatografía de alta resolución y las pruebas olfatorias han permitido aislar varios picos con estos aromas específicos. Estos aromas también fueron obtenidos mediante el calentamiento de glucosa con y sin prolina. En adición a compuestos ya conocidos anteriormente se encontró la presencia de furaneol y dihidromaltol compuestos estos que contribuyen al aroma a caramelo tostado del roble calentado e influyen en el aroma de vinos y destilados. Estas moléculas están ausentes de la pirolisis de la glucosa pero se presentan cuando ésta tiene lugar en presencia de prolina por lo que se considera que el origen de estas sustancias son reacciones de Maillard. (CUTZACH I y col. 1997)

También el proceso de tostado influye sobre la presencia de fenoles (QUERIS O, 2000, 2004; BLANCO I. 2004)

El proceso de quemado produce termo degradación de la lignina y da lugar a la aparición de gran cantidad de compuestos como son los fenoles volátiles, aldehídos fenólicos y ácidos fenólicos los que influyen sobre las características organolépticas y aromáticas de las bebidas en los atributos de ahumado, picante o vainilla.

La pirolisis de la lignina durante el proceso de quemado de la madera produce un aumento en la concentración de fenoles volátiles en las capas mas superficiales expuestas a temperaturas que oscilan entre 180 y 230 0 C. Del total de fenoles formados durante el quemado solo algunos derivados mono metoxilados del fenol pueden influir en las características organolépticas. Tales son el guayacol, el 4 metil guayacol y el eugenol los que a bajas concentraciones favorecen el aroma de las bebidas.

Las concentraciones de aldehídos benzóicos como la vainillina y el siringaldehído y de aldehídos cinámicos como el coniferaldehído en madera de roble son muy pequeñas pero tras el tratamiento térmico de la madera se ha comprobado que hay un aumento apreciable en la concentración de dichos aldehídos. El papel que desempeñan estos compuestos en las características organolépticas de las bebidas alcohólicas es muy conocido. Los intervalos de percepción olfativa determinados por BOIDRON J, (1988) confirman las modificaciones que sufren las bebidas alcohólicas envejecidas en roble.

Por otra parte PUECH J.L. (1988) afirmó que, en el caso de los aguardientes, se podía producir una transformación del siringaldehído en vainillina por lo que la presencia del siringaldehído tendría más importancia que la que se pudiera esperar.

Los taninos de la madera de roble se concentran en ésta bajo la forma de ésteres del ácido gálico y eláxico con la glucosa. Según SCALBERT A. (1987) los polifenoles de la madera de roble utilizada en tonelería son esencialmente taninos eláxicos. Algunas de estas sustancias se encuentran en los destilados y vinos criados en barriles de roble. Pueden participar en determinadas reacciones de oxidación-reducción y son los responsables del sabor astringente detectado tras una degustación (PUECH J.L. y col., 1982).

El empleo de la madera en forma de viruta tiene como ventajas la mayor velocidad de extracción de la fracción soluble además de su costo pues la viruta es un subproducto de la elaboración de la industria que fabrica los barriles y por lo tanto su precio es menor.

El mercado de rones está reclamando continuamente productos con características añejas, requerimiento éste que representa un problema para cualquier industria que no cuente con existencias de bases viejas de amplio consumo en las formulaciones de estos rones y cuyo costo y necesidad de crear complejas estructuras de bodegas para mantener una producción estable, constituyen dificultades tanto económicas como tecnológicas.

En este sentido y en relación con las características de los rones, podemos emplear el término Edad Equivalente que es la edad que muestra un ron al ser comparado en sus características con rones añejados clásicamente en pipas de roble de 180 L.

Dados los diferentes trabajos que sobre el sistema de

cama empacada han sido desarrollados, es el objetivo del presente conocer cual es la disminución del tiempo de estadía en barriles aplicando esta tecnología determinando la correspondencia entre el tiempo de añejamiento empacado combinado con añejamiento natural y el tiempo de añejamiento según el método tradicional.

## 2. PROCEDIMIENTO

Las experiencias fueron realizadas en el laboratorio del Departamento de Bebidas del IIIA y en fábricas de ron de la Unión de Bebidas y Refrescos de Provincia Habana (fábrica 1) y Ciudad Habana (fábrica 2)

La madera de roble blanco americano (*Quercus alba*) en forma de viruta, fue tamizada, seleccionándose aquella fracción que tras pasar por un tamiz de 5,66 mm., era retenida sobre un tamiz de 4,76 mm. Posteriormente fue tostada a 180 °C durante 2 horas. Se preparó un lote uniforme de 20 kg de viruta que se empleó en todas las experiencias, es decir, las de laboratorio y las industriales.

El ron elaborado tanto a nivel de laboratorio como industrial, empleó la tecnología tradicional cubana. Las dosis de viruta estudiadas a nivel de laboratorio fueron 1, 2 y 3 g/L y los tres tiempos, 1, 2 y 3 meses de contacto y las 9 muestras correspondientes a las combinaciones obtenidas se prepararon por triplicado, en volumen de 5 L. Siguiendo la práctica industrial internacional típica y obligada en la industria de bebidas añejadas denominada blending, consistente en mezclar los diferentes barriles para constituir un lote, las tres réplicas correspondientes a cada combinación se mezclaron en cada momento del muestreo, constituyendo la porción de análisis tanto químico como sensorial.

