

Estudio de la idoneidad de los tableros contrachapados de chopo para su uso en contacto con alimentos

(Referencia: 261.I.1809.525.ES.01)

Solicitante: AEFCON

Valencia, 28 de septiembre de 2018

Siguiendo el plan de trabajo del proyecto, se presentan los resultados de la primera etapa.

Etapas 1: Identificación de sustancias y legislación aplicable

Objetivo

El objetivo de esta etapa es conocer las posibles sustancias, de tableros representativos de las empresas asociadas a AEFCON, que presenten una probabilidad no despreciable de migrar a los alimentos, teniendo en cuenta que la madera y la cola puedan proceder de diferente origen, así como ser distinto el proceso de fabricación. Por tanto, en esta primera etapa no se realiza un estudio de la migración de sustancias, sino del contenido de las mismas en las muestras, obteniendo así la información del potencial de sustancias que pueden pasar al alimento cuando entren en contacto con él. En etapas posteriores se llevará a cabo dicha migración simulando diferentes condiciones de contacto.

Muestras

Los tableros estudiados han sido remitidos por empresas representativas del sector, distribuidas por toda España. Cada empresa ha contribuido con un tipo de tablero, todos ellos fabricados con 3 chapas de chopo y encoladas entre sí con adhesivo de urea-formaldehído (UF). Se trata de 14 empresas que, por número, formato y mercado se pueden considerar que son un claro exponente del tipo de proceso y producto de las empresas fabricantes de envases de madera para frutas y hortalizas en España.

Análisis

Inicialmente se propusieron los siguientes parámetros a estudiar. Hay que tener en cuenta que cada uno de ellos puede abrir un abanico de posibilidades, en función de las sustancias que aparezcan en los resultados de los análisis correspondientes.

Análisis realizados:

- a) Contenido en metales pesados (los indicados en el Reglamento 10/2011 y posteriores modificaciones)
- b) Contenido en compuestos orgánicos volátiles (COV) y semivolátiles (COSV)
- c) Contenido en formaldehído
- d) Contenido y naturaleza de las cenizas
- e) Contenido en los principales biocidas

Métodos de ensayo

Los métodos de ensayo se describen en los siguientes párrafos. Algunos de ellos están de acuerdo a normas que se han podido adaptar fácilmente a las características de las muestras analizadas, mientras otros son métodos propios desarrollados para poder obtener la mayor

información posible respecto a las sustancias que contienen las muestras y que pueden ser capaces de migrar hacia el alimento.

Contenido en metales pesados

Tras digestión ácida de las muestras por microondas (EPA 3051), se determinan los metales a través de emisión atómica (ICP-OES), (UNE-EN ISO 11885).

Contenido en compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles

Tras extracción con metanol utilizando ultrasonidos, se determinan los compuestos orgánicos Volátiles por cromatografía de gases, detector de masas (GC-MS).

Contenido en formaldehído

Debido que para tablero contrachapado no se aconseja utilizar el método del perforador para determinar el contenido en formaldehído, se ha adaptado este método (UNE-EN ISO 12460-5) a las muestras de tablero contrachapado. Tras extracción por reflujo con tolueno, se realiza una extracción líquido-líquido del formaldehído con agua. El formaldehído se determina colorimétricamente mediante su reacción con acetilacetona con acetato amónico.

Contenido y naturaleza de las cenizas

El contenido en ceniza se determina a partir de la masa que queda tras someter a la muestra bajo condiciones controladas de tiempo, peso de la muestra y temperatura (550 °C). Las cenizas se caracterizan por espectroscopía infrarroja (IR)

Contenido en los principales biocidas

Tras extracción con metanol utilizando ultrasonidos, se determinan los conservantes de la madera por cromatografía de gases, detector de masas (GC-MS).

Resultados

Cenizas

Valor medio (%)	Desviación (%)	Valor máximo (%)	Valor mínimo (%)	Naturaleza de las cenizas
0,82	0,58	2,69	0,46	Principalmente mezcla de carbonato de calcio y óxido de silicio

Tabla 1.- Resultados del contenido en cenizas.

