FACTORES QUE AFECTAN LA INTERACCIÓN CORCHO-VINO

González Adrados, J.R.[1*]; García Vallejo, M.C.[1]; Moliner Recuero, M.[2]; González Hernández, F[1]; Vega García, R.[1]; Ortega Fernández, C.[1]

[1]CIFOR-INIA, Ctra. de la Coruña, km. 7. 28040 Madrid
[2]*Institut Catalá del Suro.Cork Center Laboratory*.C/ Hortal d'en Pou, 60. 17200 Palafrugell
[*] correspondencia: adrados@inia.es

Resumen

Se ha estudiado la influencia de distintos tratamientos superficiales aplicados a dos tipos de tapón de corcho (natural y 1+1) sobre los parámetros que caracterizan la interacción corcho – vino: migración global y absorción. La migración global se ha determinado con el tapón introducido en el gollete (normativa ISO) obteniendo unos valores que oscilan entre 5,3 y 26,5 mg/tapón. La migración mínima atribuible al tratamiento superficial oscila entre 2,8 y 6,0 mg/tapón, mientras que la causada por los productos naturales del corcho varía entre 5,3 mg/tapón (tapón natural) y 12,0 mg/tapón (tapón 1+1). La mayor parte de la variabilidad es atribuible al tipo de tapón, siendo el tratamiento superficial un factor de menor significación. En la práctica su efecto se reduce a la existencia o no de tratamiento, siendo mínimas las diferencias entre los distintos tratamientos ensayados. El tratamiento superficial consigue reducir la absorción a valores entre 1/2 y 1/6 de los obtenidos en los tapones sin tratamiento, lo que refleja su efecto amortiguador sobre la interacción. Se han ensayado metodologías alternativas más sencillas para la determinación de la migración global, sin obtener resultados comparables.

PALABRAS CLAVE: tapón, tratamiento superficial, migración global, absorción

INTRODUCCIÓN

La idoneidad del corcho como material utilizable en el tapamiento de los vinos se basa, entre otras propiedades, en su baja reactividad química, que es la resistencia que presenta a ser degradado por la acción del líquido con el que está en contacto.

Una de las variables que mejor expresa este comportamiento es la migración global (cantidad de sustancia cedida por el tapón al vino), que es la herramienta más importante para medir la calidad de un producto desde el punto de vista del contacto con los alimentos (SÁNCHEZ SÁEZ, 2005). La importancia de esta variable queda reflejada en la reciente aparición de la Resolución AP 2004 del Consejo de Europa, relativa al corcho en contacto con los alimentos, que fija un límite máximo para la migración global de 60 mg por kg de alimento o simulante, el mismo fijado por la legislación actual para los plásticos (RD 118/2003, de 31 de enero). La intensidad de la interacción corcho-vino puede estudiarse también a través de otras variables como la absorción de líquido por parte del tapón, de menor trascendencia para la seguridad alimentaria (GARCÍA-VALLEJO *et al*., 2000), aunque no para la calidad de los vinos.

Hoy en día, esta interacción se ve modificada por la aplicación de tratamientos superficiales al tapón de corcho, tal y como recoge el Código de Buenas Prácticas Corcho-Taponeras (CELIÈGE, 2003). Éstos consisten básicamente en la aplicación de una fina película de parafina y/o silicona, que persigue reducir la absorción de líquido y facilitar tanto la inserción como la extracción de los tapones de la botella, gracias a la disminución del coeficiente de rozamiento corcho/vidrio.

El objetivo de este trabajo es estudiar la influencia que tienen sobre la interacción corcho/vino los factores directamente relacionados con el proceso de fabricación del tapón; en concreto, el tipo de tratamiento superficial y el tipo de tapón. Para aislar estos factores, el estudio se plantea manteniendo fijo tanto el líquido de contacto como las condiciones de almacenamiento (tiempo, temperatura y posición de la botella).

