

# CONFORMIDAD DE LA MADERA MACIZA EN CONTACTO CON ALIMENTOS

Comportamiento químico, microbiológico y organoléptico

Resumen Ejecutivo de  
las principales  
conclusiones del

Formado por:

Una iniciativa del  
“Polo de Embalajes de Madera”  
participado por:

Documento traducido y adaptado  
para FEDEMCO por la entidad  
colaboradora:

## CONSORCIO CIENTÍFICO “EMABOIS”

(Francia)  
junio de 2015





**El Consorcio de Investigación “EMABOIS” ha estado formado por:**

ASOCIACION ACTALIA- DEPARTAMENTO DE PRODUCTOS LÁCTEOS  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIEROS DE EMBALAJES Y ACONDICIONAMIENTO DE REIMS (ESIREIMS)  
ESCUELA NACIONAL VETERINARIA, AGROALIMENTARIA Y DE LA ALIMENTACIÓN, NANTES-ATLANTIQUE (ONIRIS)  
ESCUELA SUPERIOR DE LA MADERA DE NANTES (GRUPO ESB)  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LOS SECTORES FORESTAL, CELULOSA, MADERA, MUEBLE Y CONSTRUCCIÓN (FCBA)

**El “Polo de Embalaje de Madera” francés está formado por las siguientes organizaciones:**

ASOCIACIÓN NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS DEL EMBALAJE LIGERO DE MADERA (SIEL)  
ASOCIACIÓN DEL EMBALAJE INDUSTRIAL LOGÍSTICO (SEILA)  
COMISIÓN DEL PALÉ DE MADERA FEDERACIÓN NACIONAL DE LA MADERA (SYPAL)  
ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL NACIONAL DE LA MADERA (FRANCE BOIS FORÊT)

**FRANACE BOIS FORÊT** ha financiado principalmente este proyecto con un presupuesto de 1 millón de euros

**GROW INTERNACIONAL**, es una entidad colaboradora del consorcio en cuanto a su difusión.

Este documento, traducido y adaptado en mayo de 2016 para la Federación Española del Envase de Madera y sus Componentes por GROW Internacional, está basado en el dossier presentado por EMABOIS en rueda de prensa el 16 de junio de 2015 en París, donde se expusieron las principales conclusiones de las diferentes investigaciones dentro del Consorcio, tras tres años de trabajo.

La versión electrónica de este documento está disponible en [www.fedemco.com](http://www.fedemco.com)

**Personas de contacto:**

Olivier de Lagausie, director de SIEL-GROW, [olivier.delagausie@siel-grow.fr](mailto:olivier.delagausie@siel-grow.fr)  
Fernando Trénor, director de FEDEMCO-GROW, [ftrenor@fedemco.com](mailto:ftrenor@fedemco.com)



## INFORMACIÓN CLAVE



### EL CONSORCIO EMABOIS, UN CASO DE ÉXITO:

- ✓ El 1<sup>er</sup> consorcio europeo de embalaje de madera
- ✓ Formado por 10 miembros:
  - 5 organismos de investigación
  - 3 organizaciones profesionales
  - 1 estructura interprofesional
  - 1 red europea del embalaje de madera
- ✓ 3 años de estudio
- ✓ 2 doctorandos
- ✓ 27 científicos asociados



### EN EL PLANO CIENTÍFICO SE HA SOMETIDO A ESTUDIO A:

- ✓ 3 especies de madera
- ✓ 2 índices de humedad de la madera
- ✓ 3 sectores agroalimentarios
- ✓ Más de 19 200 pruebas realizadas:
  - > 7600 pruebas químicas,
  - > 11 600 pruebas microbiológicas,



### LOS RESULTADOS DAN UN SÍ A LA MADERA

- ✓ 5 métodos validados
- ✓ 0 patógenos
- ✓ 146 moléculas volátiles inofensivas
- ✓ 44 documentos de comunicación científica
- ✓ 4 premios científicos



### AHORA YA PODEMOS AFIRMAR QUE:

- ✓ La madera maciza: pino, chopo, abeto son especies aptas para estar en contacto con productos alimentarios.
- ✓ En microbiología, confirmada la inocuidad higiénica de la superficie de madera maciza en contacto con el producto alimentario.
- ✓ En química analítica, las moléculas procedentes del material natural, de madera maciza, son inofensivas para la salud del consumidor. Los valores de migración específica de los compuestos volátiles de la madera son extremadamente fiables.
- ✓ El índice de humedad de la madera maciza es un parámetro que se debe adaptar en función de las cualidades sensoriales deseadas para el alimento con el que esté en contacto.
- ✓ La validación de herramientas de análisis simples, fiables y eficaces de las superficies de madera, tanto para la microbiología como para la química analítica, (migración global, migración específica) es ya un hecho.



## Índice

1. Introducción .....	9
2. Comportamiento Químico.....	11
Herramientas de análisis .....	11
Marco del estudio.....	11
Superficies de contacto embalaje madera/alimento .....	11
Migración global.....	11
Herramienta de análisis.....	11
Resultados principales.....	12
Migración específica.....	13
Herramienta de análisis.....	13
Resultados principales.....	14
3. Comportamiento Microbiológico .....	17
Herramientas de análisis .....	17
Marco del estudio.....	17
Superficies de contacto embalaje de madera-alimento .....	17
Herramienta de análisis para los elementos con menos de 5 mm de grosor: la fragmentación.....	17
Herramienta de análisis microbiológico para los elementos con más de 5 mm de grosor: el cepillado ..	18
Resultados principales .....	19
Inocuidad microbiológica de la madera respecto a los alimentos que están en contacto directo con ella .....	19
Reducción drástica del número de microorganismos en la madera .....	20
El 99 % de los microorganismos NO MIGRA al alimento.....	20
Transferencia de microorganismos: comparación de tres superficies de embalaje de cristal, plástico y madera .....	21
4. Comportamiento organoléptico.....	23
Marco del estudio.....	23
Objetivo del estudio .....	23
Resultados principales .....	23
5. Herramientas innovadoras de análisis .....	24
6. Conclusiones.....	25
7. Bibliografía.....	27
8. Documentos de comunicación de EMABOIS.....	28

---

Artículos científicos .....	28
Pósteres científicos internacionales .....	28
Pósteres científicos nacionales.....	28
Conferencias internacionales .....	29
Conferencias nacionales.....	29
Artículos profesionales .....	30
Otras comunicaciones .....	30
Artículos para el público general .....	31
9. Participantes industriales y científicos .....	32
Doctorandos .....	32
Organizaciones .....	32
Científicos .....	32
Miembros del comité de seguimiento de tesis .....	33



## 1. Introducción

El sector embalajes de madera francés, representado por la Asociación Nacional de las Industrias del Embalaje Ligero de Madera (SIEL), es el precursor del primer consorcio científico francés EMABOIS. Éste ha puesto en marcha un programa de investigación para responder a las expectativas de sus miembros y de las autoridades sanitarias francesas y europeas en materia de confirmación de la aptitud del material madera para estar en contacto con alimentos.

En un contexto de reglamentación cada vez más exigente en relación con los materiales de embalaje que están en contacto directo con los alimentos, esta tarea responde a las expectativas de la DGCCRF (Dirección general del consumo, la competencia y la represión del fraude), la ANSES (Agencia nacional de seguridad sanitaria de la alimentación, el medio ambiente y el trabajo) y la DGAL (Dirección general de la alimentación) en lo referente a la actualización de la ficha DGCCRF n° 2012-93 relativa a la aptitud del material madera para estar en contacto con productos alimentarios (Anónimo, 2012).

Las agencias y autoridades sanitarias francesas y europeas se basan en el reglamento europeo R (CE) 1935/ 2004 que exige, en su artículo 3, tener un mejor conocimiento de la migración química, microbiológica y organoléptica «continente-contenido» que se produce en los embalajes destinados a estar en contacto con alimentos. La madera es uno de los 17 materiales incluidos en el reglamento europeo R (CE) 1935/ 2004 para estar en contacto con alimentos.

En Francia, la madera dispone de autorización para estar en contacto con alimentos gracias al decreto de noviembre de 1945, que incluye una lista positiva de especies aptas para el contacto con alimentos, y también a la nota informativa de la DGCCRF n° 2012-93, denominada «ficha de material "madera"».