Humedad

Valor medio (%)	Desviación (%)	Valor máximo (%)	Valor mínimo (%)
7,01	0,70	7,77	5,02

Tabla 2.- Resultados del parámetro humedad.

Formaldehído

Valor medio (mg/kg)	Desviación (mg/kg)	Valor máximo (mg/kg)	Valor mínimo (mg/kg)
13	8,87	37	5,13

Tabla 3.- Resultados del contenido en formaldehído.

Metales

Metal	Contenido medio (mg/kg)	Desviación (mg/kg)	Valor máximo (mg/kg)	Valor mínimo (mg/kg)	Límite de migración (mg/kg)
Ba	2,6	3,36	13,1	0,3	1
Co	< 0,1	0,08	0,2	< 0,1	0,05
Cu	3,5	2,97	9,8	< 0,1	5
Fe	58,9	150	542	5,7	48
Li	1,7	0,27	2	1,1	0,6
Mn	2,4	2,62	10,7	0,7	0,6
Zn	15,3	9,82	42,9	5,4	5
Al	80,1	183	611	2,2	1
Ni	2,3	3,08	12,5	0,90	0,02

Tabla 4.- Contenido en metales.

Los valores medios mostrados en la tabla 2 corresponden al contenido en metales en las muestras y no son comparables directamente con los valores de límite de migración (columna de la derecha).

Contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Número CAS	Compuesto
32811-40-8	Trans-coniferyl alcohol
20675-96-1	Trans-sinapyl alcohol
559-70-6	β -amyrin
99-96-7	4-hidroxybenzoic acid
57-10-3	Palmitic acid
7329-69-3	1,2-Diguaiacylmethane
108-95-2	Phenol
121-33-5	Vanillin
112-39-0	Methyl palmitate
13058-52-1	Methyl 9-cis, 11-trans octadecadienoate
7786-61-0	4-vinyl guaiacol
293-30-1	1,3,5,7-tetraoxocane
100-51-6	Benzyl alcohol
87345-53-7	Sinapaldehyde

Tabla 5.- Resultados del estudio del contenido en compuestos orgánicos. Compuestos mayoritarios encontrados en las muestras de tablero.

Los tres primeros compuestos se encuentran, en diferentes proporciones, en la mayoría de tableros estudiados, mientras que el resto de compuestos aparecen solo en unas pocas muestras.

Conclusiones de la primera etapa

De los resultados obtenidos se concluye:

- Todas las muestras presentan un contenido en humedad entre 5 % y 8 %
- El 86 % de las muestras presentan un contenido en cenizas entre 0,5 % y 0,9 %
- A excepción de una muestra, es decir, en el 93 % de las muestras estudiadas, la carga de las mismas es una mezcla de carbonato de calcio y óxido de silicio. La muestra restante tiene solo carga de óxido de silicio (sustancia también presente en la mezcla arriba indicada), siendo, además, la que mayor porcentaje de cenizas exhibe (2,7 %). Estas cargas no son en principio preocupantes para contacto alimentario.
- El contenido en formaldehído estudiado en la tabla 1, debido a la ausencia de método específico para tablero contrachapado, se ha realizado por un método no normalizado. Los datos se deben tomar como valores comparativos entre las muestras estudiadas. Se pueden clasificar en tres grupos:
 - o Bajo: de 5 mg/kg a 8 mg/kg
 - En este grupo se clasifica el 36 % de las muestras ensayadas
 - o Medio: de 11 mg/kg a 15 mg/kg
 - En este grupo se clasifica el 36 % de las muestras ensayadas
 - o Alto: de 20 mg/kg a 37 mg/kg
 - En este grupo se clasifica el 29 % de las muestras ensayadas