Las dosis de viruta ensayadas a nivel Piloto fueron 2 g/L en la fábrica 1 y 3 g/L en la fábrica 2. En la fábrica 1 el volumen fue de 2800 L y en la fábrica 2 la experiencia se realizó en un volumen de 1000 L.

Se efectuaron análisis de contenido alcohólico según la N.C. 290:2002, acidez total según N.C. 291: 2002, ésteres según N.C 83-02-2, aldehídos según N.C. 83-02-3:82, fenoles totales según AOAC 1995 y extracto seco mediante desecación en estufa a 110 °C. y también se determinó fenoles mediante HPLC utilizando un cromatógrafo líquido Knauer con una columna Hypersil 5 ODS (250 mm; 4,0 mm d.i., 5 m). La determinación se realizó de forma isocrática con una fase móvil

de ácido sulfúrico/metanol/propanol (180/30/5) a un flujo de 0.7 mL/min. utilizando un lazo de 20 L y se realizó la detección a una longitud de onda de 210 y 280 nm. Los cromatogramas fueron procesados con el software BioCrom.

50 mL de muestra se concentraron a 10 mL y se filtraron por una membrana de 0,45 m de tamaño de poro y se inyectaron al cromatógrafo. Las soluciones patrones de calibración utilizadas para la cuantificación consistieron en una mezcla de aldehído protocatóquico, ácido siringico, vainillina, siringaldehído y furfural en un rango de concentraciones de 0,0745-0,00745, 0,1701-0,01701, 0,1145-0,01145, 0,2391-0,023291 y 0,002-0,0002 mg/mL respectivamente.

El primer análisis sensorial realizado consistió en determinar las características de añejamiento que tenían las muestras con las diferentes dosis de viruta y a los distintos tiempos de contacto siendo los atributos evaluados color, olor, nota añeja, copa seca, sabor, añejamiento, suavidad al tragar y calidad global. Por cada atributo sensorial, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) de clasificación doble, con los factores: tiempo (1) y cantidad de viruta (2). Este análisis se realizó con un panel de 6 jueces adiestrados en la cata de rones, los cuales evaluaron, mediante una escala continua de 10 cm. de longitud con intensidad creciente de izquierda a derecha los atributos mencionados.

Concluida esta etapa se procedió a la comparación básicamente sensorial de rones de diferentes edades de añejamiento tradicional y los rones obtenidos en la industria por la tecnología ensayada con el objetivo de obtener una equivalencia entre ellos en cuanto a edades. El muestreo de los rones tradicionales se realizó obteniendo muestras promedio de 10 barriles de la misma edad desde 1 hasta 7 años. Estas muestras fueron diluidas a 38 % alcohólico al igual que la obtenida en la fábrica 1 de 90 días en tanque inoxidable y este mismo ron de 90 días en tanque, seguido de 8 meses en barril de roble (método combinado).

En este caso los paneles sensoriales también se llevaron a cabo con 6 jueces entrenados en la catación de rones. Se utilizaron escalas continuas de 10 cm. de longitud en las cuales los jueces evaluaron similitud con la muestra de 90 días ó 90 días mas 8 meses, situadas éstas en el centro de la escala para cada uno de los atributos anteriores. Se calcularon las medias estandarizadas para cada atributo, y como artificio matemático, se calculó la matriz de distancias euclidianas entre muestras y se llevó a cabo un escalamiento multidimensional (o análisis de proximidades) lo que permitía obtener gráficos que reflejaran las proximidades entre muestras.

**Tabla I** Alcohol, acidez total, acidez fija y ésteres en muestras de laboratorio

	Alcohol			Acidez total			Acidez fija			Esteres		
	1 g/L	2 g/L	3 g/L	1 g/L	2g/L	3g/L	1g/L	2g/L	3g/L	1g/L	2g/L	3g/L
Viruta												
30 días	58.8 <sup>b</sup>	58.7 <sup>b</sup>	58.4 <sup>c</sup>	12.9 <sup>c</sup>	15.0 <sup>b</sup>	22.0 <sup>a</sup>	1.7 <sup>c</sup>	2.7 <sup>b</sup>	4.6 <sup>a</sup>	6.3 <sup>c</sup>	6.5 <sup>c</sup>	6.5 <sup>c</sup>
60 días	58.3 <sup>cd</sup>	58.5 <sup>c</sup>	58.3 <sup>cd</sup>	13.2 <sup>c</sup>	16.1 <sup>b</sup>	23.4 <sup>a</sup>	1.7 <sup>c</sup>	3.1 <sup>b</sup>	4.8 <sup>a</sup>	7.4 <sup>b</sup>	7.8 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>
90 días	58.2 <sup>d</sup>	58.3 <sup>cd</sup>	58.2 <sup>d</sup>	13.7 <sup>c</sup>	17.7 <sup>b</sup>	25.5 <sup>a</sup>	1.7 <sup>c</sup>	3.4 <sup>b</sup>	5.1 <sup>a</sup>	9.6 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	9.8 <sup>a</sup>
Testigo	59.2 <sup>a</sup>			5.3 <sup>d</sup>			0.0 <sup>d</sup>			5.8 <sup>d</sup>		

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Tablas I y II presentamos los resultados de los análisis realizados a las muestras correspondientes al trabajo de laboratorio.