De esta forma, se creó EMABOIS a finales de 2009, fruto de un proceso proactivo del sector embalajes de madera. Actualmente, el consorcio está formado por 10 miembros. Este grupo conforma el primer consorcio científico francés en el ámbito del embalaje de madera.

El consorcio está compuesto por tres organizaciones profesionales francesas que forman el Polo embalaje de madera:

- SIEL: Asociación nacional de las industrias del embalaje ligero de madera.
- SEILA: Asociación del embalaje industrial y de logística.
- SYPAL: Comisión de fabricantes de palés de la Federación nacional de la madera.

Junto con la interprofesional y fuente de financiación del consorcio:

- France Bois Forêt

Así como por cinco centros de investigación o formación franceses:

- Actalia Productos Lácteos.
- ESB: Escuela superior de la madera.
- ESIREims: Escuela superior de ingenieros de embalajes y acondicionamientos.
- FCBA: Instituto tecnológico del bosque, la celulosa, la madera para la construcción y el mobiliario.

- ONIRIS: Escuela nacional veterinaria, agroalimentaria y de la alimentación, Nantes-Atlantique.

El consorcio cuenta además con la colaboración de GROW Internacional, Group Recycling of Wood, en labores de difusión de los resultados del mismo.

Gracias a esta especial colaboración, tanto por la diversidad como por los diferentes estatus de sus miembros, el consorcio cubre varias competencias científicas, como son: procesos de fabricación de los embalajes de madera; conocimientos anatómicos y químicos del material madera; seguridad alimentaria; microbiología alimentaria; valoración cuantitativa del riesgo; vigilancia reglamentaria; análisis sensorial.

EMABOIS es sinónimo de dos tipos de colaboración: el primero, conocido como «interno», consiste en que los organismos de investigación trabajen en estrecha colaboración con la industria del sector embalajes de madera; el segundo, conocido como «externo», se basa en estar en contacto con las autoridades y agencias francesas de control y reglamentación de la alimentación.

El consorcio se dedica al control sanitario y de los beneficios sensoriales del uso de los embalajes ligeros, palés y cajas industriales de madera para el almacenamiento y la conservación de productos alimentarios.

Los objetivos del consorcio EMABOIS son, por una parte, divulgar a través de la prensa profesional para llegar al público general así como participar en grupos de trabajo y coloquios científicos; y, por otra, fomentar la realización de estudios científicos que sirvan para desarrollar unos métodos de análisis destinados a cuantificar la migración química, microbiológica y organoléptica que se produce entre los soportes de madera y las matrices de los alimentos.

Todo esto, con el objetivo de realizar autocontroles y peritaje para el sector del embalaje de madera.

Los estudios se han realizado sobre tres importantes sectores alimentarios franceses que utilizan embalajes de madera: «fruta y verdura», «leche y productos lácteos» y «productos del mar».

Los resultados hablan por sí solos: ya existen unos protocolos, los resultados son MUY FAVORABLES A LA MADERA, y son públicos.

## 2. Comportamiento Químico

### Herramientas de análisis

#### Marco del estudio

Han realizado este estudio la Escuela superior de la madera - ESB (Nantes) y la Escuela superior del embalaje - ESIREims (Reims).

En química analítica, no existía ningún dato disponible hace tres años.

Las condiciones de las pruebas corresponden a madera maciza procedente de dos especies: chopo para desenrollo y pino aserrado (originarios de Francia) que se utilizan en Francia y en otros países para la fabricación de embalajes de madera.

Se ha estudiado esta madera con 2 índices de humedad: 13 % (seca) y 36 % (húmeda) en 2 zonas de la madera: albura y duramen y en contacto con 3 simuladores de alimento que sustituyen a alimentos reales, como el simulador A: etanol 10 % para los alimentos acuosos, el simulador D: etanol 95 % para los alimentos grasos y el simulador E: Tenax© para los alimentos secos.

Las pruebas se han realizado a temperaturas de entre 4 °C y 23 °C con unas duraciones de contacto de 1 hora a 10 días, para reflejar las condiciones que se dan sobre el terreno.

#### Superficies de contacto embalaje madera/alimento

Los resultados presentados en esta sección de química analítica se basan en los datos de cartografía de contacto «embalaje de madera-alimento».

De esta forma, los datos de migración global y específica, que se presentan a continuación, integran los factores de corrección correspondientes a las superficies reales de contacto entre el embalaje de madera y el alimento.

De hecho, cabe indicar que la superficie interna de una caja solo presenta un 3 % de contacto con dos docenas de ostras. Otro ejemplo: una caja de manzanas solo presenta un 11 % de contacto con 8 kg de manzanas a granel y una de lechugas solo presenta un 22 % de contacto con 6 lechugas.

Estos datos sirven también para destacar una evidente reducción del riesgo de contaminación de los alimentos y, por tanto, del consumidor.

Como ya hemos dicho antes, el principal objetivo del consorcio es dotar en primera instancia al sector francés de los embalajes de madera de unos métodos de análisis adecuados para cuantificar, en particular, la migración química de la madera hacia el alimento.

### Migración global

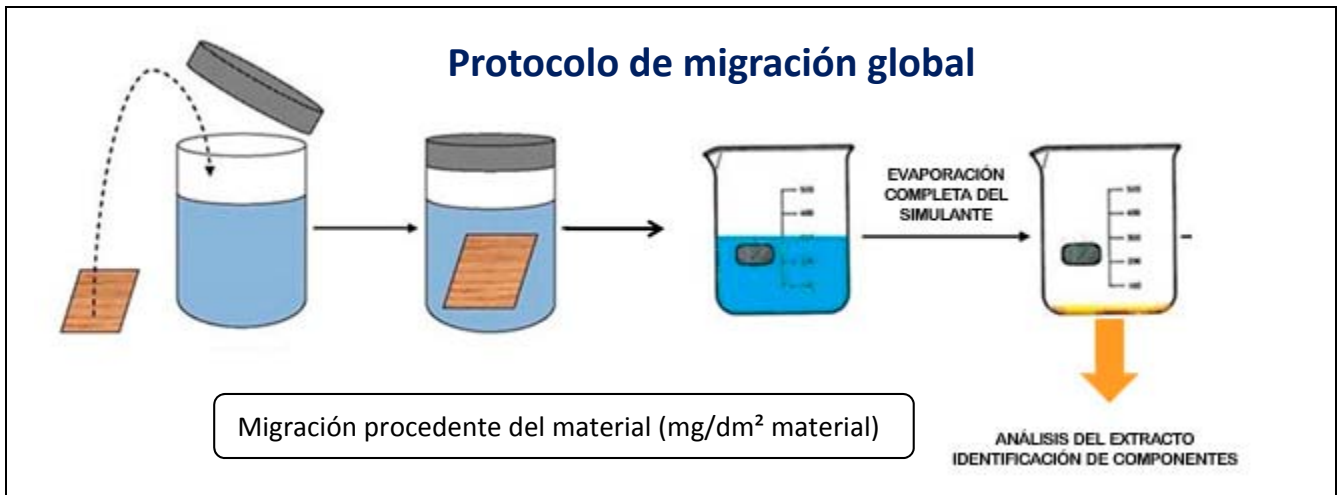
#### Herramienta de análisis

Basándose en estos datos, el objetivo es responder a la reglamentación europea y francesa, que exige la existencia de unas herramientas de química analítica de análisis de los materiales que están en contacto con alimentos para conocer la migración global y la migración específica.

La migración global tiene en cuenta la masa total cedida del material al alimento. En cuanto a la migración específica, se trata de la migración de un único compuesto.

De esta forma, el proceso utilizado para calcular la migración global ha consistido en validar unos métodos para la obtención de la migración, para después realizar el análisis de ésta y así obtener unos datos innovadores relativos a la migración global del chopo para desarrollo y del pino aserrado. Hay que decir que la migración está formada por el conjunto de moléculas que migran del material al alimento.

Aquí se describe el método de gravimetría utilizado para la obtención de los datos de migración global para los embalajes de madera de chopo y de pino marítimo.