Respecto al valor de formaldehído encontrado en los tableros estudiados, en una fase más avanzada del proyecto se estudiará la emisión de formaldehído según norma UNE-EN ISO 12460-3, seleccionando muestras de cada uno de los grupos, con el fin de poder relacionar estos contenidos con emisiones según norma (no se debe confundir emisión con migración). En todo caso, la emisión se podría relacionar con la migración que se daría cuando el tablero se utilizara en condiciones secas (frutas y hortalizas), ya que en la migración que se produce en seco hacia los productos contenidos en envases hortofrutícolas, el formaldehído se encuentra en fase gaseosa y puede llegar a adherirse a dichos productos. Dado los valores obtenidos, podría haber cierto potencial para la migración de formaldehído en contacto con alimentos, en algunas de las muestras
- Del contenido en metales, se concluye (teniendo en cuenta que el contenido se compara con el límite de migración establecido en el Reglamento 10/2011 y posteriores modificaciones):

Ba	14 % por debajo límite migración; 64 % por encima límite migración, pero por debajo 5 mg/kg (es de esperar que la migración sea adecuada); 7 % por encima de 10 mg/kg
Co	86 % no se detecta metal; 14 % da 0,2 mg/kg
Cu	79% por debajo límite migración; 21 % por encima del límite migración
Fe	86 % por debajo del límite; 14 % altísimo
Li	100 % por encima del límite, pero son valores bajos
Mn	100 % por encima del límite, pero son valores bajos, a excepción de 2 valores que dan algo altos
Zn	100 % por encima del límite, 4 valores algo altos
Al	100 % por encima del límite, 3 valores muy altos
Ni	100 % por encima del límite, 1 valor algo alto

De esto se deduce que:

- o todos los metales analizados se deben incluir como candidatos a migración
- o en función de los resultados obtenidos en contenido, es de esperar que no haya problemas en la migración, pero esporádicamente podría haber algún valor superior al límite correspondiente en algunos de los metales (Fe, Mn, Zn y Al, principalmente)

- Del contenido en compuestos orgánicos, se deduce:

Se puede observar la presencia de los tres primeros compuestos de la tabla 3 en la gran mayoría de tableros estudiados. Además, éstos se presentan en los tableros en cantidades más elevadas a los demás compuestos identificados:

- a) Trans-coniferyl alcohol y Trans-sinapyl alcohol: Compuestos químicos naturales que forman parte de los principales monolignoles (fitoquímicos que actúan como materia prima para la síntesis de lignina o lignanos).
- b) β -amyrin: compuesto químico natural estrechamente relacionado con el triterpeno.

El resto de compuestos químicos identificados se presenta en menores cantidades:

- a) 4-hidroxybenzoic acid: compuesto químico natural que se encuentra en plantas y frutos. Es un derivado fenólico del ácido benzoico.
- b) Palmitic acid: compuesto químico natural (ácido graso saturado de cadena larga). Es el ácido graso más común encontrado en animales, plantas y microorganismos.
- c) 1,2-Diguaiacylmethane: compuestos químicos naturales de la familia de los estilbenoides. Se encuentran solamente en determinados géneros de vegetales. Debido a su diversidad y complejidad química, las cuales les confieren ciertas actividades biológicas, tienen gran interés farmacológico.
- d) Phenol: Este compuesto químico se presenta en la naturaleza en diferentes maderas.
- e) Vanillin: Compuesto químico natural de la familia de los fenoles, en concreto se trata de un aldehído fenólico.
- f) Methyl palmitate: derivado natural del ácido palmítico.
- g) Methyl 9-cis, 11-trans octadecadienoate: compuesto químico natural derivado del ácido linoleico - metil ésteres.
- h) 4-vinyl guaiacol: Compuesto químico natural de la familia de los fenoles. Se utiliza para dar un sabor específico en algunas cervezas.
- i) 1,3,5,7-tetraoxocane: no se encuentra información relevante sobre este compuesto, aunque e podría provenir de la madera (biocida natural) y/o del adhesivo

- j) Benzyl alcohol: Compuesto químico natural utilizado en aceites esenciales.
- k) Sinapaldehyde: Compuesto químico natural de la familia de los fenoles. Forma parte de la ruta de la síntesis de la lignina.