La metodología utilizada para la determinación de la migración global es la recogida en la norma ISO 10106:2003. Dado lo laborioso de esta metodología se plantea como objetivo secundario el estudio de metodologías alternativas, más rápidas y sencillas que ésta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras

Se han utilizado dos tipos de tapón: “natural” (tapón de una pieza de corcho natural) y “1+1” (tapón con cuerpo de corcho aglomerado y un disco de corcho natural en cada cabeza), a los que se han aplicado cinco procesos de tratamiento superficial distintos en la fase de acabado (tabla1). Todos los tapones han sido sometidos en primer lugar a un enjuagado. A continuación se ha apartado un primer lote de tapones, que no se ha sometido a ningún tratamiento más, y que actúa como blanco en los ensayos (T1). Sobre el resto de la muestra se han realizado las operaciones de lavado blanqueante con peróxido y revestimiento teñido, (habitualmente denominada “igualado”, operación que da uniformidad al color mediante el empleo de un colorante apto para el uso alimentario). Posteriormente, se ha apartado un segunde lote de tapones, identificado como T2. Los tapones restantes se han dividido en tres lotes, a los que se han aplicado por separado los tratamientos T3, T4 y T5. El tratamiento T4 fue diferente para cada tipo de tapón, como muestra la tabla 1. Todos los tratamientos fueron aplicados en la planta piloto del *Institut Catalá del Suro*.

Determinación de la migración global

Se han ensayado tres metodologías distintas:

Método ISO (ISO 10106:2003): cada tapón se introduce en una botella de 375 ml, que previamente ha sido rellenada con 100 ml de solución etanólica al 12%. Las botellas se mantienen en posición invertida en una cámara climática a 40˚C y 60% HR durante 10 días. Pasado este tiempo se retira el tapón, y se procede a la determinación de la migración global, reuniendo en un matraz el líquido procedente de tres botellas (300 ml), que es filtrado y llevado a sequedad para determinar su residuo seco. El resultado se expresa en mg/tapón.

Método M40: se sumergen completamente 3 tapones en 230 ml de solución, manteniéndolos en maceración durante 24 horas a 40°C. Pasado este tiempo se procede igual que en el método ISO descrito anteriormente.

Método M60: se procede igual que en el método M40, pero sometiéndolo a una temperatura de maceración de 60°C.

Para cada combinación de los dos factores (tipo de tapón y tratamiento, 10 combinaciones en total) se realizaron 3 determinaciones en el caso de la metodología ISO, y 5 con las metodologías M40 y M60.

Determinación de la absorción

Además de la migración global, se ha determinado la absorción en los tapones naturales ensayados mediante la metodología ISO. Para ello, todos los tapones han sido climatizados a 20˚C y 65% HR, y se ha determinado su peso de forma individual antes de su introducción en la botella. Inmediatamente después de la extracción, cada tapón ha sido pesado de nuevo, y posteriormente ha sido introducido en estufa a 103°C hasta peso constante (peso seco). La absorción se ha determinado por diferencia entre la humedad en el momento de la extracción del tapón y la humedad inicial, ambas referidas al peso seco.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa Statgraphics (SGWIN 4.1)

RESULTADOS

Los resultados relativos a la migración global según el tipo de tapón, tratamiento superficial y metodología de ensayo utilizada se recogen en la tabla 2. Como puede observarse, los valores medios oscilan entre 5,3 ±0,8 mg/tapón (tapón natural sin tratamiento superficial, metodología ISO) y 26,5 ±4,1 mg/tapón (tapón natural, tratamiento T4.2, determinación en matraz a 60°C). Se considera importante subrayar que, aún en los casos más desfavorables, estos valores están muy lejos del límite establecido por la normativa (Resolución AP2004). En el gráfico 1 se representan los datos obtenidos con la metodología ISO para los tratamientos comunes a los dos tipos de tapón.

El análisis de la influencia del tipo de tapón y del tratamiento superficial sobre la migración global, objetivo principal del trabajo, se realiza mediante un análisis de la varianza con dos factores para cada una de las metodologías empleadas, cuyos resultados se recogen en la tabla 3.

Dado que las diferencias entre tratamientos son poco significativas, se ha calculado la media del diferencial entre la migración global de los tapones T1 (sin tratamiento superficial) y la de los

tapones de los lotes T2 a T5 (con algún tratamiento superficial) con las distintas metodologías de ensayo y de forma independiente para los dos tipos de tapón. Los resultados se representan en el gráfico 2.