Sobre estas tablas podemos decir que en casi todos los casos los valores de las variables estuvieron directamente relacionados con el contenido de viruta y con el tiempo de contacto aumentando el valor de la acidez total y fija, aldehídos, fenoles y extracto seco. Los ésteres mostraron un pequeño incremento que se corresponde con aspectos teóricos

del fenómeno del añejamiento pues estos son el resultado, fundamentalmente, de lentas reacciones de esterificación entre los componentes del líquido, con cierta independencia del contenido de madera de éste.

En este resumen es interesante notar que la combinación de 90 días con 3 g/L de viruta resultó preferida en 7 de las 8 cualidades evaluadas, con la exclusión de la suavidad al tragar donde la seleccionada fue la combinación de 90 días con 2 g/L de viruta, motivado esto por el contenido relativamente alto de fenoles totales de la muestra 90/3 (27,4 mg/100 mL), cuestión a observar ya que puede limitar el empleo de dicha combinación.

**Tabla I** Alcohol, acidez total, acidez fija y ésteres en muestras de laboratorio

	Alcohol			Acidez total			Acidez fija			Esteres		
	1 g/L	2 g/L	3 g/L	1 g/L	2g/L	3g/L	1g/L	2g/L	3g/L	1g/L	2g/L	3g/L
Viruta												
30 días	58.8 <sup>b</sup>	58.7 <sup>b</sup>	58.4 <sup>c</sup>	12.9 <sup>c</sup>	15.0 <sup>b</sup>	22.0 <sup>a</sup>	1.7 <sup>c</sup>	2.7 <sup>b</sup>	4.6 <sup>a</sup>	6.3 <sup>c</sup>	6.5 <sup>c</sup>	6.5 <sup>c</sup>
60 días	58.3 <sup>cd</sup>	58.5 <sup>c</sup>	58.3 <sup>cd</sup>	13.2 <sup>c</sup>	16.1 <sup>b</sup>	23.4 <sup>a</sup>	1.7 <sup>c</sup>	3.1 <sup>b</sup>	4.8 <sup>a</sup>	7.4 <sup>b</sup>	7.8 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>
90 días	58.2 <sup>d</sup>	58.3 <sup>cd</sup>	58.2 <sup>d</sup>	13.7 <sup>c</sup>	17.7 <sup>b</sup>	25.5 <sup>a</sup>	1.7 <sup>c</sup>	3.4 <sup>b</sup>	5.1 <sup>a</sup>	9.6 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	9.8 <sup>a</sup>
Testigo	59.2 <sup>a</sup>			5.3 <sup>d</sup>			0.0 <sup>d</sup>			5.8 <sup>d</sup>		

Nota: alcohol en %, acidez total, fija y ésteres en mg/100 mL alcohol absoluto.  
Letras distintas representan diferencia significativa entre medias para  $\alpha = 0.05$

**Tabla II** Aldehídos, extracto seco, fenoles totales y pH en muestras de laboratorio

	Aldehídos			Extracto seco			Fenoles			pH		
	1g/L	2g/L	3g/L	1g/L	2g/L	3g/L	1g/L	2g/L	3g/L	1g/L	2g/L	3g/L
Viruta												
30 días	1.5 <sup>c</sup>	1.8 <sup>bc</sup>	1.9 <sup>b</sup>	0.85 <sup>ef</sup>	1.36 <sup>d</sup>	1.98 <sup>b</sup>	8.4 <sup>g</sup>	15.7 <sup>ef</sup>	24.3 <sup>c</sup>	4.8 <sup>b</sup>	4.7 <sup>bc</sup>	4.7 <sup>bc</sup>
60 días	1.7 <sup>bc</sup>	2.0 <sup>b</sup>	2.7 <sup>a</sup>	0.92 <sup>e</sup>	1.41 <sup>cd</sup>	2.07 <sup>a</sup>	8.9 <sup>g</sup>	16.2 <sup>e</sup>	26.1 <sup>b</sup>	4.8 <sup>b</sup>	4.7 <sup>bc</sup>	4.6 <sup>cd</sup>
90 días	1.9 <sup>b</sup>	2.2 <sup>b</sup>	2.8 <sup>a</sup>	0.96 <sup>e</sup>	1.48 <sup>c</sup>	2.11 <sup>a</sup>	9.1 <sup>g</sup>	17.8 <sup>d</sup>	27.4 <sup>a</sup>	4.7 <sup>bc</sup>	4.7 <sup>bc</sup>	4.6 <sup>cd</sup>
Testigo	0.4 <sup>d</sup>			0.00 <sup>g</sup>			0.0 <sup>h</sup>			5.1 <sup>a</sup>		

Nota: aldehídos en mg/100 mL alcohol absoluto, extracto seco en g/L y fenoles en mg/100 mL.  
Letras distintas representan diferencia significativa entre medias para  $\alpha = 0.05$

