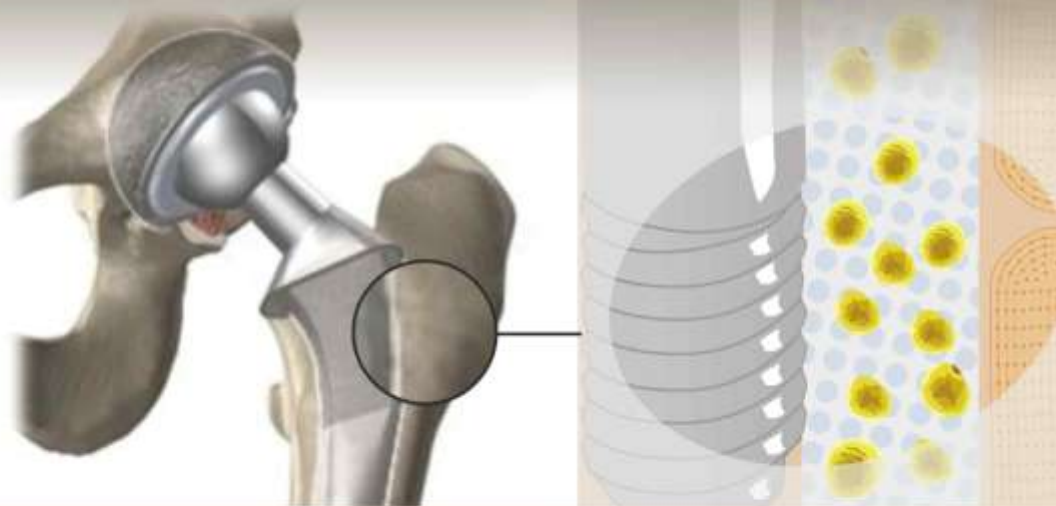


Microencapsulación de antibióticos de amplio espectro y su incorporación en diferentes matrices para aplicaciones sanitarias

IMAMCK/2015/1 Actividad 1.2-5



Datos Técnicos

ENTIDAD BENEFICIARIA:

INESCOP. INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL CALZADO

Nº EXPEDIENTE:

IMAMCK/2015/1 ACTIVIDAD1.2-5

PROGRAMA:

LÍNEA NOMINATIVA A DISTRIBUIR A FAVOR DE LOS INSTITUTOS TECNOLÓGICOS DE LA COMUNITAT VALENCIANA (REF: T8021000)

TÍTULO DEL PROYECTO:

MICROENCAPSULACIÓN DE ANTIBIÓTICOS DE AMPLIO ESPECTRO Y SU INCORPORACIÓN EN DIFERENTES MATRICES PARA APLICACIONES SANITARIAS

SUBVENCIÓN CONCEDIDA:

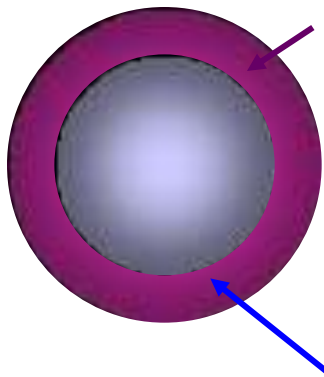
124.560,00 €

ANUALIDADES DE EJECUCIÓN:

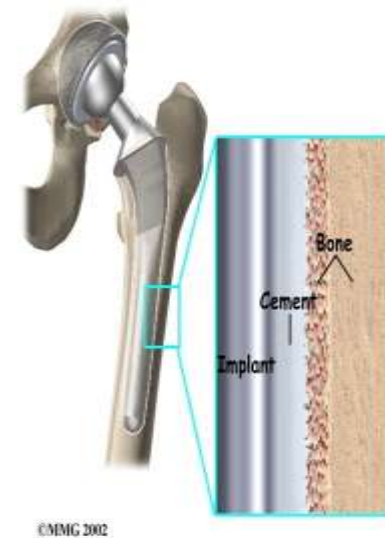
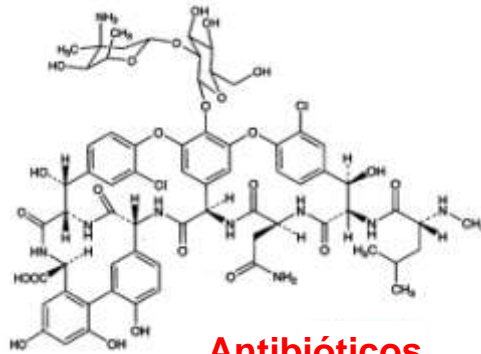
2015

Objetivo General

Microencapsulación de antibióticos de amplio espectro y su incorporación en diferentes matrices poliméricas para aplicaciones sanitarias