**Figura 1:** Método de gravimetría para medir la migración global de los embalajes de madera de chopo y de pino marítimo

La migración se obtiene por contacto entre la muestra de madera maciza y un líquido simulador a una temperatura y con una duración de contacto determinadas. Después, la solución se somete a evaporación para obtener la masa de la migración procedente del material. Por último, la migración se analiza con diferentes técnicas de química analítica para identificar las moléculas presentes.

Esta herramienta de análisis de química analítica, fiable y adaptada al material madera, podría utilizarse como procedimiento de certificación del embalaje de madera que está en contacto con alimentos, algo que exigen las reglamentaciones europeas y francesa.

Las moléculas presentes en la migración se identifican por medio de 3 técnicas diferentes cuyos objetivos son:

- Infrarrojos para caracterizar las funciones químicas presentes en una molécula;
- LC-ESI-MS (cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas) para caracterizar los componentes no volátiles después de la separación;
- y GC-MS (cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas) para caracterizar los componentes volátiles después de la separación.

En nuestro estudio, estas técnicas punteras de química analítica, fiables y adaptadas al material madera, podrían utilizarse como procedimiento de certificación del embalaje de madera apto para estar en contacto con alimentos, algo que exigen las reglamentaciones europeas y francesa.

### Resultados principales

Los resultados más destacados relativos a la investigación sobre la migración global del chopo y del pino Se tras haberse realizado más de 4800 pruebas, son:

- ✓ Las moléculas identificadas en la migración global son inofensivas para la salud del consumidor.
- ✓ De hecho, podemos citar ejemplos de migraciones identificadas mayormente como azúcares, ácidos grasos y compuestos carboxílicos, pero también de moléculas como la glicerina, el siringol y el metil piruvato, que se utilizan en medicina y en la industria agroalimentaria.
  - Glicerina: mejora la untuosidad de los preparados farmacéuticos
  - Siringol: es responsable del aroma «ahumado», fenol volátil
  - Metil piruvato: es un colorante que se utiliza en farmacia y en agroquímica
- ✓ Con un contacto «madera-alimento» a 4 °C y a 23 °C, la temperatura no influye significativamente en la migración global.
- ✓ El índice de humedad de la madera no influye en la migración global.

## Migración específica

### Herramienta de análisis

Después de los resultados obtenidos con la migración global, se ha realizado una identificación de las moléculas volátiles que migran de la madera en un simulador para comprobar la migración específica, cuya definición es el valor de migración de un componente específico.

El método puntero utilizado en este caso es TD-GC/MS para desorbedor térmico acoplado a cromatografía de gases y a espectrometría de masas con el simulador de alimento seco: Tenax®. Esta configuración se ha utilizado en más de 1 500 pruebas.

El protocolo de análisis del material madera para la obtención de los datos de migración específica es el siguiente:



**Figura 2:** Método con TD-GC/MS para la migración específica de los embalajes de madera de chopo y de pino marítimo

Después del contacto entre la muestra de madera y Tenax®, se analiza el Tenax® con TD-GC/MS para identificar los componentes volátiles según las bases de identificación disponibles en las diferentes bases de datos.

En nuestro estudio, esta técnica puntera de química analítica, fiable y adaptada al material madera, podría servir para la certificación de su aptitud para estar en contacto con alimentos, algo que exigen las reglamentaciones europea y francesa.

## Resultados principales

Tras más de 1 500 pruebas realizadas para la preparación y el cálculo de la migración específica de moléculas volátiles procedentes de la madera maciza del chopo y del pino, los resultados más destacados son:

- ✓ Identificación de 146 moléculas volátiles inofensivas procedentes del chopo y del pino, de las cuales 42 son moléculas comunes.

Para saber si estas moléculas eran objeto de alguna reglamentación relativa al contacto con alimentos y, sobre todo, en relación con la fabricación, el etiquetado, las condiciones de uso o las modificaciones de las propiedades organolépticas de los alimentos en contacto, se ha aplicado un proceso reconocido por la FDA y la EFSA.

De hecho, este proceso prevé el uso del enfoque TTC (Threshold of Toxicological Concern/ Umbral de preocupación toxicológica), que es un método de probabilidad que sirve para comparar las estructuras químicas de moléculas que NO son carcinógenas, ni disruptoras endocrinas, ni moléculas susceptibles de bioacumulación, ni nanomateriales, ni sustancias radioactivas o sustancias farmacológicamente activas.

Este primer nivel de análisis se acopla al software Gcomply (Decernis) para saber si la molécula identificada es objeto de alguna reglamentación relativa al contacto con alimentos en 170 países diferentes. También se ha tenido en cuenta la literatura científica relativa a los resultados obtenidos con Tenax®.

Este enfoque ha permitido identificar que las 146 moléculas han sido reconocidas por la base de datos TTC y que por tanto son inofensivas para el consumidor puesto que NO son carcinógenas ni disruptoras endocrinas, ni moléculas susceptibles de bioacumulación, ni nanomateriales, ni sustancias radioactivas o sustancias farmacológicamente activas.

También se ha comprobado que 4 de cada 5 moléculas son objeto de reglamentación para el ámbito alimentario, en particular en relación con las condiciones de uso (con qué alimentos, caliente o frío), el etiquetado, la modificación de las propiedades organolépticas de los alimentos con los que están en contacto...

Y 1 molécula de cada 5 no es objeto de ninguna reglamentación en Francia para el ámbito alimentario a la vista de sus propiedades químicas ordinarias.

Como por ejemplo el  $\alpha$ -fenchol y el 9-hexadecen-1-ol que no tienen aplicación, el p-cimen-8-ol que se encuentra en el aceite esencial de hoja de berro, el furfural que se utiliza como aroma puesto que posee un olor especiado.

O también los 4-terpineol,  $\alpha$ -terpineol y  $\beta$ -terpineol que se encuentran en el aceite esencial de pino que se utiliza en aromaterapia. Así se trata de moléculas sujetas a otras reglamentaciones específicas para otros ámbitos de aplicación, como por ejemplo la cosmética en el caso del 2,2 dimetil, 3-metileno-biciclo[2.2.1]heptano o en otros países, como por ejemplo en Australia, donde el cubebol está autorizado como aroma.

Por otra parte, para confirmar estos resultados, se han realizado mediciones de migraciones específicas en situaciones severas de migración (más de 1 300 pruebas).

En estas 146 moléculas, se han identificado 7 familias químicas. Así pues, se ha escogido una molécula por familia y se ha estudiado la migración específica de estas 7 moléculas. De esto se desprende que el máximo de migración específica observado es de 0,7 mg por kg de simulador de alimento (Tenax®)

para el ácido hexanoico (que se utiliza como aroma alimentario y no tiene límite de migración específica), lo que es sinónimo de una migración irrelevante.

En este marco de estudio, no se han encontrado argumentos en contra del uso de la madera para estar en contacto directo con alimentos.





## 3. Comportamiento Microbiológico

### Herramientas de análisis

#### Marco del estudio

Han realizado este estudio los institutos técnicos ACTALIA (La Roche sur Foron) y FCBA (Burdeos), así como la Escuela veterinaria y agroalimentaria ONIRIS (Nantes).

Para el estudio de microbiología sobre la madera en contacto con alimentos se han utilizado los resultados anteriormente obtenidos. Para este estudio, las condiciones de las pruebas eran el mono-uso de la madera maciza con tres especies que se utilizan para el embalaje de madera en Francia y comúnmente también en otros países: chopo para desenrollo, pino aserrado, y abeto aserrado.

Se ha analizado esta madera con 2 índices de humedad: 18 % (seca) y 37 % (húmeda) para reflejar las condiciones de uso que se dan sobre el terreno.

Se han estudiado las migraciones de microorganismos para 3 microorganismos identificados por corresponder a los riesgos a los que se enfrentan los 3 sectores objeto de estudio (fruta y verdura, productos lácteos y productos del mar) y, para el caso de contacto directo, 2 alimentos reales: la manzana (alimento seco) y el queso (alimento graso y húmedo).

