

## ZUSAMMENFASSUNG

# Bewertung der hygienischen Eigenschaften der Verpackungen aus Holz zum einmaligen Gebrauch für Fisch

November 2014

Gefördert durch:

Federación Española del  
Envase de Madera y sus  
Componentes<sup>1</sup> (FEDEMCO)

**FEDEMCO**  
FEDERACION ESPAÑOLA DEL ENVASE DE MADERA Y SUS COMPONENTES



---

<sup>1</sup> Spanischer Verband für Holzverpackungen und dessen Bestandteile



**Zusammenfassung der Studie:** **Bewertung der hygienischen Eigenschaften der Verpackungen aus Holz zum einmaligen Gebrauch für Fisch**

**Kunde:** **Federación Española del Envase de Madera y sus Componentes (FEDEMCO)**

C/ Profesor Beltrán Báguena, 4-412 C

46009 Valencia (Spanien)

Telefon: +34 96 349 57 13

Fax: +34 96 348 56 00

E-mail: [fedemco@fedemco.com](mailto:fedemco@fedemco.com)

Internet: [www.fedemco.com](http://www.fedemco.com)

Kontaktperson: Fernando Trénor Colomer,  
Direktor

**FEDEMCO**  
FEDERACION ESPAÑOLA DEL ENVASE DE MADERA Y SUS COMPONENTES

**Datum:** **November 2014**

**Autoren:****Universidad Autónoma de Barcelona<sup>2</sup>.  
Facultad de Veterinaria<sup>3</sup>**

Forschungsgruppe AMIcS

Mikrobiologische Analyse von Oberflächen und  
Bewertung von Biofilmen.**Dr. José Juan Rodríguez Jerez**

Professor und Direktor von AMIcS

Travesera dels Turons S/N, Campus UAB

08193 Bellaterra (Barcelona, Spanien)

Telefon: +34 935 811 448

Fax: +34 933 807 558

E-mail: [jozejuan.rodriquez@uab.cat](mailto:jozejuan.rodriquez@uab.cat)  
<mailto:jojueroje@mac.com>Internet: [www.uab.cat](http://www.uab.cat)**Quellennachweis der Fotografien:**

Von links oben nach rechts unten

- FEDEMCO/ Federico Méndez Hidalgo (Valencia, Spanien)
- FEDEMCO/ Ana Belén Bernales (Basauri, Vizcaya, Spanien)
- FEDEMCO/ Ana Belén Bernales (Basauri, Vizcaya, Spanien)
- FEDEMCO/ Estudio Numérico, S.L. (Valencia, Spanien)

---

<sup>2</sup> Autonome Universität Barcelona<sup>3</sup> Veterinärmedizinische Fakultät

- 
- FEDEMCO/ Estudio Numérico, S.L. (Valencia, Spanien)

## Zusammenfassung

### Einleitung und Hintergrund.

In der Vermarktungskette von frischem Fisch in Europa, vom Schiff in den Laden, sind die am häufigsten und bedeutendsten verwendeten Verpackungssysteme für ihre Handhabung und Transport aus Holz, Kunststoff oder Polystyrol hergestellt.

Aus Gründen der Hygiene sind Kisten aus Holz und geschäumtem Polystyrol zum einmaligen Gebrauch vorgesehen, während die aus Kunststoff als wiederverwendbar gelten, da diese nach jedem Umlauf gewaschen werden können.

### Auftrag und Ziele der Studie.

Im März 2014 unterschrieb die Federación Española del Envase de Madera y sus Componentes (FEDEMCO) eine Zusammenarbeitsvereinbarung mit der Fundación para los Estudios de Prevención y Seguridad Integral<sup>4</sup> (FEPSI), Institution, die mit der Universidad Autónoma De Barcelona (UAB) verbunden ist, um ein Forschungsprojekt durchzuführen über die "Bewertung der hygienischen Eigenschaften der Verpackungen aus Holz zum einmaligen Gebrauch für Fisch".

In dem gleichen Forschungsprojekt führte das Forscherteam unter der Leitung von Dr. José Juan Rodríguez Jerez, Experte in mikrobiologischer Analyse von Oberflächen und Bewertung von Biofilmen und Professor an der Veterinärmedizinischen Fakultät, einen Leistungsvergleich des mikrobiologischen Verhaltens von marktüblichen Verpackungen für frische Fische durch.

Sie untersuchten drei Aspekte: mikrobielle Analyse der drei Typen von Oberflächen, Bewertung der möglichen antimikrobiellen Wirksamkeit von Materialien und mikrobielle Analyse von Verpackungen und frischem Fisch in realen Einsatzbedingungen.

Diese Studie liefert somit eine Wissensbasis der Vermarktungskette für frischen Fisch unter besonderer Betrachtung des hygienischen Verhaltens der einzelnen Materialien.

Die Analysen wurden nach wissenschaftlichen und technischen Spezifikationen mit standardisierten Tests durchgeführt, wie z.B.: ISO-22196, ISO-846 und ISO-20743.