Finalmente, el gráfico 3 recoge los resultados del ensayo de absorción para los tapones naturales puestos en contacto con el simulante según el método ISO.

Se han realizado análisis de regresión simple entre los resultados obtenidos con las distintas metodologías de ensayo, sin que se hayan obtenido coeficientes de determinación superiores al 61%.

DISCUSIÓN

Los resultados (tabla 3) reflejan que tanto el tipo de tapón como el tratamiento superficial tienen una influencia significativa en la interacción corcho-vino, sea cual sea la metodología de ensayo aplicada. El análisis de la varianza de los datos obtenidos con la metodología ISO, refleja una mayor influencia del factor "tipo de tapón" (67% de la variabilidad de los datos - tabla 3). Esto se debe al efecto de la disposición del tejido en cada tipo de tapón (ROSA & FORTES, 1993; GIL *et al*. 2000): con el tapón introducido en la botella, la arandela del tapón 1+1 presenta la sección tangencial del corcho en contacto con el vino, con los poros y el eje principal de las células en la dirección de avance del líquido. Por el contrario, en el tapón natural lo que está en contacto con el líquido es la sección transversal, perpendicular a la anterior, que ofrece una resistencia mucho mayor a la progresión del líquido. Como consecuencia, la migración global es siempre mayor en los tapones 1+1 que en los naturales, como queda reflejado en el gráfico 1. Como se puede observar en él, la utilización del tapón natural en lugar del tapón 1+1 supone multiplicar la migración global por un coeficiente que oscila entre 0,44 (T1) y 0,64 (T2), es decir, reduce la migración global aproximadamente a la mitad.

Por el contrario, con esta metodología de ensayo (ISO), el efecto del tratamiento superficial es de menor intensidad. Como se observa en la tabla 2 y en el gráfico 1, las diferencias en términos de migración global entre los distintos tratamientos son pequeñas, y sólo alcanzan valores significativos al comparar los tratamientos T2 y T1 en los ensayos con tapón natural y los tratamientos T3 y T1 en los ensayos con tapón 1+1 (tabla 2)

En el caso de las metodologías M40 y M60, en las que el tapón se sumerge completamente, los dos factores estudiados (tipo de tapón y tratamiento superficial) siguen teniendo una influencia significativa sobre la migración global (tabla 3). Sin embargo, el análisis de la varianza muestra que la importancia relativa de cada uno varía: con la metodología M40 los dos factores tienen prácticamente la misma influencia, mientras que en la M60 es el tratamiento superficial el que absorbe la mayor parte de la variabilidad (56,6 %). El hecho de que el tipo de tapón tenga menor influencia con estas metodologías que con la metodología ISO se debe a que, al sumergir completamente el tapón, hay menos diferencias en la superficie que entra en contacto con el líquido. En ninguna metodología aparece como significativa la interacción entre el tipo de tapón y el tratamiento superficial (tabla 3).

Los resultados reflejan la existencia en todos los casos de una migración, pequeña pero medible, de los compuestos que constituyen el tratamiento superficial, como era de esperar. Con los datos de que se dispone no es posible saber qué parte de la migración global es atribuible a estos compuestos, y qué parte se debe a los compuestos naturales del corcho, ya que el tratamiento superficial tiene dos efectos opuestos: por una parte aporta sustancias que pueden migrar y, por otra, evita la migración de los compuestos naturales del corcho. La diferenciación entre estos tipos de compuestos requiere la realización de estudios de migración específica, que no son objeto de este trabajo. En cualquier caso, los datos que se exponen aquí permiten plantear dos casos extremos, que acotan el problema como se expone a continuación.

El primer extremo sería aceptar que el tratamiento impermeabiliza absolutamente el tapón e impide completamente la migración de los productos del corcho. En este caso, los valores medios de migración de los productos de tratamiento superficial (método ISO, tabla 2) oscilan entre 8,1 mg/tapón (tapón natural, T4.2) y 18,0 mg/tapón (tapón 1+1, T3), que serían límites similares, aunque ligeramente superiores, a los de los productos naturales del tapón, obtenidos en el tratamiento 1, de 5,3 mg/tapón y 12,0 mg/tapón (tabla 2, tapón natural y 1+1 respectivamente).