Por tanto:

En la mayoría de los tableros estudiados (contenido en compuestos orgánicos) se identifican tres sustancias químicas de origen natural: Trans-coniferyl alcohol, Trans-sinapyl alcohol y β -amyrin. Además de ser las que se encuentran en la mayoría de los tableros, lo hacen en concentraciones mayores a las otras sustancias identificadas.

Todos los compuestos químicos identificados en el estudio del contenido de compuestos orgánicos pueden ser de origen natural, pero no están presentes en todos los tableros. Hay que tener en cuenta que la composición de la madera depende, aparte de la especie, de sus condiciones de crecimiento.

Las concentraciones en las que se encuentran estos compuestos son relativamente bajas. Aun así, se ha de tener en cuenta que las concentraciones corresponden al contenido de compuestos en el tablero de madera y, en caso de considerar la posible peligrosidad de alguna de estas sustancias, se debería estudiar su migración en las condiciones de uso del tablero.

- Respecto a los biocidas, se deduce:

Tras extracción con disolvente orgánico y posterior análisis del extracto por cromatografía de gases-masas (GC-MS), no se detecta la presencia de ningún biocida, por lo que no es necesario el estudio de la migración de biocidas en este tipo de productos

Etapa 2: Ensayos de migración

Objeto

Una vez establecidas en la primera etapa qué sustancias están presentes, habitualmente, en las muestras de tableros contrachapados de 3 mm de espesor, fabricadas con chopo, que puedan ser, potencialmente, no adecuadas para entrar en contacto con alimentos, se procede al estudio de la migración de las mismas desde los tableros a los alimentos. Asimismo, también se estudia la migración de aquellas sustancias que, sin haber sido detectadas en los ensayos realizados, por su peligrosidad y mención de forma generalizada en la legislación sea conveniente su estudio.

Muestras

Los tableros estudiados en esta segunda etapa han sido remitidos por las mismas 14 empresas que en la primera, estando fabricados de igual manera, con madera de chopo y con resinas de urea-formaldehído (UF). Cada empresa ha contribuido con un tipo de tablero, todos ellos fabricados con 3 chapas de chopo.

Análisis

Dado que se trata de evaluar la capacidad de migración que las sustancias tienen de pasar desde el tablero contrachapado a los alimentos, los análisis han de contemplar los simulantes y condiciones de ensayo, temperatura y tiempo de contacto, que reproduzcan el uso habitual del tablero contrachapado como material del envase.

El uso mayoritario de estos tableros es para envases de hortalizas y frutas.

Además, el estudio de la migración se realiza teniendo en cuenta los resultados de la primera etapa que, a grandes líneas, son:

- Tras extracción con disolvente orgánico y determinación de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) por cromatografía de gases-masas (GC-MS), se identifican varios compuestos orgánicos de origen natural
- Tras el estudio del contenido en formaldehído de los tableros a través de métodos internos, se observa que este parámetro puede ser elevado en algunos tableros, por lo que es un factor a tener en cuenta en posteriores estudios
- Tras el estudio del contenido en metales, se observa que éstos se encuentran en unas cantidades que obligan a considerarlos en el estudio de migración
- Tras extracción con disolvente orgánico y posterior análisis del extracto por cromatografía de gases-masas (GC-MS), no se detecta la presencia de ningún biocida. No es necesario el estudio de la migración de biocidas en este tipo de productos

Por ello, se propone estudiar:

- La migración específica de metales (Aluminio, bario, cobalto, cobre, hierro, litio, manganeso, níquel, zinc) con simulante acuoso para alimentos que pueden “mojar” el envase de madera y son ácidos (como es el caso de las fresas).
- La migración de compuestos orgánicos volátiles que se produce en contacto con alimentos secos
- La migración de formaldehído que se produce en contacto con alimentos secos