**Tabla III** Valores medios y desviaciones típicas de los atributos sensoriales color, calidad del olor, nota añeja y copa seca

Atributos		Color		Calidad del olor		Nota añeja		Copa seca	
Tiempo (días)	g	S		S		S		S	
30	1	1.9a	1.0	4.1 <sup>a</sup>	0.8	1.6 <sup>a</sup>	0.7	2.6a	0.7
	2	2.7b	0.9	5.1bc	1.0	4.3c	1.0	4.5b	1.1
	3	4.7cd	0.7	6.0de	1.1	6.1e	0.8	5.1b	0.8
60	1	2.5ab	0.7	4.4ab	0.9	3.0b	1.1	2.4a	0.9
	2	4.2c	0.7	5.5cd	0.9	5.2d	0.9	5.2b	0.9
	3	5.4d	1.0	5.9de	1.0	6.3e	1.1	6.7cd	1.1
90	1	2.8b	0.7	4.0a	0.6	3.8bc	1.0	2.3a	0.8
	2	4.9d	0.9	6.4e	1.1	6.4e	1.1	6.0c	1.0
	3	6.6e	0.8	6.1de	0.6	7.2f	1.0	7.1d	1.0

Nota: Letras distintas representan diferencia significativa entre medias para  $\alpha = 0.05$

No obstante y acorde al análisis anterior, existen otras combinaciones que en las diferentes cualidades evaluadas no muestran diferencias significativas, según la prueba de Duncan, con esta combinación 90/3, como son los casos de las combinaciones 90/2 y 60/3. Esto da la posibilidad industrial de disponer de varias opciones que pueden ser empleadas acorde a los recursos y necesidades así como el uso que se tenga planificado dar al ron obtenido (empleo directo en una formulación, pasarlo por un tiempo a añejamiento natural para constituir una tecnología combinada, emplearlo en dosis variadas), es decir que acorde al tipo de ron deseado es posible variar la dosis y el tiempo lográndose rones con mayor o menor contenido de madera o aroma o color o características añejas, todo lo cual es alcanzable relacionado con dicha combinación dosis/tiempo.

Los valores obtenidos, muestran claramente las tendencias que en los diferentes aspectos sensoriales evaluados se produjeron en las muestras, siendo el aspecto a destacar el incremento de la calidad logrado desde el punto de vista del añejamiento, acorde al aumento del tiempo de contacto y de la dosis de madera (nota añeja, copa seca, suavidad al tragar, etc.)

Una vez concluida esta fase del trabajo y acorde a sus resultados se comenzó el escalado del mismo a un volumen de

2800 L en la fábrica 1 y de 1000 L en la fábrica 2.

En las Fig. 1 a 6 presentamos el comportamiento de las distintas variables durante el añejamiento en cama empacada en las fábricas anteriores.

Obsérvese la gran coincidencia obtenida en el comportamiento de las variables a escala piloto en la industria y los resultados a escala de laboratorio. Esta es una ventaja de esta tecnología pues al emplearse tanques de acero inoxidable la variación está dada por la viruta tostada empleada, aspecto que puede ser controlado perfectamente en cuanto al tamaño de viruta utilizada y su grado de tostado basándonos en la temperatura, el tiempo y la pérdida de peso obtenida durante la operación de tratamiento térmico. También estos resultados, en cuanto al comportamiento de las curvas obtenidas, coinciden con los reportados en un trabajo reciente, concluido por QUERIS O. (2004) donde desde el punto de vista cuantitativo, los primeros cinco días son los más importantes en cuanto a la extracción de la madera.

En la tabla VI mostramos los resultados obtenidos mediante HPLC comparando las muestras obtenidas en las experiencias de Laboratorio, las industriales a nivel piloto y las tradicionales.

Obsérvese que en las muestras de laboratorio, como

**Tabla IV** Valores medios y desviaciones típicas de los atributos sensoriales calidad del sabor, añejamiento, suavidad al tragar y calidad global.

Atributos		Sabor		Añejamiento		Suavidad		Calidad global	
Tiempo (días)	g	S		S		S		S	
30	1	3.7a	0.9	2.4a	1.1	4.6 <sup>a</sup>	0.9	4.0a	0.8
	2	5.0bc	1.0	4.2c	0.9	4.5 <sup>a</sup>	1.0	4.6ab	0.9
	3	4.6b	0.9	5.0d	0.7	4.7 <sup>a</sup>	0.7	5.0bc	0.7
60	1	4.6b	0.7	3.4b	0.9	6.1b	0.8	4.4ab	0.8
	2	5.6cd	0.8	5.4d	0.8	6.2b	0.5	5.6cd	0.8
	3	5.9d	1.0	7.0e	1.0	5.8b	0.8	6.2d	1.2
90	1	4.6b	1.0	3.8bc	0.8	4.9 <sup>a</sup>	0.4	4.8b	0.8
	2	5.9d	0.8	6.4e	0.8	6.9c	1.0	6.1d	0.9
	3	6.0d	0.9	7.2e	1.0	5.5b	0.7	6.2d	0.6

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa entre medias para  $\alpha = 0.05$