El extremo opuesto supondría aceptar que el tratamiento es absolutamente permeable, y no interfiere en la migración de los compuestos naturales del corcho; en este caso, los límites para la migración de los compuestos de tratamiento superficial (método ISO) se pueden calcular restando al resultado obtenido para cada tratamiento el resultado del tratamiento T1 (tapones sin tratamiento superficial). Esta diferencia de migración representa la migración mínima atribuible al tratamiento

superficial, y oscila entre 2,8 mg/tapón (tapón natural, T4.2) y 6,0 mg/tapón (tapón 1+1, T3), la mitad que en el caso anterior. Como recoge el gráfico 2 , el valor medio se sitúa en torno a los 4 mg/tapón, independientemente del tipo de tapón y de la metodología empleada, siempre que la temperatura se mantenga en los 40°C. El aumento de la temperatura hasta los 60°C favorece claramente la migración de los productos de tratamiento superficial al líquido, especialmente en el caso de los tapones naturales.

Finalmente, indicar que el efecto impermeabilizante del tratamiento superficial queda perfectamente reflejado en el gráfico 3, en el que se puede observar también la escasa diferencia entre los distintos tratamientos desde el punto de vista de la absorción de líquidos. Los datos obtenidos reflejan que el tratamiento superficial consigue reducir la absorción entre 2,5 y 6 veces, pasando del 17,1% (T1, sin tratamiento) a valores que oscilan entre 7,0% (T2) y 2,9% (T4.2) (gráfico 3).

CONCLUSIONES

Los factores estudiados en este trabajo (tipo de tapón y tratamiento superficial) tienen una influencia significativa sobre la migración global y la absorción, principales parámetros que permiten caracterizar la intensidad de la interacción corcho-vino. Si esta interacción se estudia con el tapón introducido en el gollete (metodología ISO), el factor de mayor influencia es el tipo de tapón, mientras que el tipo de producto utilizado en el tratamiento tiene una influencia menor.

Aunque los valores medios de la migración global total pueden llegar a oscilar entre 5,3 y 26,5 mg/tapón, en condiciones normales (método ISO) se puede admitir una migración debida a los productos naturales del corcho de 5,3 mg/tapón para el tapón natural y de 12,0 mg/tapón para el tapón 1+1. La migración global media mínima atribuible a los productos de tratamiento superficial oscila entre 2,8 y 6,0 mg/tapón, con una media de 4 mg/tapón, y un límite máximo de 18 mg/tapón.

En todos los casos los valores obtenidos se sitúan muy por debajo de lo exigido en la normativa para productos en contacto con alimentos (resolución AP 2004 del Consejo de Europa, RD118/2003)

La metodología de ensayo utilizada tiene una influencia notable sobre la migración global, y no se han obtenido buenas correlaciones entre las metodologías ISO y M40/M60. Las diferencias en la temperatura del ensayo, la duración o la superficie que entra en contacto con el líquido modifican sustancialmente los resultados, por lo que no ha sido posible encontrar un método rápido y fiable que sustituya el recogido por la normativa ISO.

El tratamiento superficial tiene un efecto amortiguador sobre la interacción corcho-vino, que se refleja en una considerable reducción de la absorción de líquido por parte del tapón.

BIBLIOGRAFÍA

CELIÈGE; 2003. *International Code of Cork Stopper Manufacturing Practice.*

GARCÍA-VALLEJO, M. C.; GONZÁLEZ-ADRADOS, J. R.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, F.; VEGA-GARCÍA, R. & CADAHIA, E.; 2000. Variación de la absorción de líquidos y de la migración de los componentes del tapón con el tiempo de contacto corcho-vino. *Cork and Cork Oak World Congress, Lisboa*.

GIL, A. M.; LOPES, M. H.; NETO, A.P. & CALLAGHAN, P.T.; 2000. An NMR microscopy study of water absorption in cork.. *Journal of Materials Science*. 35(8): 1891.

ROSA, M. E. & FORTES, M. A.; 1993. Water Absorption by Cork. *Wood and Fiber Science* 25(4): 339-348.