#### Superficies de contacto embalaje de madera-alimento

Los resultados presentados en esta sección de microbiología se basan en los datos de cartografía de contacto «embalaje de madera-alimento» obtenidos según el protocolo que figura a continuación:



**Figura 3:** Protocolo de cartografía de contacto «embalaje de madera-alimento»

Estos innovadores datos han servido para identificar la zona de extracción más adecuada para los análisis microbiológicos en los embalajes de madera correspondientes a situaciones severas de posibles migraciones. Por ejemplo, para las cajas de manzanas había que tomar las muestras en el fondo de las cajas.

#### Herramienta de análisis para los elementos con menos de 5 mm de grosor: la fragmentación

Como ya hemos dicho antes, el principal objetivo del consorcio es dotar al sector francés de los embalajes de madera de unos métodos de análisis adecuados para cuantificar, en particular, la migración microbiológica de la madera hacia el alimento.

Para ello, se ha validado una primera herramienta de análisis para los elementos de madera con menos de 5 mm de grosor: la fragmentación (Ismail, Le Bayon et al., 2014).

La madera se fragmenta con una trituradora con lamas y después los copos resultantes se ponen en contacto con una solución de agua peptonada (entorno adaptado para la supervivencia de

microorganismos) para poder extraer los microorganismos de la madera. El líquido se utilizará después para la identificación de los microorganismos presentes en función de las normas vigentes (Figura 2).



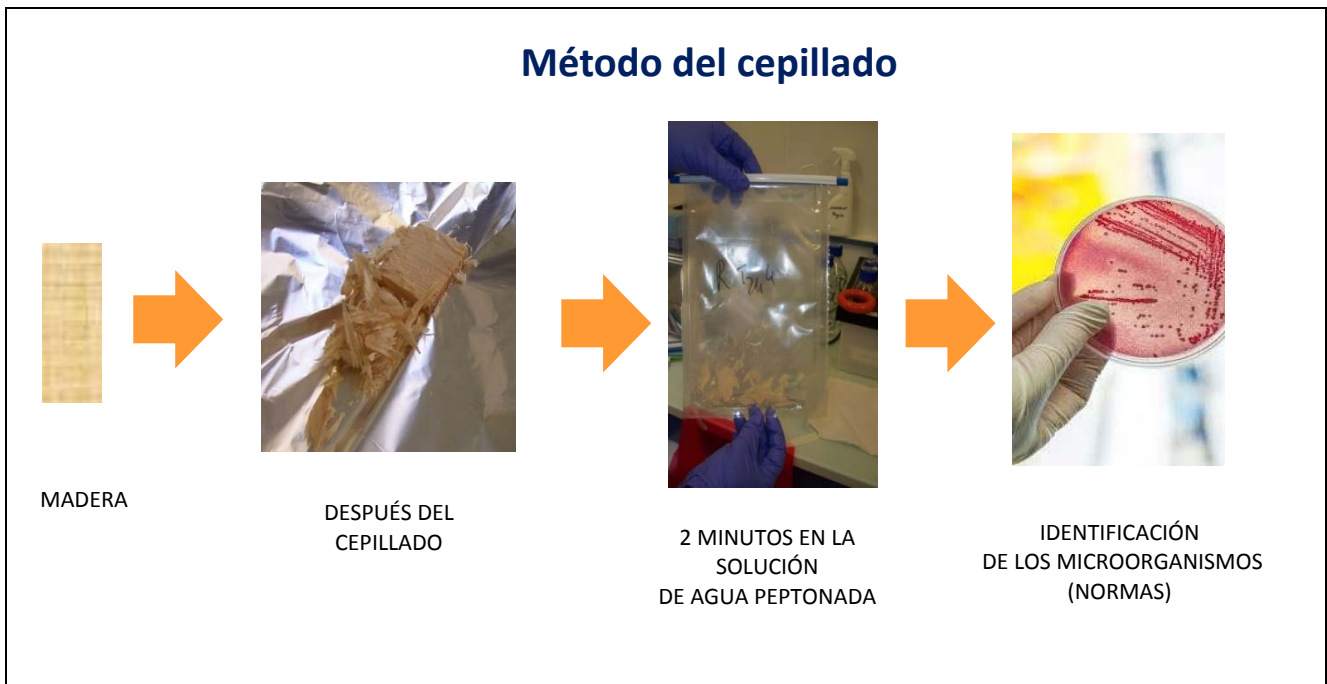
**Figura 4:** Herramienta de análisis microbiológico para los elementos de madera con menos de 5 mm de grosor: la fragmentación

En nuestro estudio, esta técnica de análisis microbiológico, fiable y adaptada al material madera, podría utilizarse como procedimiento de certificación del embalaje de madera apto para estar en contacto con alimentos, algo que exigen las reglamentaciones europea y francesa.

### Herramienta de análisis microbiológico para los elementos con más de 5 mm de grosor: el cepillado

Se ha validado una segunda herramienta de análisis para los elementos de madera con más de 5 mm de grosor: el cepillado (Ismail, Le Bayon et al., 2014).

La madera se cepilla y después los copos resultantes se ponen en contacto con una solución de agua peptonada (entorno adaptado para la supervivencia de microorganismos) para poder extraer los microorganismos de la madera. El líquido se utilizará después para la identificación de los microorganismos presentes en función de las normas vigentes (Figura 3).



**Figura 5:** Herramienta de análisis para los elementos de madera con más de 5 mm de grosor: el cepillado

En nuestro estudio, esta técnica de análisis microbiológico, fiable y adaptada al material madera, podría utilizarse como procedimiento de certificación del embalaje de madera apto para estar en contacto con alimentos, algo que exigen las reglamentaciones europea y francesa.

## Resultados principales

Estas herramientas de análisis microbiológico de las superficies de madera han servido para identificar lo siguiente:

### Inocuidad microbiológica de la madera respecto a los alimentos que están en contacto directo con ella

Se ha realizado un análisis práctico con el método del cepillado, anteriormente descrito, para extraer los microorganismos de la madera.

Se han elegido tablas de maduración de abeto en diferentes etapas de su proceso de fabricación y de uso, lo que significa más de 3 800 pruebas correspondientes a 108 tablas de maduración analizadas. De hecho, la madera de abeto en forma de tabla se utiliza tradicionalmente para la maduración de quesos y dispone de autorización para estar en contacto directo con alimentos (AFSSA, 2008; ANSES, 2011).

Durante la maduración, los ecosistemas microbianos presentes en las tablas de abeto pueden producir un efecto inhibitor ante la *Listeria monocytogenes* (Mariani, Briandet et al., 2007).

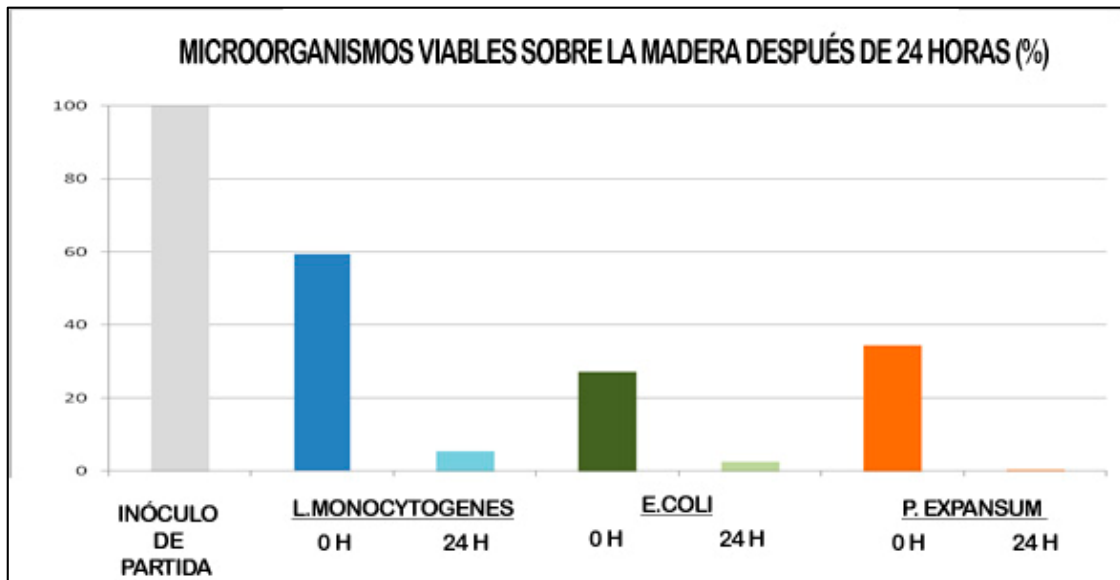
El objetivo de este estudio ha sido extraer microorganismos a partir de la superficie de las tablas de maduración y cuantificarlos según las normas NF vigentes para el sector de la leche y los productos lácteos.