**Tabla V** Resumen del análisis estadístico

Variable	Efecto dosis	Efecto tiempo	Interacción	Preferidas (días/g/L)
Color	Sig.	Sig.	Sig.	90 /3
Olor	Sig.	Sig.	No sig.	90/2, 90/3, 60/3, 30/3
Añeja nota	Sig.	Sig.	No sig.	90/2, 90/3
Copa seca	Sig.	Sig.	Sig.	60/3, 90/3
Sabor	Sig.	Sig.	No sig.	90/3, 90/2, 60/3, 60/2
Añejamiento	Sig.	Sig.	No sig.	90/3, 60/3, 30/3, 60/2
Suavidad al tragar	Sig.	Sig.	Sig.	90/2
Calidad global	Sig.	Sig.	No sig.	60/3, 90/3, 60/2, 90/2

**Tabla VI** Resultados obtenidos por HPLC (mg/L).

Muestra	Ac. vainílico	Ac. Siríngico	Vainillina	Siringaldehído	Furfural
Testigo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30/1	0.4	2.0	2.1	0.5	0.0
30/2	0.7	3.5	3.7	0.8	0.1
30/3	1.0	5.7	5.7	1.3	0.2
60/1	0.4	2.1	2.2	0.6	0.0
60/2	0.7	3.9	4.0	0.9	0.1
60/3	1.0	5.4	5.6	1.2	0.2
90/1	0.4	2.4	2.4	0.6	0.0
90/2	0.7	4.1	4.4	1.0	0.1
90/3	1.0	5.8	5.4	1.2	0.2
1 año	0.4	1.2	1.1	0.2	0.1
2 años	0.5	1.9	2.0	0.3	0.0
3 años	0.6	1.7	1.8	0.3	0.2
5 años	1.3	3.8	2.6	0.5	0.3
7 años	0.5	1.5	1.7	0.3	0.2
Planta 2,90 días	0.8	5.6	5.2	1.1	0.2
Planta 1,90 días	0.7	4.0	4.5	1.0	0.2
Planta 1,90 d+8 m	1.1	4.2	5.0	1.2	0.3

**Tabla VII** Medias estandarizadas por atributos

	Color	Olor	Nota añj	C. seca	Sabor	Añejto.	Suav.	Imp Gen
90 d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 A	-3.83	-3.67	-3.73	-2.94	-3.70	-3.75	-3.71	-3.53
2 A	-2.22	-2.22	-2.06	-1.75	-1.84	-2.25	-1.32	-2.10
3 A	-1.67	-1.20	-1.63	-1.23	0.95	-1.18	-0.80	-1.18
7 A	-0.05	2.28	2.22	1.97	3.03	1.90	1.78	2.73
4 A	0.660	0.88	1.36	1.24	2.16	1.84	0.56	1.42
5 A	0.333	0.52	0.49	0.92	0.81	0.83	0.83	0.54

Nota: 90 d corresponde a la prueba industrial en la fábrica 1

**Tabla VIII** Medias estandarizadas por atributos

	Color	Olor	Nota añj	C. seca	Sabor	Añejto.	Suav	Imp Gen
90d+8m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3 A	-0.52	-0.95	-0.72	-0.95	-0.78	-1.08	-0.28	-0.75
90d	-0.67	-1.43	-1.18	-1.97	-1.47	-1.37	-0.47	-1.55
5 A	0.27	0.23	-0.05	0.13	0.03	0.13	0.53	0.18
7 A	0.02	1.35	0.65	0.77	0.82	1.27	0.77	0.82

Nota: 90 d corresponde a la prueba industrial en la fábrica 1 y 90d+8m a la prueba industrial de dicha fábrica, seguida de 8 meses en barril.

tendencia, se obtuvo efecto de la dosis de madera pero no así del tiempo, y en los productos tradicionales, generalmente la concentración de los diversos derivados de la madera producto del añejamiento, aumentan con el tiempo aunque existe una muestra cuya composición no responde a esta tendencia que es la calificada como de 7 años. En general podemos decir que tanto los valores de las muestras de laboratorio como de las

muestras a escala piloto, se encuentran dentro de los rangos de las muestras tradicionales y en algunos casos como es la vainillina y el siringaldehído presentan concentraciones mayores que las muestras tradicionales. Estos resultados muestran coincidencia con los de trabajos anteriores (QUERIS O., 2004).