SÁNCHEZ SÁEZ, J.J.; 2005. Aspectos de seguridad alimentaria de la Resolución sobre corcho del Consejo de Europa. *Congreso Internacional alcornocales, fábricas y comerciantes, Palafrugell.*

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Mº de Educación y Ciencia a través del proyecto VIN03-011-C2, del Programa Nacional de Alimentación, que se realiza de forma coordinada entre el INIA y el *Institut Catalá del Suro.*

Los autores quieren agradecer la colaboración de Dña. Sandra García y, Dña. Mª Luisa Cáceres en la realización de los ensayos.

Tablas y gráficos

Tabla 1: Tipos de tratamiento aplicados

CÓDIGO	TRATAMIENTO	Tipo de tapón sobre el que se ha aplicado
T1	Enjuagado (blanco)	Natural y 1+1
T2	T1 + lavado blanqueante + revestimiento teñido	Natural y 1+1
T3	T2 + Silicona reticulable (con disolvente orgánico)	Natural y 1+1
T4.1	T2 + Silicona reticulable (sin parafina ni disolvente)	1+1
T4.2	T2 + Parafina + Aceite de silicona	Natural
T5	T2 + Emulsión acuosa de parafina y silicona	Natural y 1+1

Tabla 2: Migración global (mg/tapón) según el tipo de tapón, tratamiento superficial y metodología de ensayo utilizada

	Tapón Natural			Tapón 1+1		
Tratamiento	Método ISO	Método M40	Método M60	Método ISO	Método M40	Método M60
T1	5.3 ± 0.8	12.0 ± 1.8	15.4 ± 3.6	12.0 ± 2.2	8.4 ± 0.7	14.5 ± 1.0
T2	10.2 ± 3.0	14.4 ± 1.5	23.7 ± 0.8	15.9 ± 2.9	12.7 ± 0.7	20.5 ± 1.3
T3	8.2 ± 1.8	17.0 ± 4.5	22.5 ± 2.6	18.0 ± 3.9	11.8 ± 1.0	19.2 ± 1.5
T4.1	---	---	---	15.4 ± 1.7	12.4 ± 0.4	20.1 ± 1.2
T4.2	8.1 ± 2.4	13.7 ± 1.4	26.5 ± 4.1	---	---	---
T5	8.4 ± 1.1	16.1 ± 1.3	24.7 ± 4.7	15.3 ± 0.8	12.4 ± 0.8	24.5 ± 1.4

Tabla 3: Análisis de la varianza de la migración global para las tres metodologías de ensayo empleadas. Sólo se consideran los tratamientos comunes a los dos tipos de tapón.

Metod.	Fuente	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	P
ISO	Efectos principales					
	Tapón	317.19	1	317.19	59.14	0.0000
	Tratamiento	78.59	3	26.20	4.88	0.0135
	Interacción					
	Tapón - Tratamiento	13.65	3	4.55	0.85	0.4874
	Residuo	85.18	16	5.36		
	Total (corregido)	495.26	23			
M40	Efectos principales					
	Tapón	128.00	1	128.00	34.56	0.0000
	Tratamiento	118.47	3	39.49	10.66	0.0001
	Interacción					
	Tapón - Tratamiento	14.47	3	4.82	1.3	0.2907
	Residuo	118.53	32	3.70		
	Total (corregido)	379.46	39			
M60	Efectos principales					
	Tapón	35.84	1	35.84	5.84	0.0216
	Tratamiento	502.76	3	167.59	27.30	0.0000
	Interacción					
	Tapón - Tratamiento	19.01	3	6.34	1.03	0.3915
	Residuo	196.41	32	6.14		
	Total (corregido)	754.02	39			

Gráfico 1: Migración global (método ISO) según el tipo de tapón y tratamiento superficial, para tratamientos comunes a ambos tipos de tapón.