Polímeros biocompatibles



Objetivo Específicos

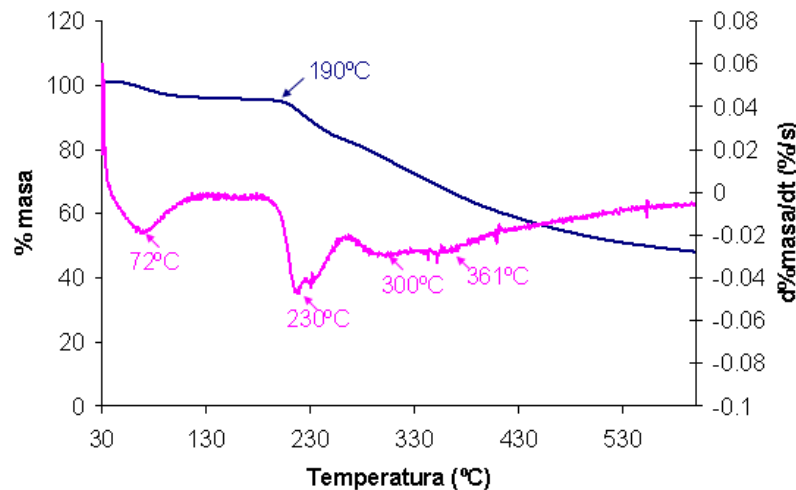
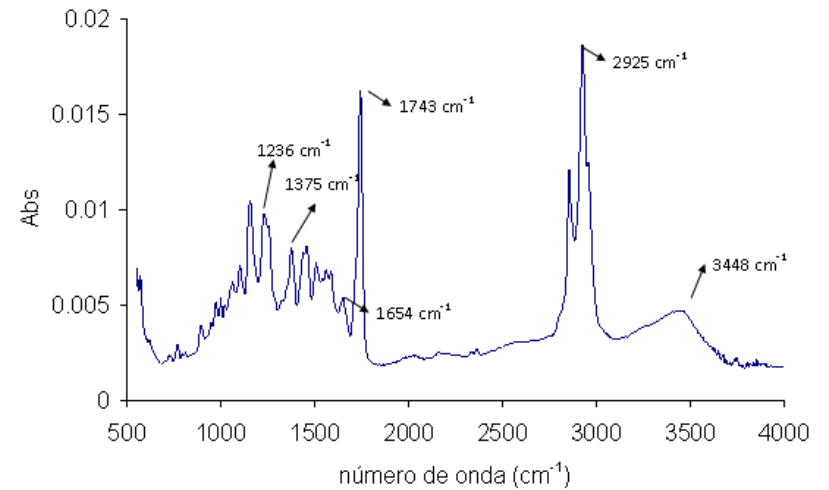
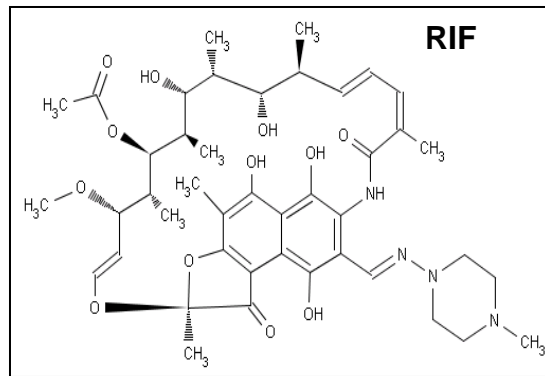
- ✓ Desarrollar agentes antibióticos microencapsulados utilizando polímeros biocompatibles como material de cubierta.
- ✓ Estudiar las propiedades físico-químicas de las microcápsulas de antibiótico sintetizadas así como su cinética de liberación en fluidos biológicos.
- ✓ Estudiar la viabilidad de los antibióticos microencapsulados para su utilización en aplicaciones sanitarias tales como cementos óseos y soportes para regeneración celular (*scaffolds*)
- ✓ Analizar las propiedades de elución del antibiótico microencapsulado incorporado a diferentes dispositivos sanitarios como cementos óseos.
- ✓ Estudiar la viabilidad de diferentes métodos de esterilización de las microcápsulas con antibiótico obtenidas.
- ✓ Reforzar la línea de I+D centrada en la microencapsulación de INESCOP ampliando el catálogo de sustancias activas y técnicas de microencapsulación disponibles.
- ✓ Difusión de los resultados obtenidos mediante publicaciones y comunicaciones a congresos especializados.

Elementos Innovadores

- **Obtención de Nano/micropartículas para liberación controlada de antibióticos de amplio espectro a partir de polímeros biocompatibles**
- **Posibilidad de obtención de cementos óseos funcionalizados con antibióticos sin pérdida de las propiedades mecánicas.**
- **Obtención de cementos óseos cargados con antibióticos de liberación controlada dirigida a combatir la infección *in situ*.**
- **Obtención de cementos óseos y otros dispositivos sanitarios que incorporen sistemas de liberación controlada de antibióticos**

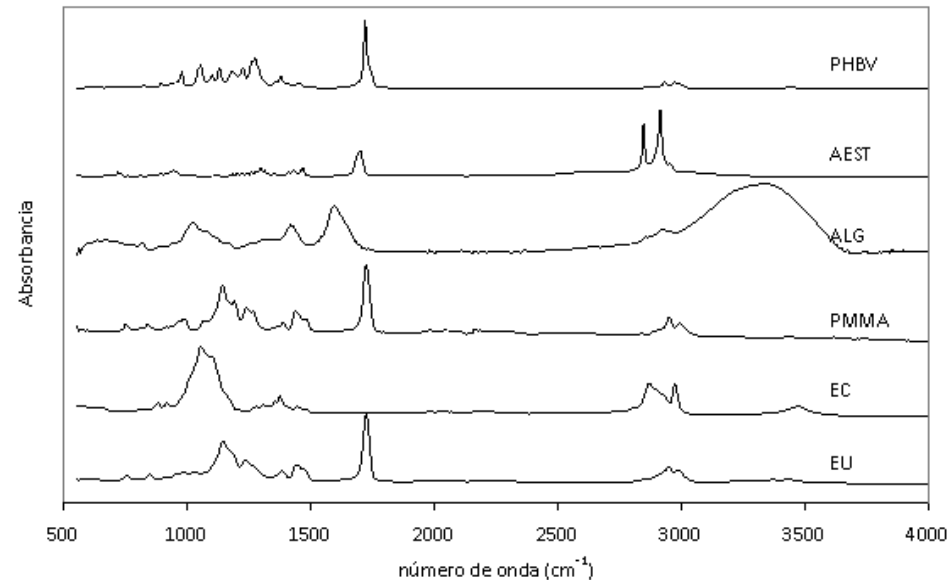
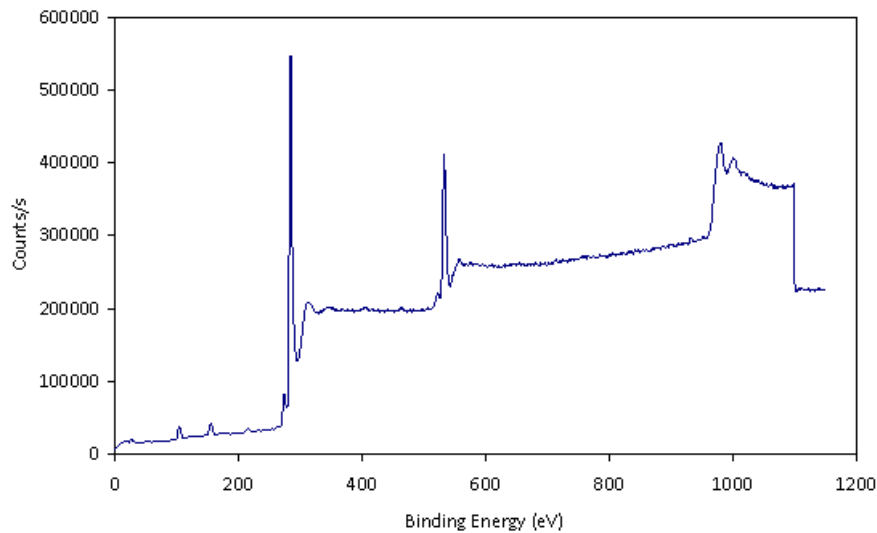
Resultados del proyecto