### Gegenstand der Studie.

#### Materialien.

Das Forschungsprojekt untersuchte das Verhalten der am häufigsten verwendeten Materialien, herrührend von neuen Holzkisten für frischen Fisch und Kunststoffmaterialien, wie z.B.:

- Kiefernholz (*Pine wood*).
- Pappelholz (*Poplar wood*).
- Geschäumtem Polystyrol (EPS).
- Polyethylen hoher Dichte (HDPE).

---

<sup>4</sup> Stiftung für Studien der Verhütung und Integrale Sicherheit

In Bezug auf die Formate der Kisten, handelte es sich um die folgenden:

- Holz. Außenabmessungen 50 x 37 x 8,5 cm. Seiten- und Stirnflächen aus Kiefernholz (5 mm). Bodenplatten (1,6 a 2 mm) und Belattung aus Pappelholz mit Abflussmöglichkeit.
- EPS. Außenabmessungen 40 x 30 x 11 cm ohne Abflussmöglichkeit.
- HPDE. Außenabmessungen 60 x 40 x 13 cm. (20 Liter) grüne Farbe mit Abflussmöglichkeit.

### Mikrobielle Oberflächenanalyse.

Für die mikrobielle Analyse der Oberflächen wurden von den einzelnen Materialien Stücke von jeweils 5 x 5 cm geschnitten, um dann eine mikrobielle Zählung der individuellen Oberflächen vorzunehmen. Die analysierenden Aspekte waren die folgenden:

- Gesamte Anzahl von aeroben mesophilen Mikroorganismen
- Psychrotrophe Mikroorganismen (*Psychrotrophic*)
- Mikroorganismen der Enterobakterien zugehörend (*Enterobacteria*)
- Staphylokokken und andere Gram positive (*Staphylococcus*)
- Schimmel- und Hefepilzen (*Moulds*)

### Bewertung der antimikrobiellen Wirksamkeit.

Für die Bewertung der antimikrobiellen Wirksamkeit der Materialien wurden die Mikrobioten des Materials selbst, sowie Stoffe, die als Hemmer für das Wachstum von fremden Mikroorganismen fungieren können, in Betracht gezogen.

Zu diesem Zweck wurden verschiedene standardisierte Verfahren verwendet:

- ISO-22196, für die antibakterielle Bewertung (*Staphylococcus aureus* und *Escherichia coli*),
- ISO-846, für die antimykotische Aktivität, unter Verwendung von Pilzstämmen, die laut Norm vorgesehen sind (*Aspergillus niger*, *Paecilomyces variotti*, *Glucadium virens* und *Chaetomium globosum*).
- ISO-20743, für die antimikrobielle Bewertung von porösen Materialien.

### Mikrobielle Analyse mit Erzeugnis.

Für die mikrobielle Analyse mit Erzeugnis wurde die gleiche Art von Materialien in Form von Kisten untersucht. Diese enthielten stark manipulierte Fische vom Fischmarkt, mit der Absicht, dass diese eine nachweisbare Menge von Staphylokokken (Hautbakterien) und Enterobakterien (Fäkalindikatoren) aufwiesen.

Am Tag 0 nahm man zwei Behälter mit jeweils 12 kg Fisch vom Fischmarkt, einen mit Sardinen (*Sardina pilchardus*) und der andere mit Sardellen (*Engraulis encrasicolus*).

Man fuhr fort, die 2 Arten (24 Kg) zu mischen und anschließend auf die 3 Kistentypen zu verteilen, jeweils 8 Kg in jeder Kiste.

Während die Kisten aus HDPE und Holz über Abflussmöglichkeiten verfügten, war die aus EPS hermetisch, diese ist auf dem spanischen Markt am weitesten verbreitet.

Jede dieser Fischkisten wurde komplett mit Eis bedeckt und dann bei einer Temperatur von 2°C für 7 Tage im Kühlhaus gelagert. Um den Fisch frisch, feucht und kühl zu halten wurde kontinuierlich Eis hinzugefügt.

Dieser Vorgang wiederholte sich während 3 unterschiedlichen Tagen, in verschiedenen Wochen.

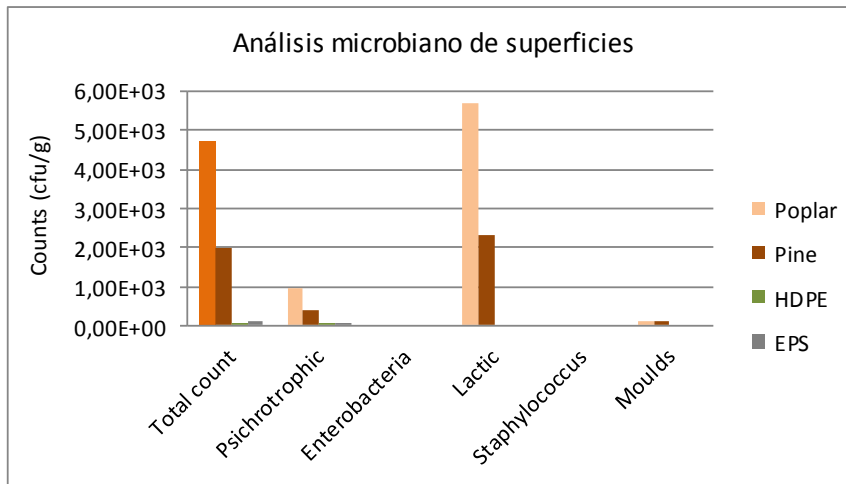
Die mikrobiologische Belastung wurde von 12 Material- und Fischproben analysiert. Anfänglich am Tag 0 und am Ende, nach Ablauf der 7 Tage, um die Anzahl und Art der Bakterien vergleichsweise zu beurteilen, ob diese gleich waren, oder ob sich diese verändert hatten.