Se han analizado tres veces cada una las 108 muestras para garantizar la solidez de los resultados obtenidos.

De esto se desprende que para las tablas de abeto que salen de la fábrica, que están almacenadas y listas para el uso: no se ha identificado ningún patógeno. Este resultado es favorable a la inocuidad microbiológica de la madera respecto a los alimentos que están en contacto directo con ella.

### Reducción drástica del número de microorganismos en la madera

Otro importante resultado observado: la reducción drástica del número de microorganismos extraídos de la madera después de 24 horas de contacto directo con el chopo, el pino y el abeto, tal como muestra la gráfica siguiente:



**Figura 6:** Porcentaje de microorganismos en la madera después de 24 horas de contacto

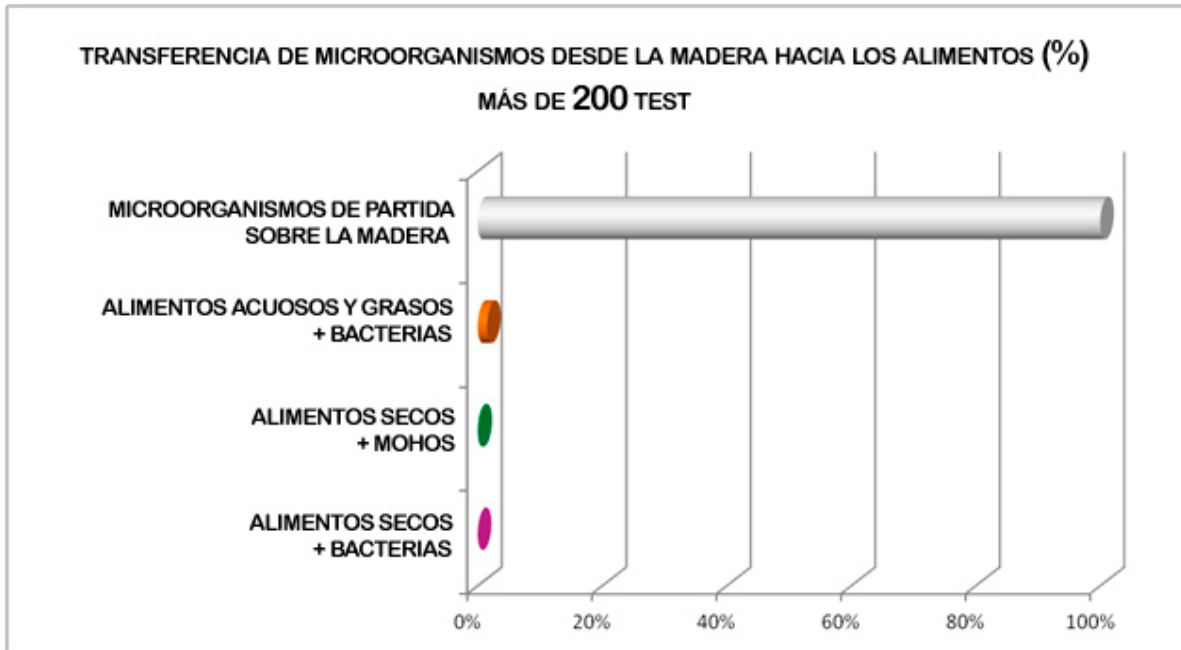
Después de 24 horas de contacto con la madera, la población microbiana se divide por 20, e incluso por 200.

De hecho, la drástica reducción de la población microbiana después de 24 horas de contacto con la superficie de madera nos lleva a varias conclusiones:

- ✓ La porosidad del material madera podría ser una ventaja en cuanto a la higiene de esta superficie, ya que «atraparía» a los microorganismos impidiendo así su supervivencia y proliferación.
- ✓ La anatomía de la madera implicaría una desecación de los microorganismos gracias a sus propiedades higroscópicas, junto con la ausencia de aporte de nutrientes durante 24 horas.

### El 99 % de los microorganismos NO MIGRA al alimento

El 99 % de los microorganismos inoculados en la madera NO migran al alimento, ni seco ni acuoso y graso, tal y como indica esta gráfica:



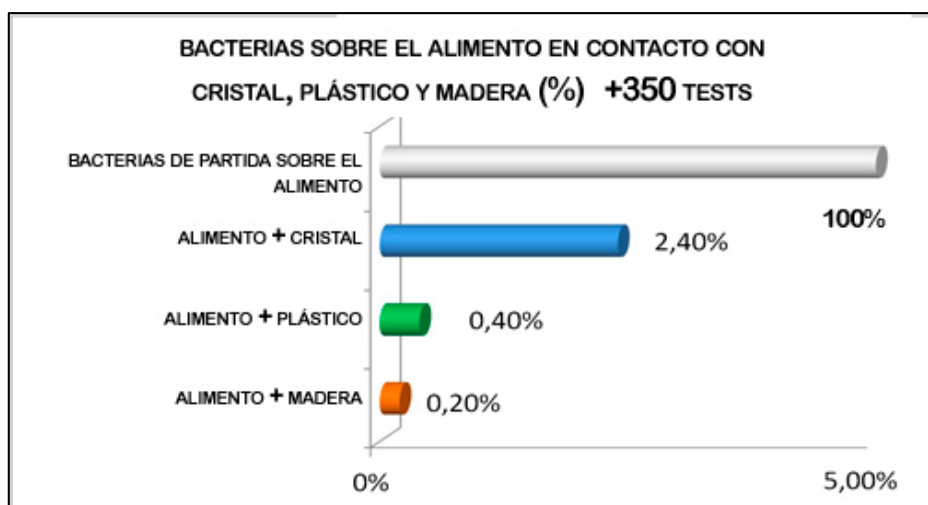
**Figura 7:** Porcentaje de transferencia de los microorganismos de la madera a los alimentos

Esto es la consecuencia del fenómeno de desecación que sufren los microorganismos en la superficie de la madera, lo que impide la supervivencia y multiplicación de estos, como ya se ha demostrado en el caso del abeto con la *Listeria monocytogenes* (Mariani, Oulahal et al., 2011) y en el del chopo con algunas bacterias (Revol-Junelles, Miguindou-Mabiala et al., 2005).

Otro aspecto muy interesante también para el sector del embalaje de madera es que el índice de humedad de la madera y el tipo de alimento no influyen en la migración microbiológica de la madera hacia los alimentos.

### Transferencia de microorganismos: comparación de tres superficies de embalaje de cristal, plástico y madera

Con independencia de la especie de madera, la transferencia de microorganismos de la madera a los alimentos es inferior a la del cristal e inferior a la del plástico, tal como indica la siguiente gráfica:



**Figura 8:** Transferencia de microorganismos: comparación de tres superficies de embalaje de cristal, plástico y madera

De esta forma, no se puede decir que el material madera no sea higiénico, puesto que presenta la tasa de transferencia de microorganismos más baja.

## 4. Comportamiento organoléptico

### Marco del estudio

La calidad de un alimento depende, en concreto, de su interacción con el embalaje. Además de la ausencia de transferencia de contaminantes químicos y microbiológicos al alimento, el embalaje no debe deteriorar sus propiedades organolépticas transmitiendo sabores no deseados.

El intercambio de componentes volátiles entre madera y productos alimentarios, comparado con otros embalajes, ha sido objeto de pocos estudios. No obstante, la madera podría ser una alternativa interesante a otros materiales de embalaje en el caso de ciertos usos precisos.

Se ha demostrado que conservar el vino en barriles de madera le confiere unas propiedades aromáticas específicas. Además, se ha demostrado que los vinos que envejecen así, en cubas de madera, presentan compuestos volátiles diferentes a los envejecidos en cubas de acero inoxidable (Chatonnet, Dubourdieu et al., 1992; González-Marco, Jiménez-Moreno et al., 2008).