Fig. 1 Variaciones de la acidez total

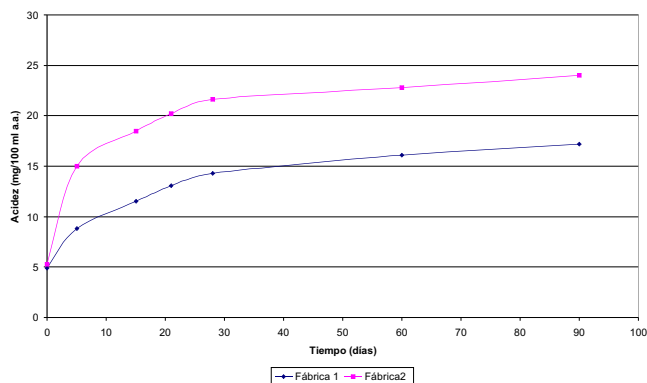


Fig. 2. Variaciones de la acidez fija

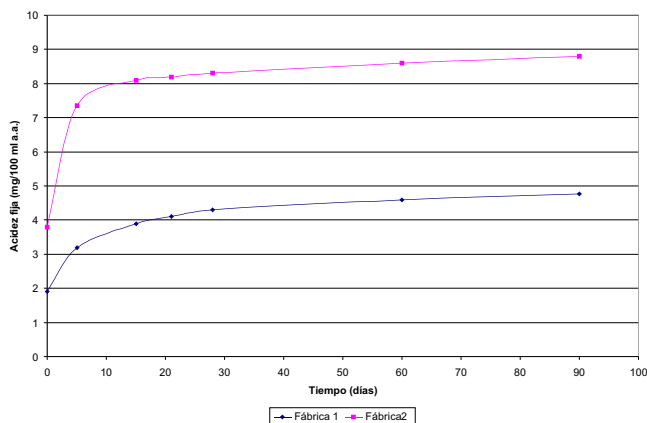


Fig. 3. Variaciones en los ésteres

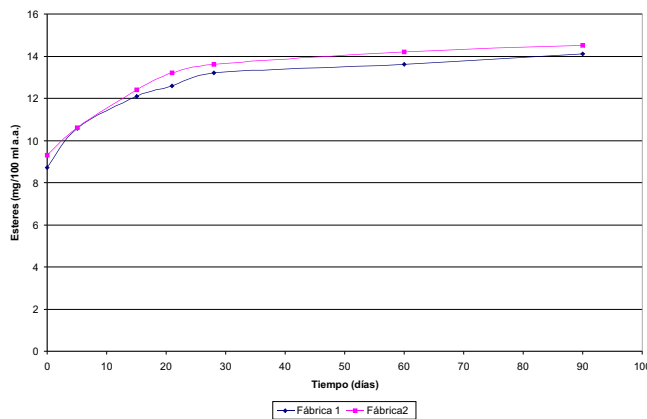


Fig. 4. Variaciones de los aldehídos

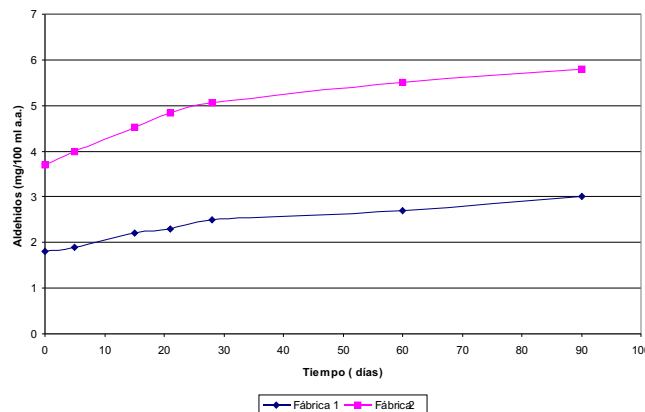


Fig. 5. Variaciones en los fenoles totales

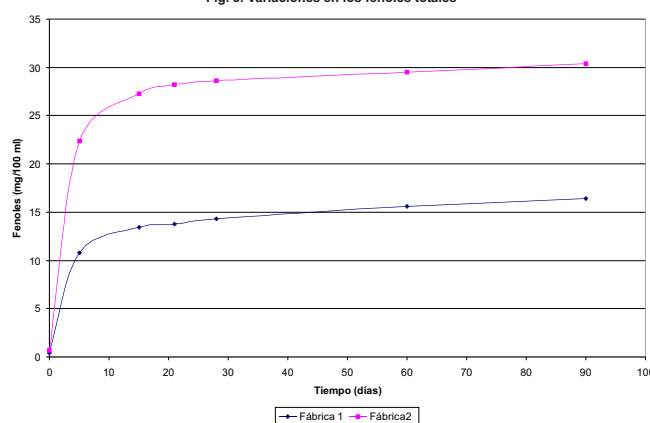
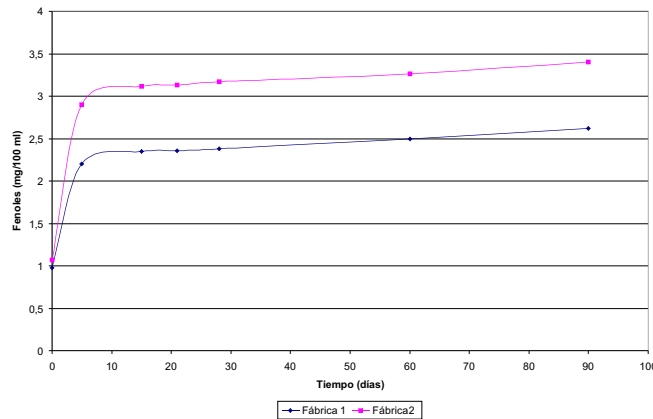


Fig. 6. Variaciones en el extracto seco



Para el procesamiento de los resultados del análisis sensorial, comparando los rones tradicionales con el empaçado de la fábrica 1 de 90 días en tanque inoxidable, se calcularon las medias estandarizadas para cada atributo, obteniéndose.