Folgende Bakterienkulturen wurden untersucht:

- Gesamte Anzahl von aeroben mesophilen Mikroorganismen
- Mikroorganismen der Enterobakterien zugehörend
- Staphylokokken und andere Gram positiv

## Ergebnisse.

### Mikrobielle Oberflächenanalyse.

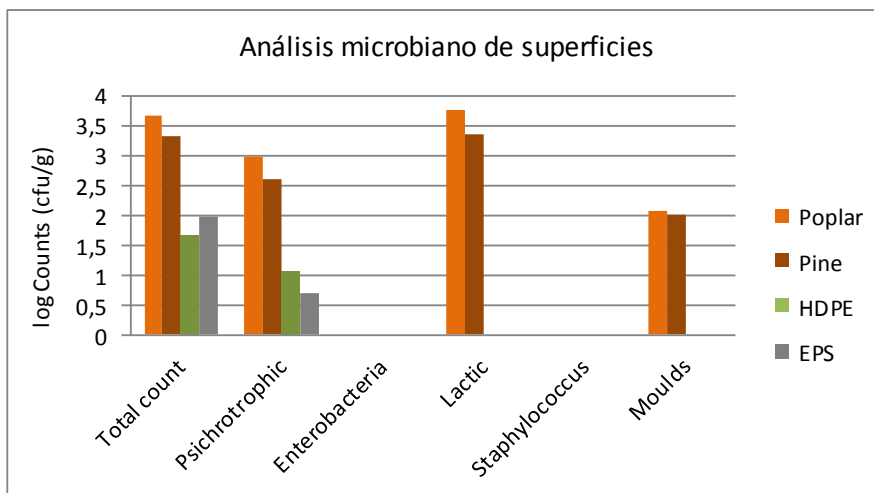


n=12. Jede Probe wurde zweimal analysiert und es wurden 12 Wiederholungen für jede Probe durchgeführt

**Abbildung 1.- Ergebnisse der Zählungen der verschiedenen Gruppen von Mikroorganismen.**

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, unterscheiden sich die Zählwerte abhängig von der Art des untersuchten Materials. So ist das Ausgangsmaterial mit weniger Oberflächenverunreinigung das HDPE, gefolgt von EPS, Kiefer und Pappel.

Um die Ergebnisse besser vergleichen zu können, betrachten wir die Abbildung 2, wo die logarithmische Korrektur dargestellt ist.



n=12. Jede Probe wurde zweimal analysiert und es wurden 12 Wiederholungen für jede Probe durchgeführt

**Abbildung 2.- Ergebnisse der Logarithmen der Zählwerte der verschiedenen Gruppen von Mikroorganismen.**

Wie wir sehen können, sind in keinen Fall Enterobakterien oder Staphylokokken vorhanden. Andererseits, ist die Höhe der Oberflächenverunreinigung moderat, mit einem Niveau, das in keinen Fall 4 Logarithmen erreicht. Schimmelpilze werden nur im Holz festgestellt, mit Verunreinigungen, die in der Nachweisgrenze der Technik ermittelt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Holz seine eigene mikrobiologische Belastung aufweist, in keinen Fall potentiell pathogene Mikroorganismen vorhanden sind, daher



sollte man bei der Mikroflora, die diese aufweisen, die Eigenschaft eines Materials beachten, die aus lebenden Organismen herrührt, wie z.B. Bäume. Wenn man berücksichtigt, dass die mikrobiologische Belastung, die in frischen Lebensmitteln, wie im Fall von Fischen gefunden werden kann, in der Regel höchstens 10.000 KBE/g des Erzeugnisses (4 Logarithmen) ist, sollte Holz, mit seiner eigenen Belastung, keinen Einfluss auf die Verunreinigung des Erzeugnisses haben.

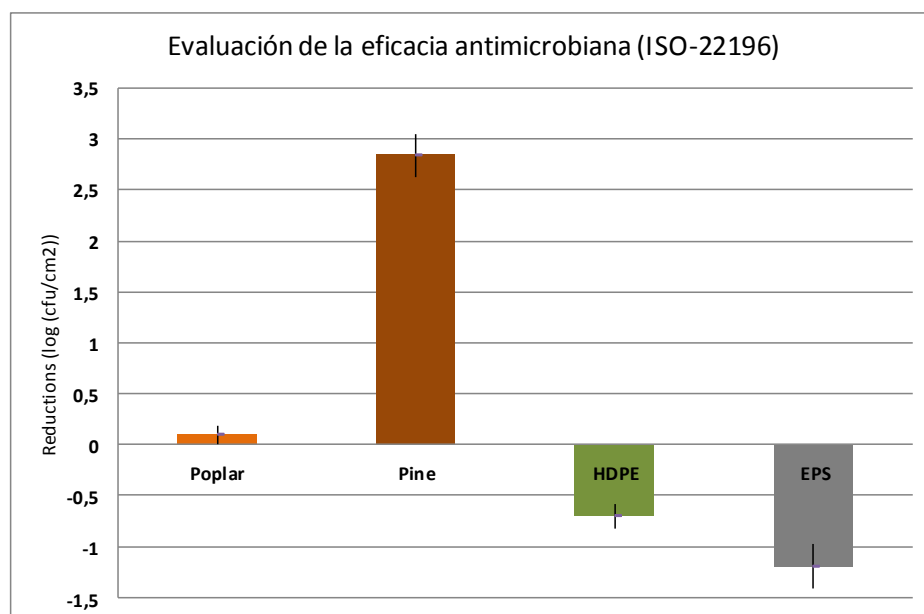
### Bewertung der antimikrobiellen Wirksamkeit.