### Objetivo del estudio

El objetivo de este estudio es comparar el olor entre alimentos modelo en contacto con madera y con cristal después de una semana en una sala fría (+ 4 °C) (Arvisenet y Aviat, 2015).

Se han seleccionado chopo y pino marítimo y han sido estudiados con 2 índices de humedad: seco (20 %) y húmedo (40 %).

Hay que destacar que, para este estudio, se ha cortado la madera transversalmente para favorecer la difusión entre la madera y el alimento modelo en contacto con ella. De esta forma, se han obtenido estos resultados en unas condiciones extremas de difusión de componentes volátiles. De hecho, las cajas, cajones y las tablas se suelen cortar en sección radial.

### Resultados principales

De esto se desprende que un grupo de catadores sensoriales ha identificado diferencias de olores con las condiciones del estudio, es decir, una semana de contacto a + 4 °C. De hecho, distinguieron los alimentos modelo en contacto con el cristal de los que habían estado en contacto con el chopo en seco y húmedo y con el pino en húmedo.

Por el contrario, el grupo de catadores no pudo distinguir los alimentos modelo que habían estado en contacto con el cristal de los que lo habían estado con el pino en seco.

Así pues, el índice de humedad de la madera influye en la composición de los componentes volátiles que migran y, por tanto, influye en las propiedades sensoriales del alimento.

Por consiguiente, se podría adaptar la especie de madera y el índice de humedad al contacto con el alimento directo en cuestión.

Por ejemplo, se podría elegir una madera que permita una difusión de los componentes volátiles para influir en las características organolépticas de ciertos productos alimentarios (como es el caso de los quesos franceses) o también se podría elegir una madera que no transmita olor al alimento.

## 5. Herramientas innovadoras de análisis

Los puntos fuertes e innovaciones de este método son:

- ✓ Es una respuesta a las agencias y autoridades sanitarias francesas y al sector del embalaje de madera francés, e indirectamente al de otros países con un modelos similar, ya que les dota de unas herramientas de análisis fiables y eficaces, adaptadas al material madera tal y como exigen las reglamentaciones europea y francesa.
- ✓ La solidez de estas herramientas\* se demuestra con el número de pruebas realizadas:
  - más de 11 600 pruebas realizadas en microbiología
  - más de 7 600 pruebas realizadas en química
- ✓ Se demuestra con la validación rigurosa de dichas herramientas.
- ✓ Se demuestra con el uso de las herramientas de análisis en condiciones severas de migración química y microbiológica de la madera al alimento.
- ✓ La practicidad, simplicidad y rapidez de aplicación de estas herramientas en los laboratorios de análisis de los materiales que están en contacto con productos alimentarios, que suelen disponer de los aparatos descritos a continuación es una ventaja indiscutible.
- ✓ Los laboratorios de análisis podrían utilizar los protocolos de estos métodos de análisis publicados en artículos científicos (Ismail, Le Bayon et al., 2014) y tesis de ciencias (Ismail, 2015; Ludosky, 2015).



## 6. Conclusiones

En el marco del desarrollo sostenible, que conoce un nuevo auge y una fuerte dinámica entre los consumidores, el material madera parece ser una solución interesante frente al uso de otros materiales procedentes de fuentes no renovables.

Esta vuelta al uso de la madera se basa, por una parte, en la idea de tradición que transmite pero también, por otra parte, en argumentos económicos y ecológicos.

El sector del embalaje ligero de madera y, en general, el sector «madera para uso como material en contacto con alimentos» podrán aprovechar las herramientas de análisis microbiológico y de química analítica validadas por los socios del consorcio.

El trabajo efectuado sobre la transferencia de los microorganismos de la superficie hacia los alimentos también es muy útil. Sin que haya supuesto una gran sorpresa, se ha demostrado que la transferencia es un suceso cuanto menos cuantitativamente muy limitado hablando de la madera.

Este resultado, inédito, es muy importante en un contexto de valoración cuantitativa de los riesgos, sobre todo si se combina con el estudio de las superficies de contacto realizado para el sector del embalaje ligero y con cuatro tipos de productos alimentarios (ostras, manzanas, queso y lechugas).

En una primera aproximación, la combinación de estos resultados permite anticipar unos argumentos sólidos a favor de un riesgo muy limitado, por no decir irrelevante, de transmisión de microorganismos de una superficie de madera a un alimento. Pero esto no es todo, se trata de unos resultados inéditos que van a ser extremadamente útiles para los gestores de riesgos en el contexto global del análisis de riesgos determinado por el Reglamento europeo 178/ 2002.

En el ámbito de la química analítica el objetivo es identificar y cuantificar los componentes químicos que se transfieren de la madera a un alimento en contacto directo con ella, para poder valorar la aptitud de la madera para estar en contacto con alimentos, y esto en condiciones de temperatura reales de uso de los embalajes ligeros de madera (4 y 23 °C) y con unos tiempos de contacto de entre 1 hora y 10 días.

El conjunto de las mediciones realizadas arrojan dos tipos de migración: la migración global y la migración específica.

En cuanto a la migración global, se ha comprobado que las moléculas que migran son principalmente azúcares, ácidos grasos y alcoholes inofensivos para la salud del consumidor.

En lo que respecta a la migración específica, se han identificado 146 moléculas volátiles, que son inofensivas ya que NO son carcinógenas, ni disruptoras endocrinas, ni moléculas susceptibles de bioacumulación, ni nanomateriales, ni sustancias radioactivas o sustancias farmacológicamente activas.

Según la reglamentación actual, se aplican unos factores correctores con el fin de minimizar la capacidad de extracción de los simuladores de alimentos. El uso de factores correctores está justificado por la capacidad de extracción de los simuladores de alimento y la superficie real de la madera que está en contacto con el simulador de alimento.

Este estudio aporta unos elementos de análisis con el fin de establecer unos valores límite de migración global, así como las condiciones de evaluación de la migración específica de los compuestos volátiles adaptadas al material madera.

El consorcio EMABOIS ha contribuido a construir, a partir de una sólida base científica, un conjunto de argumentos que da el contrapunto respecto a ideas preconcebidas y prejuicios sobre el material madera.

De hecho, parece que para un gran número de usos con un mantenimiento o un uso estrictamente determinados, seguimientos y controles en un marco de procedimiento APPCC, no hay argumentos en contra del uso de la madera para estar en contacto con alimentos.

Para concluir, los trabajos realizados a lo largo de estos tres últimos años sirven para, primero a escala local y después europea, aportar una respuesta a las autoridades sanitarias francesas y al sector francés del embalaje de madera. Algo que es extrapolable a escala europea.

Las pruebas, sólidas desde el punto de vista científico, servirán para disponer de los elementos necesarios para actualizar la reglamentación en materia de madera para el contacto con alimentos y, en particular, la ficha DGCCRF «material madera nº 2012-93» y también servirán para que los fabricantes de madera dispongan de unas herramientas de análisis de referencia.