Métodos de ensayo

Para la realización del estudio, se han seleccionado ensayos basados en el Reglamento 10 de 2011 de la Comisión, de 14 de enero de 2011, sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos (y sus posteriores modificaciones: Reglamento 1282/2011, Reglamento 2016/1416 y Reglamento 2017/752), por tratarse de la reglamentación más reciente que se encuentra desarrollada técnicamente. Aun así, los métodos no son exactamente iguales, sino que sirven de punto de partida, debido a que se han realizado métodos elaborados por AIDIMME que se adaptan mejor a la idiosincrasia de los tableros contrachapados.

Dicha legislación indica que:

- para el estudio de la migración específica de metales en el producto para alimentos ácidos, como es el caso de las fresas, se debe utilizar como simulante el ácido acético (B) en condiciones ambientales. El tiempo de uso del envase en contacto con los alimentos que éste contiene se estima inferior a 10 días, por tanto, el ensayo se debería realizar, según lo indicado en el Reglamento 10/2011 (de materiales y objetos plásticos), durante 10 días a 40 °C. Por otro lado, también se debe tener en cuenta la experiencia extraída de estudios realizados por AIDIMME en tableros de madera y derivados, según la cual, el contacto directo de este tipo de material con los simulantes acuosos provoca un cambio físico sobre los productos de madera (suspensión acuosa de fibras de madera) que no se produce en las condiciones reales de uso. Por otro lado,
 - ni la cantidad de simulante en contacto con la superficie de muestra de ensayo es la misma que la cantidad de líquido que emite la fruta en contacto con el tablero
 - ni la superficie de ensayo es la misma que la superficie de fruta que se encuentra en contacto con los alimentos
 - ni el tiempo de contacto de la fruta liberando líquido es el mismo que el tiempo de la fruta dentro del envase

Por ello se han modificado las condiciones en las que se han llevado a cabo los ensayos de migración específica de metales en las muestras de tableros contrachapados respecto a lo indicado por el Reglamento 10/2011, de materiales y objetos plásticos, (10 días a 40 °C), habiendo sido de 24 horas a 40 °C.

A la experiencia de AIDIMME hay que añadir que el periodo de ensayo elegido para llevar a cabo este estudio, 24 horas, se observa en normativas sobre contacto alimentario en otros materiales porosos como los materiales celulósicos.

- Para el estudio de la migración específica de formaldehído en contacto con alimentos secos se debe utilizar el simulante E (Tenax), según el Reglamento 10/2011, de materiales y objetos plásticos. Tras diferentes pruebas realizadas en AIDIMME y posterior consulta bibliográfica, se concluye que el simulante E, Tenax, no se debe utilizar para el estudio de la migración específica de formaldehído debido a la poca estabilidad del formaldehído en el absorbente Tenax. Dada esta circunstancia, dicha migración se analiza a través del estudio de la emisión de formaldehído del tablero según la norma EN ISO12460-3 “Tableros derivados de la madera: Determinación de la emisión de formaldehído. Parte 3: método de análisis de gas”. Este método de ensayo representa una forma natural de emisión de formaldehído a una temperatura elevada, para así poder acelerar el proceso de emisión.
- Para el estudio de la migración específica en contacto con alimentos secos, se debe utilizar el simulante E (Tenax), según el Reglamento 10/2011, de materiales y objetos plásticos. En este caso, AIDIMME ha optado por el estudio de los Compuestos Orgánicos Volátiles que se emiten desde las muestras a través de la técnica de espacio de cabeza (Head Space, HS) y posterior análisis cromatográfico (GC-MS), debido a que el Tenax da lugar al problema arriba indicado y a que con el método empleado se puede medir el potencial de emisión de COV hasta temperaturas superiores a las que tienen lugar durante el uso del envase.

A continuación, se resumen las condiciones de los ensayos realizados en las muestras.