Auf der einen Seite, zeigte keine Probe antimykotische Eigenschaften, weder die aus Kunststoffe, noch die aus Holz. Im Falle von Holz, ist es schwierig irgendeine Wirkung zu sehen, aufgrund des eigenen Wachstums der Mikroorganismen.

Auf der anderen Seite, stellte keine der Proben der zwei untersuchten Kunststoffe antimikrobielle Eigenschaften dar, weder Bakterien noch Pilze. Dies bedeutet, dass diese Materialien keine Qualität besitzen, die das Wachstum dieser Mikroorganismen verhindert.

Wenn wir die Ergebnisse vergleichen, ab dem Zeitpunkt wo die Proben inokuliert wurden, bis zur Ablesung 24 Stunden danach, sehen wir de facto, das ein Wachstum von 0,7 log in HDPE auftritt. Dies bedeutet, dass dieses Material neutral ist in Bezug auf die Kontrolle der Mikroorganismen, aber eine bestimmte Vervielfachung dieser auf seiner Oberfläche ermöglicht. Wenn wir dieses Ergebnis mit dem des EPS vergleichen, sehen wir, dass dieses das Wachstum von 1,2 log ermöglicht.

Dementsprechend sollten diese Kunststoffe, wenn sie mit der organischen Substanz und Wasser in Kontakt gebracht werden, das Wachstum von Mikroorganismen auf ihrer Oberfläche erlauben, weshalb sich die Anzahl der in den Lebensmitteln enthaltenen Mikroorganismen erhöht. Die Ergebnisse zeigen, dass ein größerer Anstieg der Zählwerte auf der Oberfläche des EPS als auf der des HDPE erwartet wird.



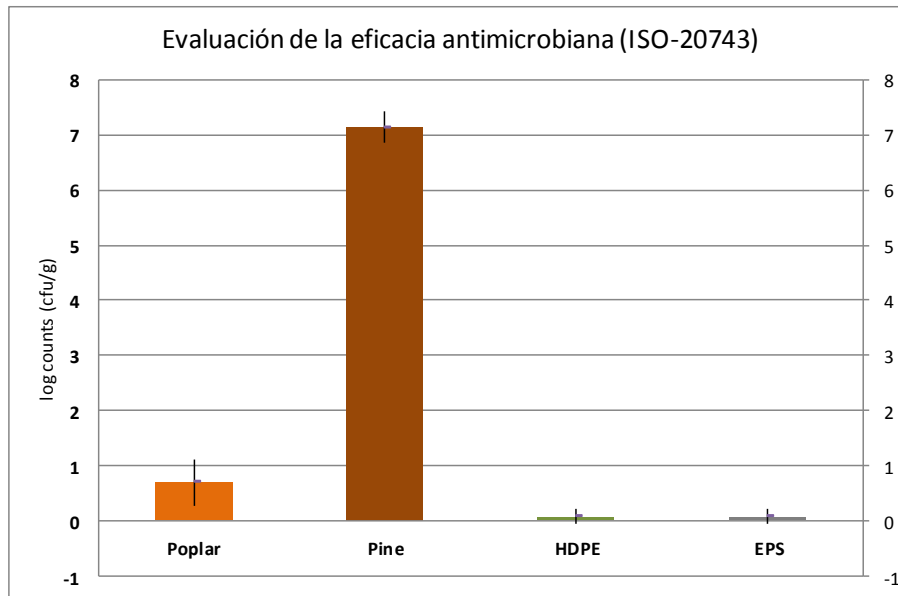
n=12

**Abbildung 3.- Bewertung der antimikrobiellen Wirkung der verschiedenen untersuchten Materialien, nach der Norm ISO-22196.**

Jedoch verringert sich bei den untersuchten Hölzern, das der Pappel um 0,10 log und das der Kiefer um 2,84 log. Es ist offensichtlich, dass Kiefernholz eine größere Hemmungskapazität hat, als Pappelholz. Wenn man hier hinzufügt, dass Kunststoff

das Wachstum erlaubt, erhält man in der Gesamtbilanz, im Vergleich zu anderen Arten von Kunststoff, das Pappel das Wachstum zwischen 0,8 bis 1,3 log und Kiefer 3,54 bis 4,04 log reduziert.