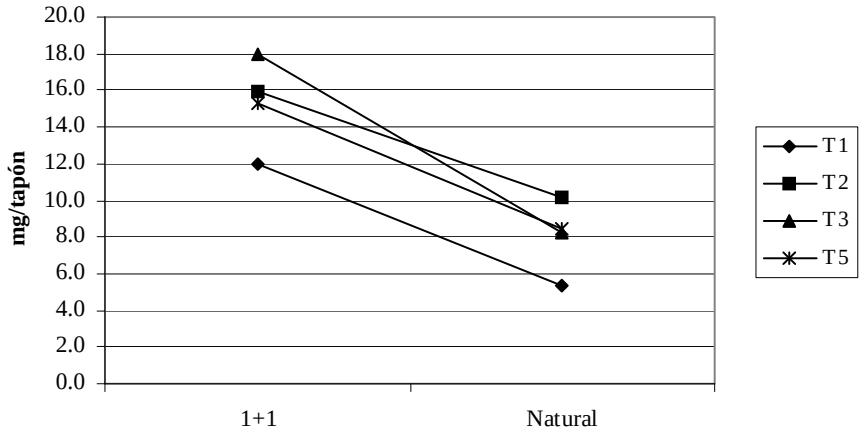


Gráfico 2: Diferencial de migración global entre los tapones tratados (media T2 a T5) y no tratados (T1) según el tipo de tapón y la metodología de ensayo.

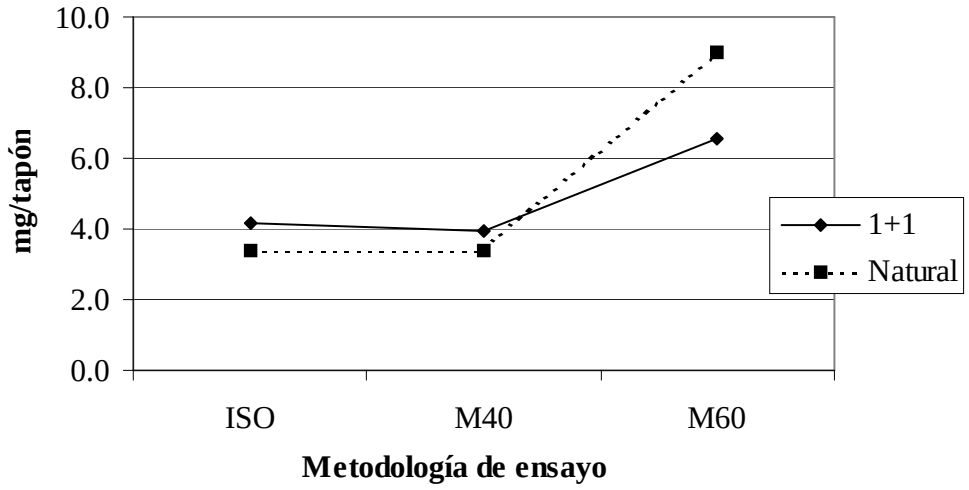
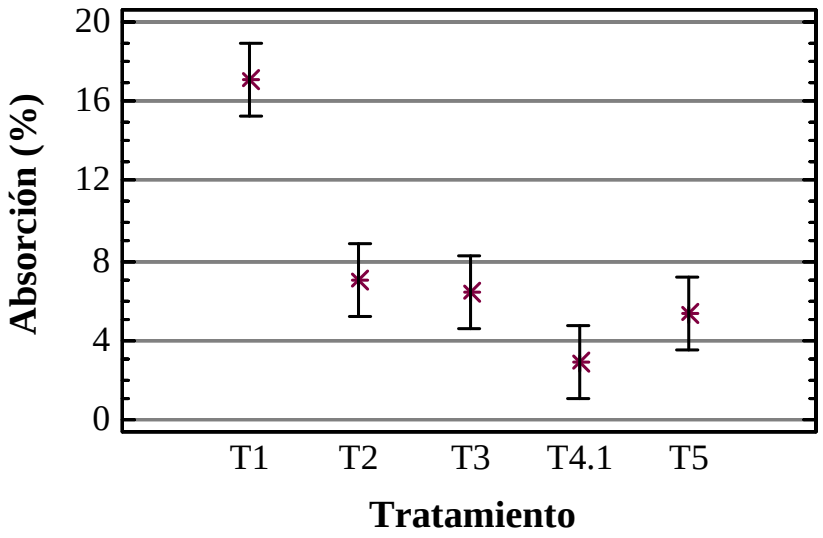


Gráfico 3: Absorción media (±95% LSD) según el tipo de tratamiento (tapón natural, método ISO)


Absorción (%)
20
16
12
8
4
0
T1
T2
T3
T4.1
T5
Tratamiento