Selección de antibióticos de amplio espectro y caracterización



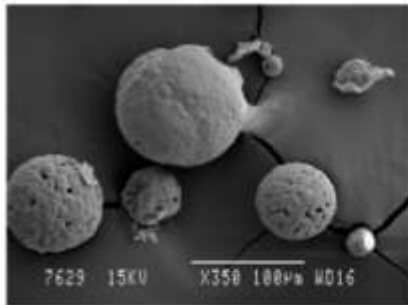
Resultados del proyecto

Selección y caracterización de los materiales de cubierta biocompatibles

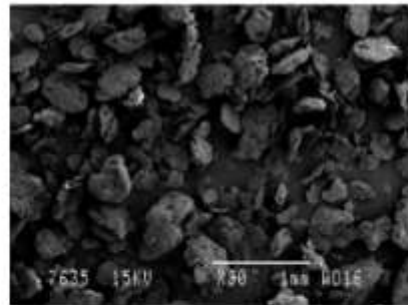


Resultados del proyecto

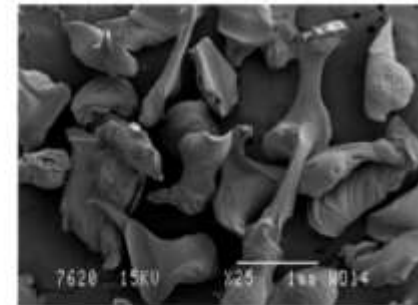
Optimización de los parámetros para la microencapsulación de antibióticos



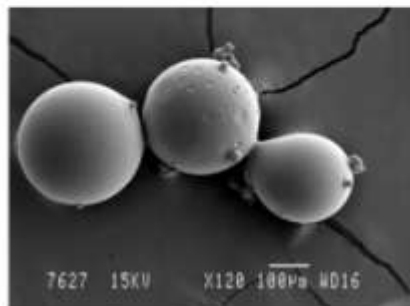
PHBV-RIF



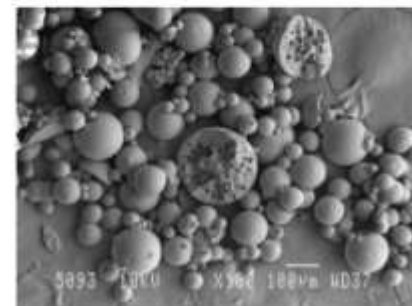
AEST-RIF



ALG-RIF



EC-RIF

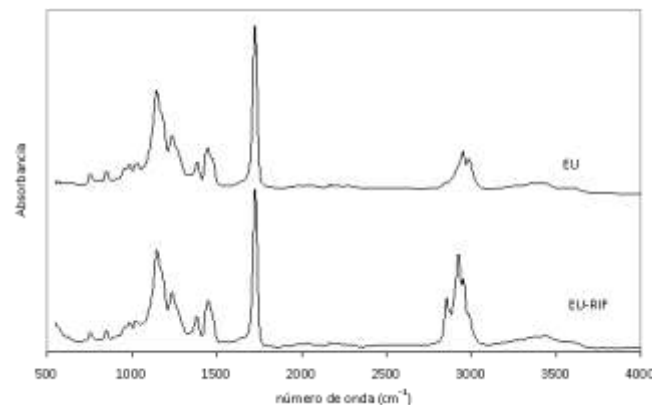
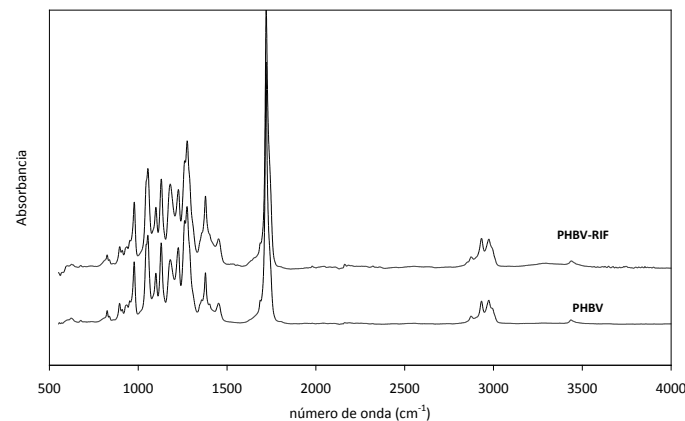
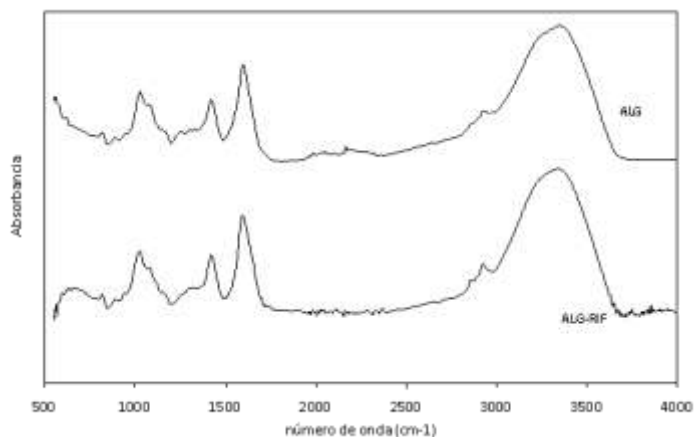