Da das Holz viel poröser ist und ein Teil des Wassers mit den Inokula absorbieren kann, könnte dies den Anschein einer nicht wirklichen Lastreduzierung geben, wenn die Mikroorganismen in das Innere des Holzes dringen. Unter Beachtung der Norm ISO 22196 würde dies ein verzerrtes Ergebnis liefern. Aus diesem Grund entschied man eine dritte Norm, die ISO 20743:2013, für poröse Oberflächen zu verwenden.



n=12

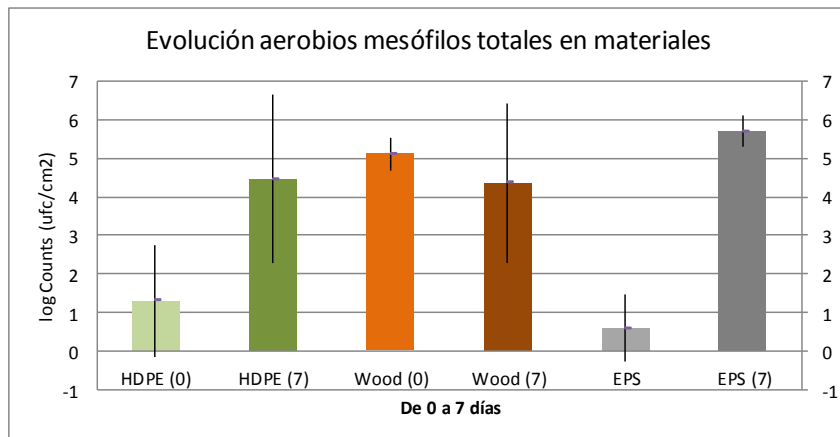
Abbildung 4.- Bewertung der antimikrobiellen Wirkung der verschiedenen untersuchten Materialien, nach der Norm ISO-20743.

Die Ergebnisse stehen voll im Einklang mit denjenigen der Norm ISO 22196, obwohl in diesem Fall mit einer Gewichtskonstanz der Probe gearbeitet wurde, nicht mit der Oberfläche, sehen die Zahlen etwas anders aus (Abbildung 4).

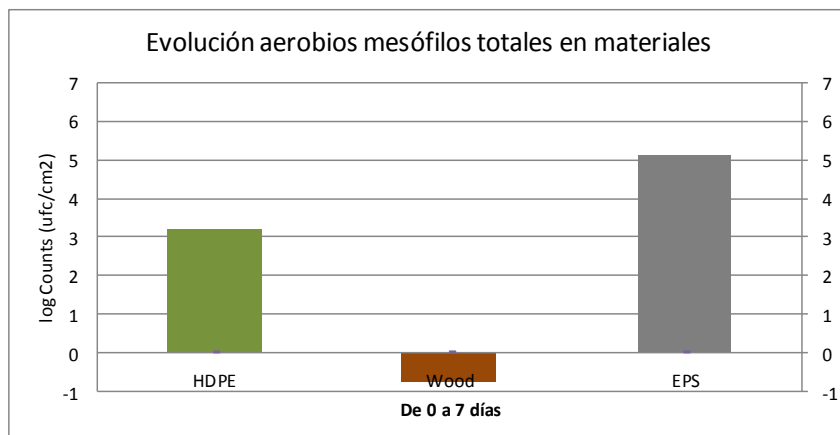
Die zwei Arten der untersuchten Kunststoffe (HDPE und EPS) zeigten keine antimikrobielle Aktivität, da das Ergebnis nicht signifikant von 0 abweicht. Jedoch zeigte sich bei Holz, ähnlich wie die Ergebnisse unter der Anwendung der Norm ISO-22196, dass das Kiefernholz eine hohe antimikrobielle Aktivität aufwies, während das Pappelholz eine deutlich geringere Aktivität hat.

## Mikrobielle Analyse mit Erzeugnis.

In Abbildung 5 sehen wir die Bewertung der Zählwerte der verschiedenen angewendeten Materialien. Es ist wichtig zu betonen, dass die Verunreinigung zum Zeitpunkt 0, die des eigenen Materials ist, vor Gebrauch oder Kontakt mit dem frischem Fisch, während die Messwerte nach 7 Tagen, dem Ergebnis nach 7 Tagen mit Fisch, unter strengen Auflagen der Kühlung und ohne die Kühlkette zu unterbrechen, entspricht.



n=12.



n=12.

Abbildung 5.- Entwicklung der gesamten Anzahl von aeroben mesophilen Mikroorganismen in den verschiedenen untersuchten Materialien

Wie wir in Abbildung 5 zum Zeitpunkt Null sehen können, war das Material, das einen höheren Zählwert aufwies, die Holzkiste, wie dies von früheren Studien erwartet wurde, die mit ungenutzten Materialien durchgeführt wurden.

In diesem Fall waren die Unterschiede statistisch signifikant, das Holz hatte den höchsten Grad an Verunreinigung (5,11 log KBE/cm<sup>2</sup>), gefolgt von Polyethylen hoher Dichte (1,29 log KBE/cm<sup>2</sup>) und geschäumtem Polystyrol (0,58 log KBE/cm<sup>2</sup>). Jedoch nach 7 Tagen Kontakt mit den Fischen und in der Kühlung, waren die Ergebnisse sehr unterschiedlich. De facto reduziert sich der Zählwert beim Holz auf 4,35 log KBE/cm<sup>2</sup>. Der Rückgang des Zählwertes betrug 0,76 log KBE/cm<sup>2</sup>.