## 7. Bibliografía

- AFSSA (2008). Saisine n°2007-SA-0206 AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur le projet d'arrêté relatif aux dérogations à certaines règles sanitaires applicables aux produits d'origine animale et aux denrées alimentaires en contenant présentant des caractéristiques traditionnelles pris en application du « paquet hygiène », AFSSA: 1-6.
- Anonyme (2012). Matériaux au contact des denrées alimentaires – cas du bois. Note d'information 2012-93 - DGCCRF. DGCCRF. Francia, DGCCRF. 2012-93.
- ANSES (2011). Saisine n°2010-SA-0176 AVIS de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments sur le projet d'arrêté relatif aux dérogations à certaines règles sanitaires applicables aux produits d'origine animale et aux denrées alimentaires en contenant présentant des caractéristiques traditionnelles pris en application du « paquet hygiène ». Anses: 1 - 3.
- Arvisenet, G. y F. Aviat (2015). "Emballage bois et contact alimentaire. Nature du bois et humidité, deux facteurs influençant la migration de composés du bois vers l'aliment." *Revue des Industries Alimentaires* (enero - febrero de 2015): 25 - 27.
- Chatonnet, P., D. Dubourdieu, et al. (1992). "Incidence of fermentation and ageing conditions of dry white wines in barrels on their composition in substances yielded by oak wood." *Sciences des Aliments* 12 (4): 665 - 685.
- González-Marco, A., N. Jiménez-Moreno, et al. (2008). "Concentration of volatile compounds in Chardonnay wine fermented in stainless steel tanks and oak barrels." *Food Chemistry* 108 (1): 213 - 219.
- Ismaïl, R. (2015). Bois et contact alimentaire : De la méthodologie d'extraction des microorganismes à partir du bois à l'évaluation du transfert microbiologique aux aliments cibles. PhD, Universidad Nantes-Angers-Le Mans.
- Ismaïl, R., I. Le Bayon, et al. (2014). "Comparative Study of Three Methods for Recovering Microorganisms from Wooden Surfaces in the Food Industry." *Food Analytical Methods*: 1 - 10.
- Ludosky, D. (2015). Emballage léger en bois : Etude de la migration des molécules organiques du bois vers un aliment. PhD, Universidad de Reims Champagne-Ardenne.
- Mariani, C., R. Briandet, et al. (2007). "Biofilm ecology of wooden shelves used in ripening the French raw milk smear cheese Reblochon de Savoie." *Journal of Dairy Science* 90 (4): 1653 - 1661.
- Mariani, C., N. Oulahal, et al. (2011). "Inhibition of *Listeria monocytogenes* by resident biofilms present on wooden shelves used for cheese ripening." *Food Control* 22 (8): 1357 - 1362.
- Revol-Junelles, A.-M., R. Miguindou-Mabiala, et al. (2005). "Behavior of *Escherichia coli* cells and *Bacillus cereus* spores on Poplar wood crates by impedance measurements." *Journal of Food Protection* 68 (1): 80 - 84.

## 8. Documentos de comunicación de EMABOIS

### Artículos científicos

- Rached Ismaïl, Florence Aviat\*, Valérie Michel, Isabelle Le Bayon, Perrine Gay-Perret, Magdalena Kutnik and Michel Fédérighi. Methods for Recovering Microorganisms from Solid Surfaces Used in the Food Industry: A Review of the Literature. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2013, *10*, 6169-6183.
- Ismaïl R., Le Bayon I., Michel V., Jequel M., Kutnik M., Aviat F., Federighi M. Comparative study of three methods for recovering microorganisms from wooden surfaces in the food industry. 2014 Food Anal. Methods *In Press*

### Pósteres científicos internacionales

- Ludosky D., Fricoteaux F., Ghazil S., Erre D., Copinet A. 2013. Lightweight Wooden Packaging: Analysis of Volatile Organic Compounds emitted from Populus and Pinus pinaster by Thermodesorption coupled to Gas Chromatography-Mass Spectrometry (TD-GC/MS). 26 Simposio sobre embalaje de IAPRI, Espoo, Finlandia.
- Ismaïl R, Le Bayon I, Michel V, Jequel M, Aviat F, Kutnik M, Federighi M. Recovering microorganisms from wooden packaging surfaces used in food-industries. FoodMicro, 1 - 4 de septiembre de 2014, Nantes, Francia. FoodMicro 2014, Nantes, Francia.
- Aviat F, Ismaïl R, Ludosky D, Fricoteaux F, Michel V, Le Bayon I, Arvisenet G, Irle M, Copinet A, Federighi M, De Lagausie O, Brosset B. Bois - contact alimentaire. EMABOIS, un projet phare au service de l'emballage bois. Congreso CERAFEL-CTIFL « Chou-fleur : les enjeux de la production européenne », St Pol de Léon, Francia.
- Ismaïl R, Gay-Perret P, Le Bayon I, Aviat F, Federighi M, Michel M. Transfer of *L. monocytogenes* from different food contact surfaces to cheeses. 6° FEMS, 6 - 12/06/15, Maastricht, Países Bajos. Congreso CERAFEL-CTIFL « Chou-fleur : les enjeux de la production européenne », St Pol de Léon, Francia.
- Aviat F., Ismaïl R., Le Bayoni, Michel V., Jequel M., Kutnik M., Federighi M. Wood for food : available methods for microbial hazard analysis. 6° FEMS, 6 - 12/06/15, Maastricht, Países Bajos. Congreso CERAFEL-CTIFL « Chou-fleur : les enjeux de la production européenne », St Pol de Léon, Francia.

### Pósteres científicos nacionales

- Aviat F., Ismaïl R., Rossero A., Anthoine V., Rezé S., Magras C., FédérighiM. 2012. Caractérisation du système « Micro-organisme-Bois-Aliment » : Un projet collaboratif au sein du consortium EMABois. Journées des Microbiologistes de l'INRA. Isle sur Sorgue, Francia.
- Ludosky D., Fricoteaux F., Ghazil S., Erre D., Copinet A. 2012. Facteurs influençant la migration des composés du bois lors d'un contact alimentaire. Grupo de investigación « Science du Bois », Montpellier, Francia.

- ISMAÏL R, MICHEL V, GAY-PERRET P, AVIAT F, FEDERIGHI M. Extraction et identification de microflore d'intérêt en surface de planches d'affinage en bois d'épicéa. Congreso SFM, 31 de marzo de 2014, París, Francia.
- AVIAT F, FEDERIGHI M. Le bois, source naturelle, utilisé comme emballage au contact alimentaire. Matériaux 2014, 24 - 26 de novembre de 2014, Montpellier, Francia.
- ISMAIL R, LE BAYON I, MICHEL V, JEQUEL M, AVIAT F, KUTNIK M, FEDERIGHI M. Méthodes de récupération des micro-organismes à partir de surfaces d'emballages en bois, utilisées dans les industries agro-alimentaires. Grupo de investigación « Sciences du Bois », 12 - 14 de novembre de 2014, Nancy, Francia. *1<sup>o</sup> premio al póster más pedagógico*
- LUDOSKY D, IRLE M, COPINET A, FRICOTEAUX F. Sécurité alimentaire : étude de la migration des composés organiques émis par le Peuplier lors d'un contact avec un aliment. Grupo de investigación « Sciences du Bois », 12 - 14 de novembre de 2014, Nancy, Francia.

## Conferencias internacionales

- Arvisenet G, Lethuaut L, Ghazil S., Aviat F. 2012. Influence of wooden storage on volatile compounds perception in a model food. Food Factory Congress. Laval, Francia.
- Arvisenet G., Lethuaut L., Ghazil S., Aviat F. 2012. Characterization of wood, functional properties, migration and food contact. Congreso FEFPEB (Fédération Européenne des Palettes en Bois et de l'Emballage). Valencia, España.
- Aviat F., Le Bayon I., Kutnik M. 2012. Wood for food packaging: state-of-the-art of the European regulations and ongoing research in France. Congreso IUFRO (International Union for Forest Research Organisations). Lisboa, Portugal.
- LUDOSKY D, FRICOTEAUX F, IRLE M, AVIAT F, ERRE D y COPINET A. A study of the potential migration of components between foodstuffs and their wooden packaging. IUFOST, agosto 2014, Montreal, Canadá.

## Conferencias nacionales

- Brosset B. 2011. Historique, utilisation du bois, développement durable. Coloquio « Bois-Aliment », Nantes. Francia.
- Ismaïl R., Aviat F., Michel V., Le Bayon, Gay-Perret P., Kutnik M., Fédérighi M. 2013. Méthodes d'extractions de micro-organismes des matériaux des surfaces solides rencontrés en Industries Agro-Alimentaires. Société Française de Microbiologie, Lille, Francia.
- ISMAÏL R, LE BAYON I, MICHEL V, AVIAT F, FEDERIGHI M. Le bois : matériau biosourcé apte au contact alimentaire. 4<sup>ème</sup> JTJ Interbio 2014 – SSHA, 26 de junio de 2014, Matériaux biosourcés et surfaces modifiées : Stratégies de maîtrise des pathogènes, París, Francia. *1<sup>o</sup> premio a la mejor comunicación oral*
- LUDOSKY D, IRLE M, FRICOTEAUX F, COPINET. Wooden packaging: chemical migration between wood and food. 9<sup>ème</sup> Thèses des bois, 2 de julio de 2014, Burdeos, Francia. *1<sup>o</sup> premio a la mejor comunicación oral*
- AVIAT F, FEDERIGHI M. EMABOIS, un projet phare au service de l'emballage en Bois. Matériaux, 24 - 26 de novembre de 2014, Montpellier, Francia.