EU-RIF

Resultados del proyecto

Caracterización físico-química de las nano/micropartículas

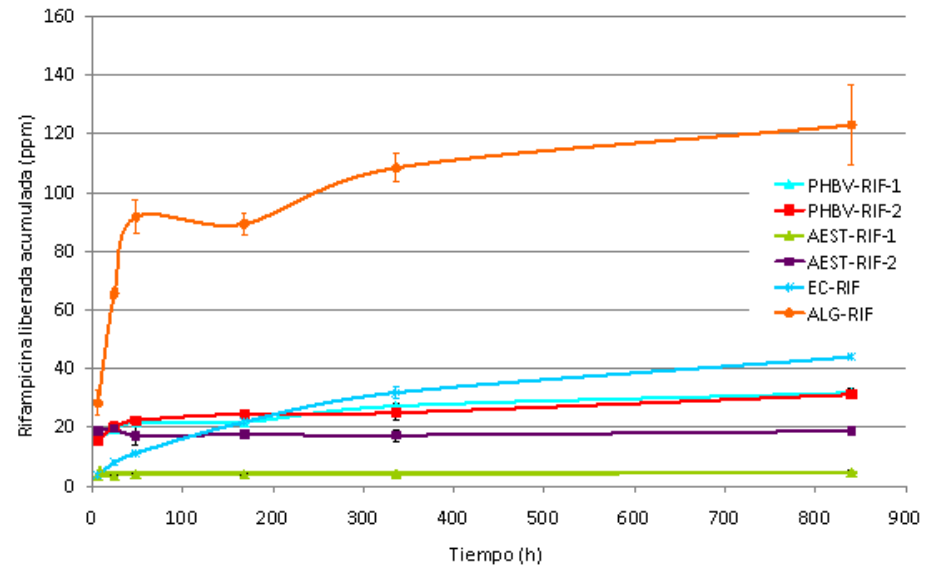
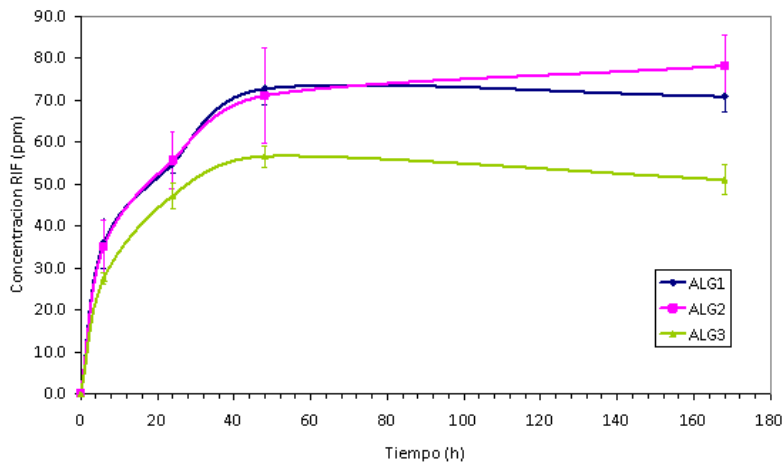
Muestra	Concentración media ($\mu\text{g/ml}$)	Desviación estándar	% RIF
PHBV-RIF-1	24.9	2.09	2.49
PHBV-RIF-2	23.5	0.79	2.35
AEST-RIF-1	3.1	0.00	0.31
AEST-RIF-2	16.3	1.51	1.63
EC-RIF	69.9	2.18	6.98
ALG-RIF	9.7	1.56	5.5
EU-RIF	57.5	0.00	5.75
PMMA-RIF	5.2	0.00	0.52



Resultados del proyecto

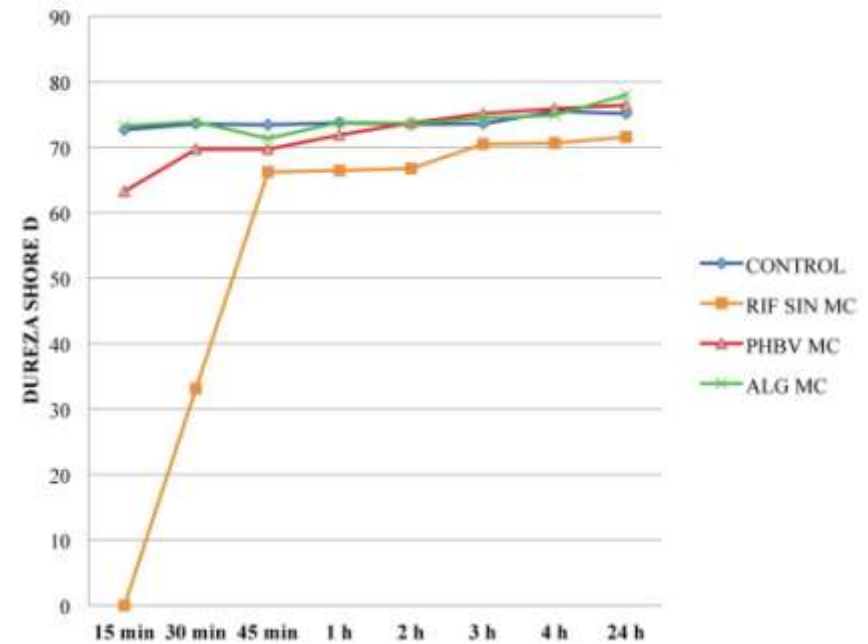
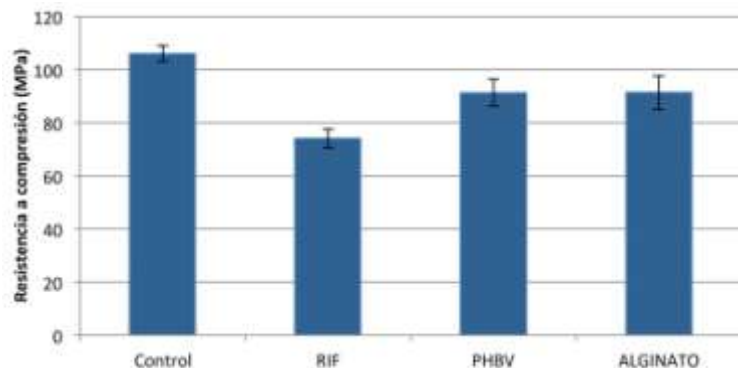
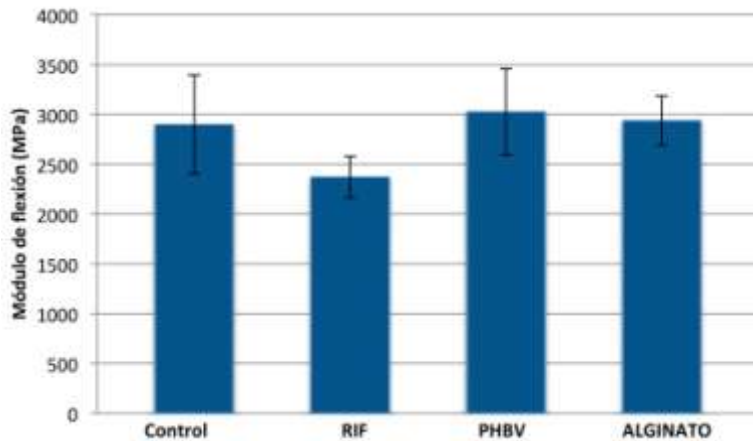
Estudio del mecanismo de liberación del antibiótico

Muestra	Polimero de cubierta	Rendimiento de encapsulación
PHBV-RIF-1	0.0159	13.26
PHBV-RIF-2	0.0176	14.45
AEST-RIF-1	0.0022	1.84
AEST-RIF-2	0.0131	10.62
EC-RIF	0.0650	54.17
ALG-RIF	-	-