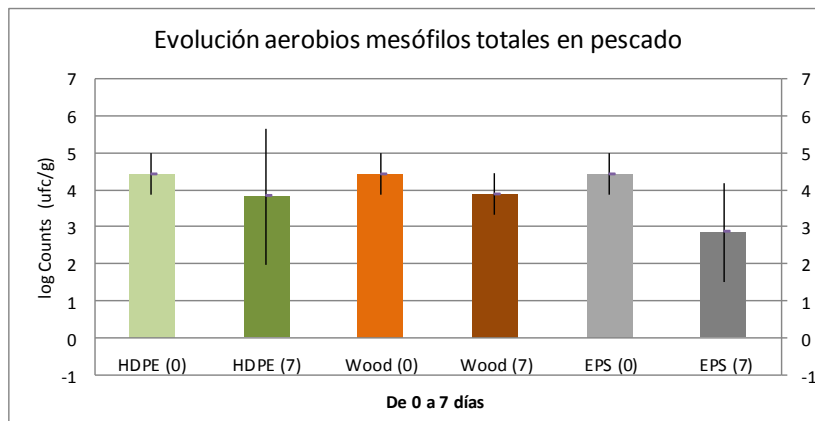
Durch Vergleich dieses Zählwertes mit HDPE (4,46 log KBE/cm<sup>2</sup>) stellten sich bei Holz keine statistisch signifikanten Unterschiede fest, sehr wohl aber bei der Verringerung.

D.h., während der Zählwert beim Holz auf 0,76 log KBE/cm<sup>2</sup> fiel, stieg dieser beim HDPE auf 3,17 log KBE/cm<sup>2</sup> an.

Vergleicht man diese Ergebnisse mit den EPS ohne Abflussmöglichkeit, stellen wir fest, dass die Zunahme der Zählwerte bei diesen Material, mit 5,70 log KBE/cm<sup>2</sup>, die höchste unter den Untersuchten war. Die Zunahme betrug somit 5,12 log KBE/cm<sup>2</sup>. Diese Unterschiede sind statistisch signifikant, sowohl im Vergleich mit dem HDPE, als auch mit dem Holz.

Obwohl beim Holz der Zählwert vor seiner Verwendung die höchste war, zeigte aber der beobachtete Rückgang, nach seinen Kontakt mit dem Fisch, dass sich dieses Material am wenigsten kontaminiert, im Vergleich zu den 3 untersuchten Materialien.

Das HDPE befindet sich in einem Zwischenstadium, obwohl keine statistisch signifikanten Unterschiede mit dem Holz gefunden wurden. Im Hinblick auf das EPS ohne Abflussmöglichkeit ist dies eindeutig das Material, das sich nach Verwendung am stärksten kontaminiert.



n=12.

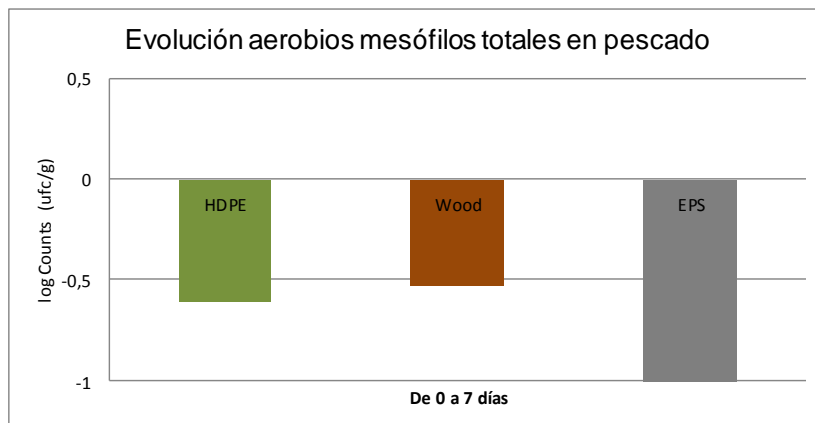


Abbildung 6.- Entwicklung der gesamten Anzahl von aeroben mesophilen Mikroorganismen in dem Fisch zum Zeitpunkt 0 und nach seinen Kontakt mit den verschiedenen Materialien nach 7 Tagen Kontakt (log KBE/g).

Wie in Abbildung 6 ersichtlich, war der Zählwert der Fische der gleiche am Tag 0, aber nach 7 Tagen fanden sich signifikante Unterschiede zwischen den untersuchten Materialien. In dem Fall der Aufbewahrung von Fischen in HDPE (3,81 log KBE/g) und Holz (3,88 log KBE/g) wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den zwei Produkten nachgewiesen. Jedoch der Fisch, der in EPS ohne Abflussmöglichkeit aufbewahrt wurde, zeigte einen Zählwert von 2,84 log KBE/g.