- LUDOSKY D, FRICOTEAUX F, COPINET A, ERRE D. Alimentarité du matériau bois : Constats et Nouveaux défis. Matériaux 2014, 24 - 26 de novembre de 2014, Montpellier, Francia.

## Artículos profesionales

---

- Dossier. Le Bois se plie aux demandes d’emballages plus écologiques, présentation Consortium EMABois. 2010. ED Machines & Technologies n° 549, junio de 2010 p. 12-14.
- Un consortium pour l’emballage en bois, en bref. 2010. Environnement Magazine n° 168 p. 16.
- Aviat F., Ismaïl R., Friant-Perrot M., Fédérighi M. 2013. Le bois comme matériau au contact des denrées alimentaires: point réglementaire (avec correctif). Rev Obs IAA 103: 12 - 15.
- Aviat F., Ismaïl R., Fédérighi M. 2013. Le bois en agroalimentaire : utilisations et qualités. Rev Obs IAA 103: 7-11
- Affinage : confirmer l’aptitude du bois au contact alimentaire, Hann-Lys Meyer. Revue Laitière Française, n° 736, p. 43
- CHASSAGNEUX FX. Relecture et échanges avec AVIAT F. Le bois en contact avec les aliments. Octobre de 2014. Bois+.
- ARVISENET G, AVIAT F. Emballage bois et contact alimentaire. Nature du bois et humidité, deux facteurs influençant la migration de composés du bois vers l’aliment. Revue des Industries Alimentaires. Enero - febrero 2015 p. 25 – 27.

## Otras comunicaciones

---

- Hermès J.E. 2010. L’emballage bois, écologique et durable ! Comunicado de prensa.
- Aviat F., Fédérighi M. 2010. Présentation du Consortium EMABois. Invitación del ANSES (Brigitte Carpentier), París, Francia.
- Brosset B, De Lagausie O. 2011. La filière Emballage Bois. Escuela de ingenieros ESIREims, Reims. Francia.
- Brosset B, De Lagausie O. 2011. La filière Emballage Bois. Escuela de ingenieros ESB, Nantes. Francia.
- Michel V. 2012. “Le Bois en contact avec les fromages ». Vidéo, página web: bois.com.
- Fédérighi M. 2012. Consortium EMABOIS. Conseil Régional Pays de la Loire.
- Brosset B. 2013. «Sans langue de bois». Intervención radiofónica, Nantes, Francia.
- Aviat F. 2013. Présentation du Consortium EMABois (sur invitation). Réunion de travail du Réseau Mixte Technologique CHLEAN, París. Francia.
- Emballages, contact alimentaire et respect de l’environnement : comment comprendre ? Actualités réglementaires sur les plastiques, bois, encres et vernis. Jornada técnica Breizpack, St Pierre de Quiberon. Conferenciantes invitados: Federighi M. Guide de bonnes pratiques d’hygiène : application aux matériaux ; Brosset B, De Lagausie O. La filière emballage bois en France ; AVIAT F. Bois au contact alimentaire : réglementation et réponses de la filière bois ;
- Salon de l’emballage 2014, París, Francia. Mesa redonda, Web TV el día 18/11/2014. Conferenciantes invitados: Aviat F, Brosset B, De Lagausie O : Focus sur le matériau bois (emballages).

- Jornada técnica « Filière emballages bois », Ecole Supérieure du Bois, Nantes. Conferenciantes invitados: Aviat F, Brosset B : Bois et contact alimentaire. Consortium EMABOIS.
- Emabois en la página web INRA: M. Federighi, R. Ismaïl y F. Aviat han redactado un artículo publicado en la página web del laboratorio UMR INRA Secalim – Oniris en relación con la aceptación de la publicación de R. Ismaïl. Se puede acceder a través de este vínculo. <http://www6.angers-nantes.inra.fr/secalim/SECALIM-a-la-une/Bois-et-contact-alimentaire>
- Emabois en la página web Atlanbois: <http://www.atlanbois.com/s-informer/bois-et-alimentation/>

### Artículos para el público general

---

- Ludosky D., Fricoteaux F., Ghazil S., Erre D., Copinet A. 2013. Lightweight wooden packaging: Analysis of volatile organic compounds emitted from Populus and Pinus pinaster by Thermodesorption coupled to Gas Chromatography- Mass Spectrometry. Actas del 26 Simposio sobre embalaje de IAPRI, Espoo, Finlandia. En imprenta.

## 9. Participantes industriales y científicos

### Doctorandos

Rached Ismaïl, doctorando en Microbiología.

Daliéna Ludosky, doctorando en Química.

### Organizaciones

#### **SIEL: Asociación nacional de las industrias del embalaje ligero de madera.**

Bernard Brosset, vicepresidente y presidente del consorcio EMABOIS.

Jacques Brossillon, expresidente.

Michel Blanchet, presidente.

Olivier de Lagausie, delegado general.

Philippe Gallé, director de empresa.

Philippe Samson, director de empresa.

Hubert Villette, director de empresa.

#### **SEILA: Asociación del embalaje industrial.**

Claude van Den Abeele, presidente.

#### **SYPAL: Asociación nacional de fabricantes de palés de madera.**

Jean-Marie Tanguy, delegado general.

#### **GROW, Group Recycling of Wood:**

Thierry Péré, presidente de la Red europea de embalajes.

#### **Interprofesional: France Bois Forêt**

Dominique Juillot, expresidente.

Laurent Denormandie, expresidente.

Jean-Emmanuel Hermès, director general.

### Científicos

#### **28 científicos asociados a los 2 doctorandos**

##### **Actalia Productos Lácteos**

Valérie Michel, responsable del sector de microbiología del sector lácteo, codirectora de tesis.

Perrine Gay-Perret, ingeniero tecnológico.

Sylvie Engelmann, técnico de investigación.

Michel Nedellec, asesor tecnológico.



Eric Notz, jefe de proyecto.

#### **Escuela superior de la madera**

Arnaud Godevin, director de la escuela.

Mark Irle, director de investigación, codirector de tesis.

Stéphane Belloncle, profesor ayudante.

Salouah Gazil, profesor.

#### **ESIREims : Escuela superior de ingenieros de embalaje y acondicionamiento**

Damien Erre, director de la escuela y codirector de tesis.

Alain Copinet, responsable de investigación, codirector de tesis.

Florence Fricoteaux, profesor ayudante, codirector de tesis.

Jean-Baptiste Nolot, ingeniero de estudios.

Nathalie Choiselle, técnico de investigación.

#### **FCBA: Instituto tecnológico del bosque, la celulosa, la madera para la construcción y el mobiliario**

Marc Jequel, director del sector de laboratorios FCBA de Burdeos.

Magdalena Kutnik, directora del laboratorio de biología.

Isabelle Le Bayon, responsable técnico de micología, codirectora de tesis.

Mathilde Montibus, jefe de proyecto.

Martine Gabelle, técnico de investigación.

Adeline Jasick, técnico de investigación.

Melissa Prégnac, técnico de investigación.

#### **Oniris: Escuela nacional veterinaria, agroalimentaria y de la alimentación, Nantes-Atlantique**

Michel Federighi, director del departamento de investigación AlimScan, director de tesis.

Florence Aviat, jefe de proyecto EMABOIS.

Valérie Anthoine, técnico de investigación.

Albert Rossero, ingeniero de estudios.

Gaëlle Arvisenet, profesor ayudante.

Laurent Lethuaut, profesor ayudante.

Laurence Dubreuil, ingeniero de estudios.

### **Miembros del comité de seguimiento de tesis**

#### **Comité de tesis de microbiología**

Anne-Marie Riquet, INRA Agroparistech.

Sylvie Lortal, INRA Rennes.

#### **Comité de tesis de química analítica**

Gaëlle Arvisenet, AgrosupDijon.





[www.grow-international.eu](http://www.grow-international.eu)