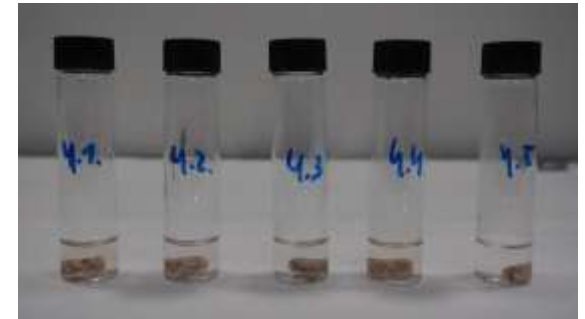
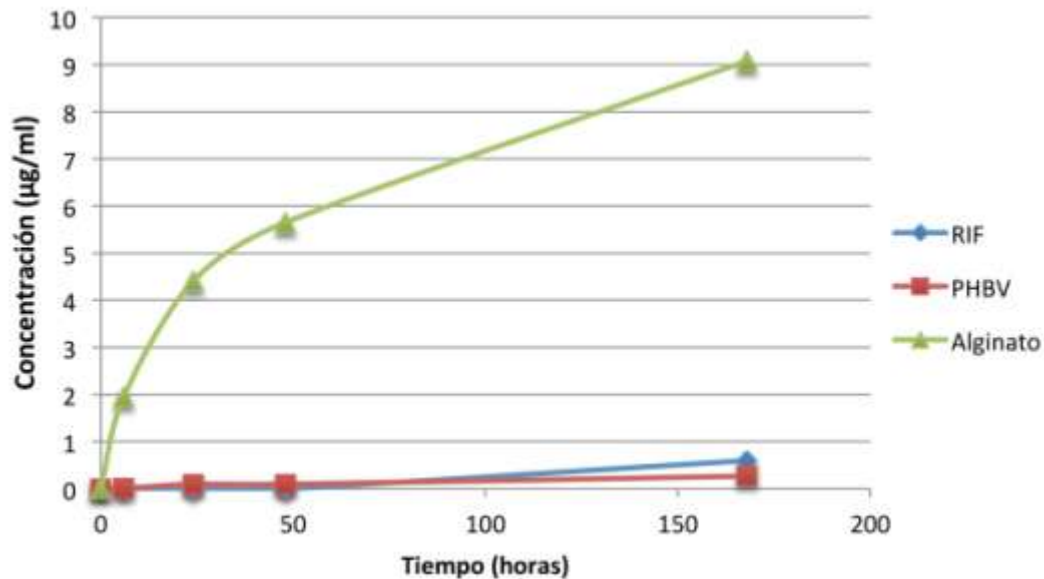
Resultados del proyecto

Incorporación de las nano/micropartículas sintetizadas a materiales para aplicaciones sanitarias y estudio de las propiedades



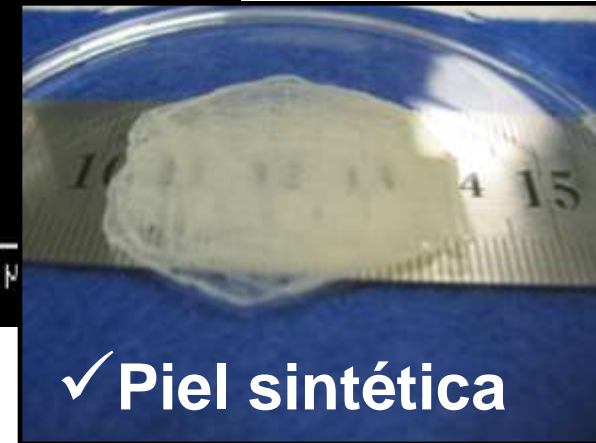
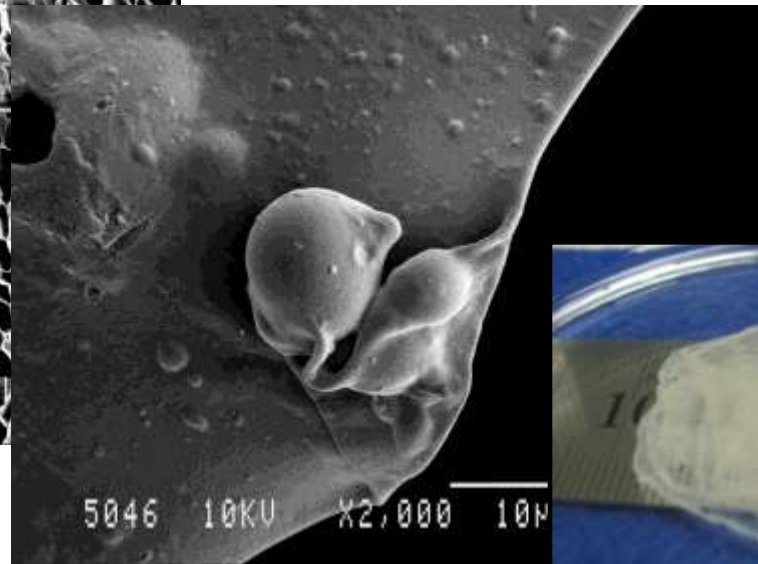
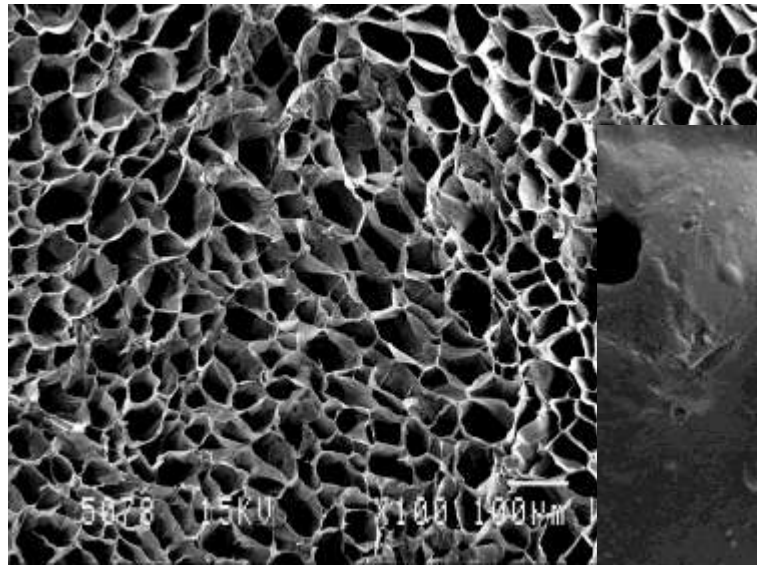
Resultados del proyecto

Estudios de la cinética de liberación de los principios activos desde el material sanitario



Resultados del proyecto

Incorporación en 3D *scaffolds* (Ingeniería tisular)