De donde concluimos que las muestras que mas se parecen al ron de 90 días son en color las de 5 y 7 años, en olor las de 5 y 4, en nota añeja las de 5 y 4, en copa seca también las de 5, 4 y 3, en sabor las de 5 y 3, en añejamiento las de 5 y 3, en la suavidad al tragar las de 4, 5 y 3 y en la impresión general las de 5 y 4 años.

Se calculó la matriz de distancias euclidianas entre muestras y en ellas se llevo a cabo un análisis de proximidades de donde se concluyó que el ron de 5 años, seguido del de 3 y finalmente del de 4 son los que mas se asemejan al ron empaçado de 90 días

El gráfico correspondiente al escalamiento multidimensional de la matriz de distancia obtenida a partir de la evaluación sensorial de las muestras lo mostramos a continuación donde se observa que efectivamente las muestras que más se asemejan al ron empaçado son las de 3, 4 y 5 años.

En la Tabla VIII aparecen los resultados de las medias estandarizadas por atributo cuando se consideró como punto medio de la escala la muestra de la fábrica 1 de 90 días en tanque seguido de 8 meses en barril

Nota: 90 d corresponde a la prueba industrial en la

Fig. 7. Escalamiento multidimensional de la matriz distancia en relación al ron 90 d

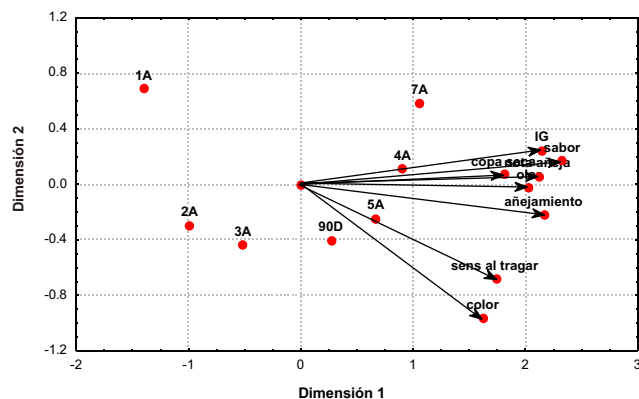
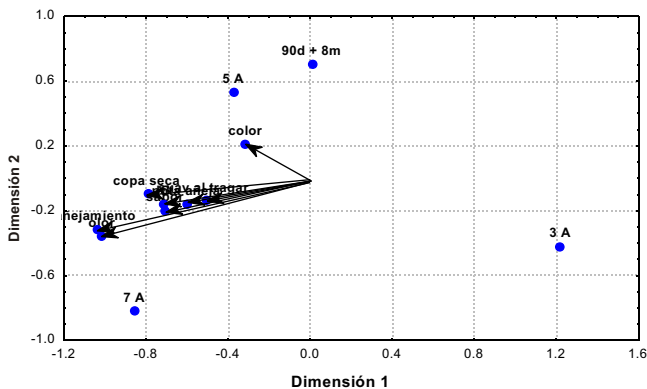


Fig. 8. Escalamiento multidimensional de la matriz distancia en relación al ron 90d+8m



fábrica 1 y 90d+8m a la prueba industrial de dicha fábrica, seguida de 8 meses en barril.

Si comparamos los datos de la Tabla VII con los de la Tabla VIII se observará que las distancias entre 90d+8m y los diferentes patrones tradicionales son mucho mas pequeñas que las obtenidas entre 90 d y dichos patrones siendo la muestra que mas se acerca en color la de 7 años, en suavidad al tragar la de 3 años y en el resto de los atributos, la de 5 años. Otro resultado a destacar es que la muestra 90d siempre se acercó a 90d+8m por el lado negativo, es decir con menos calidad lo que corrobora las transformaciones positivas que produjeron los 8 meses en barril.

La Fig 8 correspondiente al escalamiento multidimensional de la matriz de distancia obtenida a partir de la evaluación sensorial de los rones, muestra que efectivamente la muestra que más se asemeja al ron empaçado es la de 5 años.

#### 4. CONCLUSIONES

1- Los valores de las variables analizadas durante el añejamiento en cama empaçada estuvieron directamente relacionados con el contenido de viruta y con el tiempo de contacto aumentando el valor de la acidez total y fija, aldehídos, fenoles y extracto seco, y disminuyendo el pH.

2- En general los cambios producidos se corresponden en sus tendencias con los que tienen lugar durante el añejamiento natural de los rones.

4- La combinación de 90 días con 3 g/L de viruta resultó preferida en 7 de las 8 cualidades evaluadas. No obstante existen otras combinaciones que en las diferentes cualidades evaluadas no muestran diferencias significativas con esta combinación 90/3 lo que ofrece la posibilidad industrial de disponer de varias opciones que pueden ser empleadas acorde al uso planificado para el ron obtenido.

5- En los diferentes aspectos sensoriales evaluados se produjo en las muestras incremento de la calidad lograda, desde el punto de vista del añejamiento, acorde al aumento del tiempo de contacto y de la dosis de madera (nota añeja, copa seca, sabor, añejamiento, calidad global).