Simulante	Condiciones	Parámetro estudiado	Metodología
Ácido acético 3 % B	24 horas, 40 °C	Migración específica de metales	Reglamento 10/2011
Basado en el simulante E	4 horas, 60 °C	Migración específica de formaldehído	EN ISO12460-3
Basado en el simulante E	10 días, 40 °C	Migración específica de Volátiles (COVs)	HS GC-MS

Tabla 6.-Relación de ensayos solicitados y metodología aplicada.

Migración específica de metales pesados

Un área definida de la muestra se pone en contacto con el simulante en las condiciones de ensayo. Tras la finalización del ensayo, se toma el simulante y se analizan los metales que han migrado hacia el simulante a través de la emisión atómica acoplada a plasma de argón (ICP-OES), (UNE-EN ISO 11885).

Migración específica de compuestos orgánicos volátiles a través de cromatografía por Head Space

Tras colocar la muestra en un vial de Head Space, ésta se mantiene durante el periodo de ensayo en las condiciones definidas. Al concluir el ensayo, se inyecta la muestra en el cromatógrafo de gases para estudiar los compuestos orgánicos que se hayan podido liberar.

Migración específica de formaldehído

Por lo todo lo comentado anteriormente, la migración específica de formaldehído se ha realizado a través de la norma UNE-EN ISO 12460-3. A través de esta norma se estudia la emisión de formaldehído que se produce en las condiciones de ensayo (60 °C, 4 horas con arrastre de gas). Todo el formaldehído se recoge sobre líquido absorbente y el formaldehído se determina por el método de la acetilcetona con acetato amónico. El valor de la migración se expresa en mg/kg aplicando un coeficiente superficie/volumen de 6 dm² por kg de alimento.

Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

Migración específica de metales

Metal	Migración media (mg/kg)	Desviación (mg/kg)	Valor máximo (mg/kg)	Valor mínimo (mg/kg)	Límite de migración (mg/kg)
Ba	0,02	0,01	0,05	0,01	1
Co	< 0,01	-	0,01	-	0,05
Cu	0,01	-	0,01	-	5
Fe	0,01	-	0,09	-	48
Li	0,01	-	0,01	-	0,6
Mn	0,05	0,05	0,23	0,01	0,6
Zn	0,08	0,03	0,13	0,03	5
Al	< 0,01	-	0,01	-	1
Ni	< 0,01	-	< 0,01	-	0,02

Tabla 7.- Migración específica de metales.

Migración específica de Compuestos Orgánicos Volátiles

Se identifican compuestos como el hexanal o algún hidrocarburo alifático, en muy baja concentración, no observándose los detectados en el ensayo de contenido por no tener éstos suficiente capacidad de migración bajo las nuevas condiciones de ensayo que se utilizan en el uso real.

Migración específica de formaldehído

Por último, se muestran los resultados del estudio de la migración específica de formaldehído.

Valor medio (mg/kg)	Desviación (mg/kg)	Valor máximo (mg/kg)	Valor mínimo (mg/kg)	Límite de migración (mg/kg)
0,44	0,54	2,26	0,14	15

Tabla 8.- Resultados de la migración de formaldehído en las muestras de tablero contrachapado.

Conclusiones

Se ha realizado un estudio de la aptitud de diferentes tableros contrachapados (cada uno fabricado por una empresa diferente), teniendo en cuenta que el uso previsto de dichos tableros es el de la fabricación de envases hortofrutícolas.

El Reglamento 10/2011 de materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos, uno de los pocos Reglamentos desarrollados técnicamente y el más extenso, refleja que para tal uso se establece el simulante E como simulante a estudiar en los siguientes casos:

- frutas frescas o refrigeradas sin pelar ni cortar y
- hortalizas secas o deshidratadas, enteras, troceadas o en forma de harina o polvo

Al no existir Reglamento específico para materiales de madera y derivados destinados a entrar en contacto con alimentos, el estudio se ha basado en el Reglamento 10/2011, contemplando al mismo tiempo las diferentes características físico-químicas que existen entre la madera y el plástico, por lo que se realizan modificaciones oportunas respecto a los métodos indicados en el Reglamento 10/2011