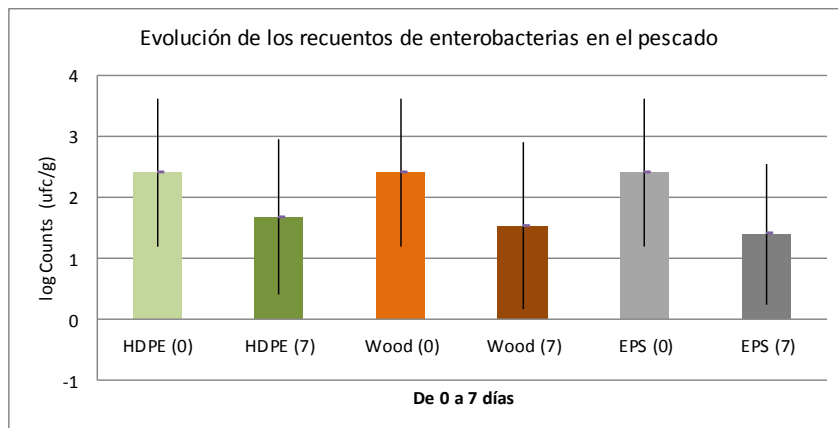
Wenn wir den Rückgang der geschätzten Zählwerte analysieren, wird deutlich, dass der größte Unterschied bei den erhaltenen Zählwerten von den aufbewahrten Fischen

in EPS ohne Abflussmöglichkeit besteht (1,57 log KBE/g), gefolgt von den aufbewahrten Fischen in HDPE (0,61 log KBE/g) und Holz (0,53 log KBE/g). In diesem Fall erkennen wir statistisch signifikante Unterschiede zwischen dem EPS und den zwei anderen Materialien.

Der einzige erfasste Unterschied zwischen dem EPS und dem HDPE und dem Holz ist, dass im Falle von EPS, aufgrund der fehlenden Abflussmöglichkeit, der aufbewahrte Fisch mit dem Eis in dem Wasser treibt. In diesem Fall ist das Erzeugnis permanent in Wasser eingetaucht. Jedoch ist das HDPE in einem Zwischenstadium, mit einer bestimmten Menge von Eis und Wasser, wobei die Löcher dieser Kisten das Abfließen des Wassers ermöglichen, so dass der Fisch niemals darin treiben kann. Im Hinblick auf die Fische, die in Holzkisten aufbewahrt wurden, trieben diese nie im Wasser, da das Schmelzwasser immer zwischen den Lamellen des Holzes abfloss.

Daher schließen wir, gemäß dieser Ergebnisse, dass je größer die Menge an Wasser in Kontakt mit dem Material ist, desto größer ist die Verunreinigung des Materials und desto geringfügiger ist die der Fische. Dies beinhaltet die Bildung von *Biofilmen* auf der Oberfläche des Materials und beeinflusst die Fische, wenn diese mit dem Material in Kontakt kommen, oder es wiederverwendetes Material ist. Allerdings beeinflusst der Grad der Verunreinigung der Materialien nicht die Qualität der Fische, wenn es sich um Materialien für den einmaligen Gebrauch handelt und die Kühlbedingungen eingehalten werden.

Diese Ergebnisse wurden erwartet, da wir bei der Überprüfung der antimikrobiellen Aktivität der Materialien feststellten, dass das EPS das Material ist, das ein schnelleres Wachstum von Mikroorganismen erlaubt, gefolgt von HDPE, während Holz eine klare antimikrobielle Aktivität aufzeigt.



n=12.

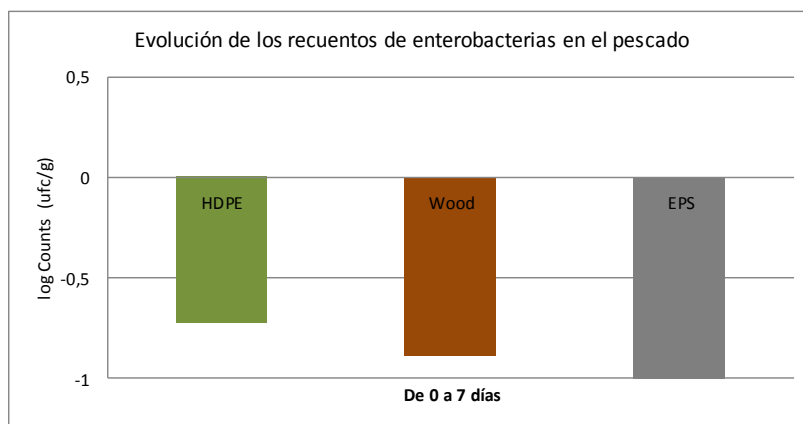
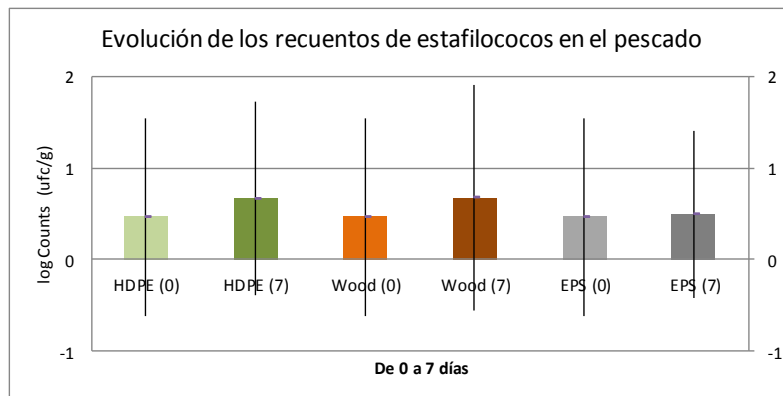


Abbildung 7.- Entwicklung der Anzahl von Enterobakterien in dem Fisch zum Zeitpunkt 0 und nach seinem Kontakt mit den verschiedenen Materialien nach 7 Tagen Kontakt (log KBE/g).