6- Se obtuvo gran coincidencia en el comportamiento de las variables a escala piloto en la industria y los resultados a escala de laboratorio lo que constituye una ventaja de esta tecnología.

7- En cuanto a los fenoles, en las muestras de laboratorio, como tendencia, se obtuvo efecto de la dosis de madera pero no así del tiempo, y en los productos tradicionales, generalmente la concentración aumenta con el tiempo todo lo cual es lógico pues mientras que al emplear la viruta la extracción es rápida lo que hace que el tiempo no sea significativo, en la industria tradicional la extracción es lenta por lo que el tiempo es significativo. En general tanto los valores de las muestras de laboratorio como los de las muestras a escala piloto, se encuentran dentro de los rangos de las muestras tradicionales y en algunos casos como es la vainillina y el siringaldehído presentan concentraciones mayores que las muestras tradicionales.



8- Las muestras que mas se parecen al ron industrial de 90 días son en color las de 5 y 7 años, en olor las de 5 y 4, en nota añeja las de 5 y 4, en copa seca también las de 5, 4 y 3, en sabor las de 5 y 3, en añejamiento las de 5 y 3, en la suavidad al tragar las de 4, 5 y 3 y en la impresión general las de 5 y 4 años

9- La matriz de distancias euclidianas entre muestras y el análisis de proximidades permiten concluir que el ron de 5 años, seguido del de 3 y finalmente del de 4 son los que mas se asemejan al ron empacado de 90 días con la tecnología ensayada.

9- El ron empacado durante 90 días seguido de 8 meses de añejamiento natural fue superior al de 90 días empacado, mostrando una mayor similitud con el de 5 años que el de 90 días, así como una mayor cercanía con el de 7 años.

## 5 BIBLIOGRAFÍA

1- Artajona L. Caracterización del roble según su origen y grado de tostado mediante la utilización de G.C. y H.P.L.C. *Viticultura y Enología profesional* No 14, 61-72, 1991.

2- Blanco I. Estudio del tratamiento térmico de las virutas de roble en la elaboración de extractos para la producción de rones. Tesis. Facultad de Ingeniería Alimentaria. ISPJAE. 2004

3- Boidron J.N.; Chatonnet. P.; Pons M. Influence du bois sur certains substances odorantes des vins *Conn. Vigne et Vin* 22(4), 275-294, 1988.

4- Chatonnet P, Boidron N., Pons M. Incidence du traitement thermique du bois de chene sur la composition chimique. 2a partie. Evolution de certains composés en fonction d l'intensité de brulage. *Conn. Vigne et Vin* 23, 223-250, 1989.

5- Cutzach I; Chatonnet P; Henry R; Dubourdiou D.J. Identification of volatile compounds with a toasty aroma in heated oak used in barrel making.. *Food Chem.* 45, 6, 2217-2224, 1997.

6- Fischer U. The contribution of wooden barrels to the sensory properties of spirits. *Kleinbrennerei* 49(9) 208-211, 1998

7- Henry C. Efectos del tratamiento de la madera sobre la composición de rones durante el añejamiento no convencional. Tesis. Facultad de Biología. Departamento de Alimentos U.H. 1981.

8- Jimenez M y col. Influence of wood treatment temperature and maceration time on vanillin, syringaldehyde and gallic acid contents in oak wood and wine spirit mixtures. *American Journal of Enology and Viticulture* 47, 441-446, 1996.

9- Masson E.;Baumes R.; Moutounet M.; Puech JL. The effect of kiln drying on the levels of ellagitannins and volatile compounds of European oak (*Quercus petraea* Liebl.) stave wood. *American Journal of Enology and Viticulture* 51(3) 201-214, 2000

10- Puech J.L. ; Leanté R ; Elot G. Etude de la lignine et de ses produits du degradation dans les eaux de vie du cognac. *Bulletin Groupe Polyphenol* (11) 605-611, 1982

11- Puech J.L. Phenolic compounds in oak wood extracts used in the ageing of brandies. *Journal of Food Science and Agriculture.* 42, 165-172, 1988.

12- Queris O. Efecto del tostado de la viruta de roble sobre la composición de los extractos. En: *Memorias 7ª Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos.* La Habana 2000, pag. 4.3

13- Queris O. Contenido de lactonas de roble y polifenoles en rones añejados en sistema de cama empacada. En: *Memorias Festival Internacional del Ron.* La Habana 2004, p. 111-131.

14- Sarni F, Moutounet M., Puech J.L. Effects of heat treatment of oak wood extractable compounds. *Rabier P Holzforze* 44 (6) 461-466, 1990.

15- Sauvageot F, Feuillat F. *American Journal of Enology and Viticulture* 50 (4) 447-455, 1999.

16- Scalbert A; Monties B; Janin G. *Actes du 20 Colloque des Sciences et Industries du bois.* Tome 2 : 261-268, 1987.

17- Serrate M.A. Estudios sobre tratamientos a aplicar a la madera de roble para su empleo en el añejamiento de destilados. Tesis. Facultad de Biología, Departamento de Alimentos, U.H. 1981.

18- Suomalainen H., Nykanen L. Investigation on the aroma of alcoholic beverages. *Process Biochem.* 5, 13, 1970.