Los parámetros estudiados han sido los siguientes:

- Caracterización de las muestras (tableros contrachapados de 3 mm de espesor)
 - a) Humedad
 - b) Cenizas
 - c) Estudio de la composición de las cenizas
 - d) Contenido en formaldehído
 - e) Contenido en orgánicos volátiles
 - f) Contenido en metales
 - g) Contenido en biocidas
- Migración específica de formaldehído
- Migración específica de metales
- Migración específica de compuestos orgánicos volátiles

Tras la realización del estudio se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Del estudio inicial de caracterización de los tableros contrachapados de uso en envases de frutas y hortalizas, se podrían extraer las siguientes conclusiones:
 - a) el contenido en metales de los tableros estudiados, en algunos casos (hierro, manganeso, aluminio y zinc) presentan valores muy elevados (> 100 mg/kg), por lo que se considera necesario el estudio de la migración específica de metales.
 - b) el contenido en formaldehído, supera el valor de 20 mg/kg en, aproximadamente, un tercio de los tableros estudiados. En este caso, también se considera necesario el estudio de la migración específica del formaldehído.
 - c) no se identifican biocidas (contenido) en ninguno de los tableros estudiados, por tanto no se considera necesario el estudio de dicha migración
 - d) los compuestos orgánicos extraíbles identificados en el ensayo de contenido son compuestos naturales que no se encuentran recogidos

(ni limitados) en el Reglamento 10/2011 al no ser utilizados en la fabricación de plásticos. Aun así, se considera necesario estudiar qué parte de dichos compuestos orgánicos podría migrar en condiciones de contacto con alimentos secos, ya que sí que se ha detectado su presencia en los tableros contrachapados

- e) el contenido en cenizas es bajo y su composición no implica un riesgo
- Tras el estudio de la migración específica de metales, se observa que dichos valores se encuentran en la mayoría de los casos en concentraciones muy inferiores a los límites de migración establecidos en el Reglamento 10/2011 de materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos. En un único caso, el manganeso se encuentra con una concentración (0,23 mg/kg) ligeramente inferior a la mitad del límite establecido (0,6 mg/kg), cumpliendo también en este caso con los requisitos en el Reglamento 10/2011
- El estudio de la migración específica de formaldehído refleja que todos los tableros cumplen con facilidad con los límites de migración específica de formaldehído, pues, una vez aplicado el factor de conversión, todos los resultados son inferiores al límite de migración establecido (< 15 mg/kg)
- Tras el estudio de la migración de compuestos orgánicos volátiles (COVs), se observan algunos picos, entre los que se identifican compuestos como el hexanal o algún hidrocarburo alifático. Los compuestos detectados se observan en muy poca concentración y no se identificaron en la caracterización inicial (informe de febrero: contenido de compuestos orgánicos volátiles, COVs). Este hecho podría ser debido a las siguientes causas:
 - a) Los compuestos detectados en la etapa inicial donde se estudió el contenido de compuestos orgánicos volátiles extraíbles, dando como resultado que todos los COV observados son de origen natural, se presentan en cantidades muy elevadas respecto a otras moléculas como el hexanal y estas moléculas (hexanal) no se detectan al quedar enmascaradas por picos grandes (compuestos detectados en el estudio del contenido de compuestos orgánicos volátiles de febrero)
 - b) Los compuestos detectados en la etapa inicial no migran en las condiciones de ensayo (probablemente por su baja volatilidad) y sí lo hacen moléculas pequeñas como el hexanal y algún hidrocarburo alifático de corta cadena los cuales han sido detectados en concentraciones muy bajas y que en esta ocasión ya no han sido enmascarados por los compuestos mayoritarios que no han podido migrar

A la vista de los resultados y con las consideraciones arriba indicadas, se considera que los tableros contrachapados analizados son aptos para su utilización en la fabricación de envases hortofrutícolas.