In Abbildung 7 sehen wir die Bewertung der Zählwerte der Enterobakterien. In keinem der Fälle konnten wir signifikante Unterschiede feststellen, das bedeutet, dass das Material keinen Einfluss auf die Verunreinigung der Fische durch diese Mikroorganismen hat. Wir konnten einen Rückgang feststellen von etwa 1 log KBE/g nach 7 Tagen in Kühlung.

Nach diesen Ergebnissen, hat das Material keinen Einfluss auf die Qualität und die Sicherheit der Fische, in Bezug auf die untersuchten mesophilen Mikroorganismen.



n=12.

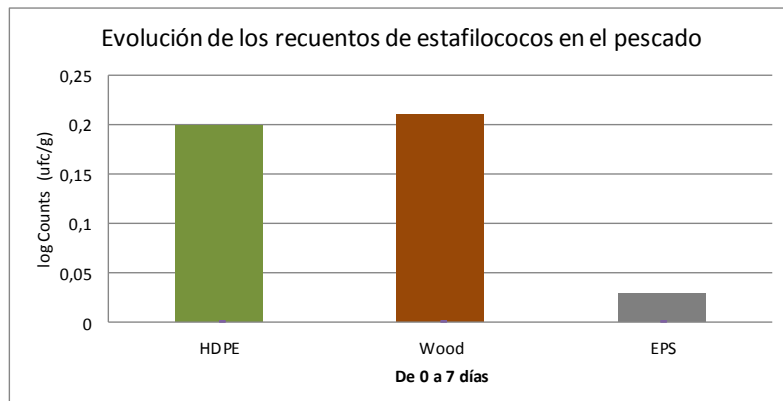


Abbildung 8.- Entwicklung der Anzahl von Enterobakterien in dem Fisch zum Zeitpunkt 0 und nach seinen Kontakt mit den verschiedenen Materialien nach 7 Tagen Kontakt (log KBE/g).

Bezüglich der Staphylokokken, sehen wir auch einen Rückgang seiner Zählwerte im Fisch, nachdem dieser 7 Tage gekühlt aufbewahrt war. Diese Unterschiede waren statistisch signifikant zwischen den Zählwerten von Fisch, der im EPS ohne Abflussmöglichkeit (0,49 log KBE/g) und der im HDPE (0,66 log KBE/g) und Holz (0,67 log KBE/g) aufbewahrt war.

Allerdings sind die festgestellten Niveaus so niedrig, dass sie kein Gesundheitsrisiko für die potentiellen Verbraucher darstellen.





## Schlussfolgerungen.

1. Die untersuchten Kunststoff-Materialien, HDPE und EPS, besitzen keine antimikrobiellen Eigenschaften.
2. Das Holz besitzt antimikrobielle Eigenschaften, wobei das Kiefernholz wirksamer ist, als das der Pappel. Tatsächlich weisen die erfassten Abbauwerte darauf hin, dass die induzierte Lastreduzierung beim Kiefernholz hoch signifikant ist, wohingegen es bei der Pappel eher unwichtig ist.
3. Die Norm bei der Wahl für die Auswertung der antimikrobiellen Eigenschaften muss die ISO 20743:2013 sein, da diese es ermöglicht, die porösen und nicht porösen Materialien zu bewerten.
4. Die Verpackungen aus Holz zeigen eine geringere Verunreinigung nach dem Kontakt mit dem Fisch und verringern die Oberflächenverunreinigungen statistisch signifikant im Vergleich zu den anderen untersuchten Materialien, HDPE und EPS. Daher bestehen beim Holz keine negativen hygienischen Auswirkungen.
5. Unter der Voraussetzung einer einmaligen Verwendung, beeinflussen die untersuchten Materialien weder die Qualität noch die Sicherheit der Fische. In dem Fall einer Wiederverwendung können die Kunststoff-Materialien ein erhöhtes Risiko für die Übertragung der Bakterien von den *Biofilmen* der Plastikoberflächen zum Erzeugnis darstellen. In diesem Fall besteht ein echter Bedarf einer richtigen Reinigung der Kisten, unter Beweisstellung der Wirksamkeit des Waschvorgangs.
6. Es gibt keine unhygienischen Auswirkungen des Holzes im Vergleich zu den untersuchten Kunststoff-Materialien.
7. Angesichts der Tatsache, dass es sich beim EPS um das Material handelt, das sich am stärksten verunreinigt, könnte die Praxis der Entleerung, nach der Aufbewahrung mit Wasser ohne Abflussmöglichkeit, ein Risiko einer mikrobiologischen Verunreinigung des Fisches darstellen, was durch den direkten Kontakt mit der Oberfläche der am meisten verunreinigten Verpackung entsteht.