✓ Piel sintética

Resultados del proyecto

PIE DIABÉTICO



✓ vendas

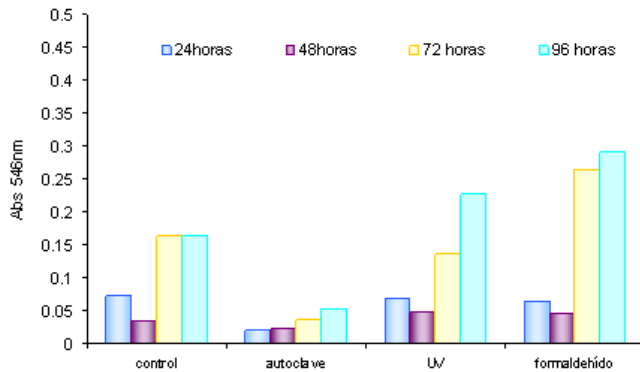


✓ Calzado y componentes

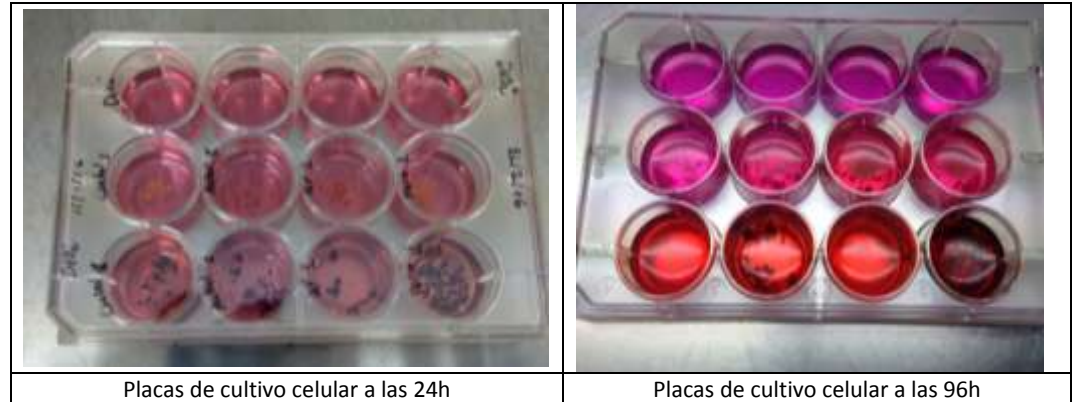
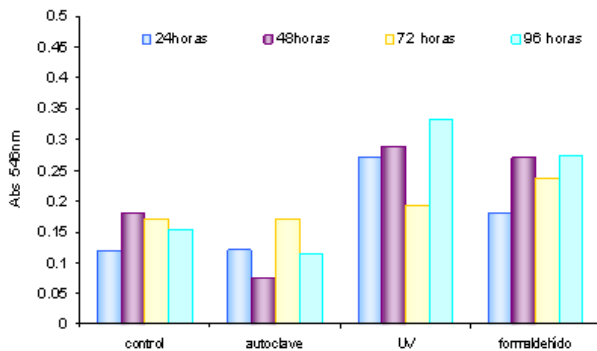
Resultados del proyecto

Estudio del proceso de esterilización de las microcápsulas que incorporan antibióticos para su utilización en aplicaciones biosanitarias

PHBV



Alginato



Contribución a la resolución de un problema

- ✓ Las **infecciones microbianas** representan una complicación común para las **prótesis internas e implantes** percutáneos.
- ✓ Actualmente, la **liberación controlada** de principios activos es una de las áreas de investigación más estudiada debido a las grandes ventajas que aporta.
- ✓ Concretamente, las **microcápsulas poliméricas medicalizadas** utilizadas como vehículo para la liberación de principios activos son capaces de minimizar los inconvenientes y el riesgo de las administraciones a la vez que **favorecen la duración del efecto** del activo a dosis relativamente bajas y facilitan su administración, por lo que **resultan más cómodos para el paciente**.
- ✓ La **microencapsulación de antibióticos** de amplio espectro de liberación puede suponer la **solución** a algunos de los problemas habituales en cuanto a **infecciones en dispositivos sanitarios** empleados en la regeneración de tejidos, entre los que se encuentran los cementos óseos y otros soportes también denominados scaffolds

Impacto empresarial

- ✓ El mercado de Tecnología Sanitaria en España cubre un campo amplio y muy extenso que abarca un número casi incontable de dispositivos aplicables en el cuidado de la salud.
- ✓ La **Comunitat Valenciana** ocupa un lugar importante en cuanto a innovación en la industria equipamiento médico y tecnología sanitaria con un **11% de las empresas españolas**. Concretamente empresas de la **Comunitat Valenciana producen el 80% de los implantes para cirugía ortopédica que se fabrican en España** (fuente IBV).
- ✓ Se estima en **80.000 personas el volumen de población que en la Comunitat Valenciana se beneficia del uso de productos ortopédicos a medida** (ortesis y prótesis de tronco, miembro superior e inferior, y otras), que **asciende a unas 250.000** al considerar la actividad de servicio que se presta desde los establecimientos de ortopedia.

Acciones de difusión

Panel difusión

Microencapsulación de antibióticos de amplio espectro y su incorporación en diferentes matrices para aplicaciones sanitarias
IMAMCK/2015/1 Actividad 1.3-5



OBJETIVOS

Microencapsulación de antibióticos de amplio espectro y su incorporación en diferentes matrices poliméricas para aplicaciones sanitarias mediante polímeros biodegradables y biocompatibles.

RESULTADOS ESPERADOS

- Obtención de nano/micropartículas para liberación controlada de antibióticos de amplio espectro.
- Análisis de la cinética de liberación del antibiótico en fluidos biológicos.
- Estudio de la viabilidad de las nano/micropartículas y nano/microcápsulas desarrolladas para diferentes aplicaciones sanitarias (cementos óseos, regeneración de tejidos, calzado personalizado para diabéticos, etc.).








Acciones de difusión

**Microencapsulación de antibióticos de amplio espectro
y su incorporación en diferentes matrices
para aplicaciones sanitarias**
IMAMCK/2015/1 Actividad 1.2-5



GENERALITAT VALENCIANA
iVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa

INESCOP
INSTITUTO TECNOLÓGICO
DEL CALZADO Y CONEXAS

Ficha informativa

Publicaciones sectoriales

STYLE AMERICA
A M E R I C A

Estadísticas, Innovars y Tecnología

10 años

TECNOLOGÍA Y MATERIAS

Materiales inteligentes para el cuidado del pie

Cada vez más, las expectativas de los consumidores en la hora de adquirir un zapato van más allá de su funcionalidad práctica, que es la de proteger el pie de las agresiones físicas y del terreno. Además como el confort, la seguridad, la salud y el bienestar son cada vez más demandados por estos consumidores que, además, son exigentes con la estética del producto.

Si uno de los materiales inteligentes, o biomiméticos que permiten al usuario del pie una funcionalidad, flexibilidad, transpirabilidad, al sector del calzado. De las características del zapato más importantes de responder sería a un sistema externo, de tipo activo o pasivo, mejorando alguna de sus propiedades. En la actualidad, la multifuncionalidad de los materiales es utilizada por muchas empresas industriales como elemento diferenciador de producto y valor añadido, permitiendo así generar competitividad. En este sentido, la I+D+i, Promociones Aulas dirige en el Centro Tecnológico del Calzado y Conexas del Estado, INESCOP una línea de investigación muy activa en el desarrollo de materiales funcionales para calzado mediante la implementación de tecnologías avanzadas e innovadoras como es el caso de las tecnologías de nanotecnología y nanomateriales a las nanotecnologías.

Seguendo esta línea, en este momento el departamento tiene diversos proyectos, varios de ellos de desarrollo tecnológico al momento de implementar multifuncionalidad para calzado en relación al desarrollo preventivo del pie, el calzado saludable personalización de diseños, la obtención de una salud, confort y seguridad en el usuario profesional.

Así, en relación al campo genérico del pie, se están desarrollando materiales para su uso en calzado con tratamientos antimicrobianos, etc. anti-oligosac, con el

ITACOL MAGN

www.itacol.com

Web inescop

http://www.inescop.com/instituto-inescop/index.htm

INESCOP
INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL CALZADO Y CONEXAS

otro sectores industriales, dentro de lo que se denominan tecnologías avanzadas, la información, promoción y estudio de la participación en programas de apoyo regional, autonómico, y europeo.

Los desarrollos propios de tecnología se iniciaron con los equipos de comprobación de materiales para calzado, que inicialmente procedían de Centros o empresas extranjeras, muestras que en la actualidad, la producción nacional alcanza a más de 70 equipos y accesorios para comprobación de calzado y sus materiales.

CITACOR 1.0

PROYECTOS EN DESARROLLO

- **Microencapsulación de antibióticos de amplio espectro y su incorporación en diferentes matrices para aplicaciones textiles (IMANUE, 2013, MICROENSAPELLACROSS)**
- **INTENCIAL, Proyecto sobre adhesivos funcionalizados para Calzado y Textil (INDECA 2011-11)**
- **HACCP, Calzado con fin de uso limito aplicado al turismo activo (INNOVA 2015-14)**
- **MASCONFORT, I+D de un equipamiento de protección térmica y estancación, antelando del confort en prendas y calzado (INDECA 2014-47)**
- **GREENSEN, Sistema sensible de nano microencapsuladas para la liberación controlada de principios activos naturales (INDECA 2014-97)**
- **EXPOCROMET-2, Emulsión y difusión de cromo en el pie. Límites de sensibilización por contacto. Fase 2 (INDECA 2014-11)**
- **CONTROL TEST, Sistemas críticos de control en el sector del calzado y del sustrato, nuevos métodos de análisis y optimización de metodologías (INDECA 2013-12)**
- **INPROMOMET, Emulsión y difusión de cromo en el pie. Límites de sensibilización por contacto. INDECA 2013-41**
- **MICROSOST, Incorporación sobre sustrato de reticulación más sensible para la microencapsulación de sustancias activas. INDECA 2012-104**
- **ENCAPSHORES, Microencapsulación de sereno para su aplicación en el sector del calzado y del sector. INDECA 2013-116**
- **Tecnología Yarnable en Punto de Venta de Calzado**
- **Calzado saludable personalizado para niños obesos y con dermatitis atópica**
- **Aplicaciones de las TIC en la Venta de Calzado**
- **Consorcio de Cuello Adhesivo, Intermatex y Multifuncionales para la Industria del Calzado**
- **Control y métodos innovadores para la producción de calzado personalizado**
- **Monitorización premita de personas con problemas de pie diabético**
- **Relación entre microestructura y propiedades de materiales compuestos termoplástico-elásticos**
- **Tratamiento de residuos de piel curtida**
- **Sustitución del proceso de hidrogelación de elastómeros en la industria de calzado**
- **Integración & Enlace de las Industrias del Calzado & Auxiliares**

ACCESO ALIADO

Contribuciones a congresos

M.M. Sánchez-Navarro, E. Carbó, E. Paz, Y. Ballesteros, M.A. Pérez-Limiñana, P. Sanz-Ruiz, J. Vaquero, J.C. del Real, F. Arán-Ais. Synthesis and characterisation of rifampicin loaded nano/microcapsules using different shell polymers. 2015 Spring Symposium of the European Materials Research Society. Nanomedicine advancing from bench-to-bedside: the role of materials. Lille (Francia), 11-15 mayo 2015. Comunicación Póster.

Synthesis and characterisation of rifampicin loaded nano/microcapsules using different shell polymers
M.M. Sánchez-Navarro, MSc¹, E. Carbó, MD¹, E. Paz, MSc², Y. Ballesteros PhD³, M.A. Pérez-Limiñana, PhD¹, P. Sanz-Ruiz, PhD, MD¹, J. Vaquero, PhD, MD¹, J.C. del Real, PhD¹, F. Arán-Ais, PhD¹
¹INESCOP, Center for Technology and Innovation, ETSI (Alcalá), Spain
²Department of Traumatology and Orthopedic Surgery, General University Hospital Gregorio Marañón, Madrid, Spain
³Institute for Research in Technology/Mechanical Engineering Dept., Universidad Pontificia Comillas, Madrid, Spain

Introduction

Antibiotic-loaded bone cement (ALBC) ideal supporting medium for the local application of antibiotics

Problems of the ALBC

- Emergence of antibiotic-resistant microorganisms
- Allergic reactions in the patients
- Affect the mechanical properties of the bone cement

Antibiotic microencapsulation for bone cement applications

- Improve the compatibility with bone cement
- Controlled release of the active principle (antibiotic)
- Protection of the antibiotic, avoiding early deactivation
- Low antibiotic charge, reducing the antibiotic resistance
- Tailored properties (particle size, shell material, release conditions, etc.)

Advantages

- one of the most effective therapeutic antibiotics elevated bone penetration
- good tolerance causing the inhibition of bone cement polymerization, leading to use

Rifampicin (RIF)

Synthesis and characterization of rifampicin (RIF) loaded microcapsules and the study of the effect on the addition on the properties of the bone cement

Results and Discussion

Rifampicin microcapsules synthesis

Rifampicin microcapsules and microcapsules were synthesized by two main methods, polymer precipitation and layer generation, depending on the chemical nature of the selected shell polymer.

The morphology of the obtained particles was spherical for samples M1 and M2 and irregular M3 and M4 were irregular shapes.

Rifampicin release from bone cement

Bone cements containing 7% of M1 and M4 microcapsules were prepared to analyze the elution of RIF from the bone cement as a function of the time. Bone cement cylinders as test samples, 12 mm in high x 6 mm diameter, containing RIF microcapsules were prepared. The cylinders were immersed individually in 5 mL PBS solution and maintained at 37°C. The solution was determined at different times: 0, 24, 48 h and after 1 week. After each time the cylinder was removed from the PBS solution and immersed in a fresh one.

The release profiles of the microencapsulated RIF from the bone cement showed a different behavior depending on the shell material as it was expected.

RIF microcapsule synthesized with an aliphatic shell showed a higher release from the cement. At short times, the initial release was around 20 µg/mL, and the concentration decrease over time.

In the case of PEGyl microcapsules, the release from the cement by the PBS solution was only 1.14 µg/mL and over time the RIF concentration in the media negligible.

Rifampicin release from microcapsules

The elution of the microcapsules (MC) was done in a buffer phosphate solution (PBS, 5 mg of each sample was immersed in 5 mL PBS).

The temperature was maintained at 37 °C in an incubator.

The supernatant of each sample was measured after 0, 24 h, 48 h and 2, 5 and 7 weeks. Samples were analyzed for all the elapsed times.

Due to their faster elution profiles after the previous test, samples M1 and M4 were selected for further analysis.

Mechanical properties of bone cement containing microencapsulated Rifampicin

The effect of the microcapsules on the mechanical properties of the cement was evaluated with compression and bending tests according to ISO 5833 standard of bone cements. Compression strength and bending strength of bone cement containing 7% of M1 and M4 microcapsules were compared with the cement without microcapsules (control). Cylindrical specimens with 12 mm in high and 6 mm in diameter prepared for the compression tests. In the case of the bending strength, specimens with 88 x 10 x 4 mm were tested by four-point bending tests.

The mechanical properties of the bone cement seem to be affected by the addition of the microcapsules. This effect is lower in the case of the M4 than in the case of the M1. However, this statement is unable to be generalized with the addition of other types of antibiotics.

The values of the strength obtained for the cement with the microcapsules are not so far away of the values marked by the bone cement standard ISO 5833. These values of 88 MPa in the case of the bending strength and 78 MPa in the case of the compression strength.

Conclusions

The viability of the microencapsulation of Rifampicin as antibiotic for bone cement applications was analyzed. Two different types of capsules (shell) were used as shell materials for Rifampicin microcapsules. Their properties and compatibility with bone cements were studied.

Acknowledgments

Synthesis and characterisation of rifampicin loaded nano/microcapsules using different shell polymers

M.M. Sánchez-Navarro, MSc¹, E. Carbó, MD¹, E. Paz, MSc², Y. Ballesteros PhD³, M.A. Pérez-Limiñana, PhD¹, P. Sanz-Ruiz, PhD, MD¹, J. Vaquero, PhD, MD¹, J.C. del Real, PhD¹, F. Arán-Ais, PhD¹

¹INESCOP, Centre of Innovation and Technology, ETSI (Alcalá), Spain
²Department of Traumatology and Orthopedic Surgery, General University Hospital Gregorio Marañón, Madrid, Spain
³Institute for Research in Technology/Mechanical Engineering Dept., Universidad Pontificia Comillas, Madrid, Spain

Abstract

Patient's infection is a devastating complication after a joint replacement, this being the main cause of surgery revision after joint arthroplasty and the third one after hip arthroplasty. The current systematic treatment of postoperative infections is based on the use of antibiotic loaded bone cements. However, the poor antibiotic diffusion to the bone tissue, as well as the recently emergence of "super-resistant bacteria" makes it necessary to search more effective therapeutic solutions.

The use of antibiotics embedded in other antibiotic free cemented has demonstrated to be one of the most effective therapeutic tools due to its elevated bone penetration, prevention of bacteria formation, and the antimicrobial spectrum against the most common pathogens. Therefore, the poor release causing the inhibition of bone cement polymerisation leads to use it.

Controlled release of antibiotics in the right place and the right time is a key factor usually this can be provided by microencapsulation technology. A study and targeted release improve the effectiveness of antibiotics, besides their application range and reduce sprit dose.

Therefore, the aim of this work is the synthesis and characterization of rifampicin loaded microcapsules as an effective solution against the postoperative causing postoperative infections after a joint replacement. Poly-D-lactide/glycolic acid-co-poly-D-lactide acid (PDLGA) has already been reported in the literature to produce rifampicin microcapsules, which is a synthetic and expensive polymer. In this work, natural biocompatible microcapsules using starch and sodium alginate, as well as PEGyl-coated materials have been synthesized. After that, the properties of the different microcapsules have been characterized by using electronic microscopy, infra-red spectroscopy and thermogravimetric analysis. In addition, the encapsulation efficiency (EE) and the release profile in a buffer phosphate solution was analyzed by UV-Vis spectroscopy. Finally, the mechanical properties of the bone cement modified by the rifampicin microcapsules was also evaluated.

Jornadas Sectoriales

Presentación de la charla de la Dra. Francisca Arán en las Jornadas BITS de Innovación

Bits INNOVACIÓN

"INNOVAMOS PARA EL SECTOR CALZADO"

PROGRAMA JORNADAS DIFUSIÓN



FABRICACIÓN del FUTURO

17 nov

17.30 a 17.15 h
Soluciones CAD para el diseño de huellas compuestas en pieles y cueros

17.30 a 17.30 h
Tecnologías de fabricación aditiva

17.30 a 17.45 h
Un paso hacia la Filamentación Futuro

17.45 a 18.30 h
Sistemas robóticos avanzados



FABRICACIÓN SOSTENIBLE

18 nov

17.30 a 17.35 h
Cómo evitar el Drenaje VI

17.35 a 17.38 h
El resacas de piel, un problema o una oportunidad de negocio

17.38 a 17.43 h
Identificación de piel en artículos de cuero

17.43 a 18.00 h
Los nanocompuestos en bienes de consumo



FABRICACIÓN FUNCIONAL

19 nov

17.50 a 17.55 h
Microencapsulación de antibióticos

17.55 a 17.57 h
Adhesivos más inteligentes para piel y calzado

17.57 a 17.58 h
Cambio de estrategia para antimicrobianos

INESCOP Dda - C/ Alameda 106. Polígono Industrial Campo Ato - 98 530 52 13
Jornadas gratuitas - Places limitades al aforo - Inscripció en www.innovacion.inescop.es

Organiza: **INESCOP**
Patrocinador: **GENERALITAT VALENCIANA** i **IVACE**
Proyecto de I+D+i: **ANTIMICROBIANOS**

Bits

Microencapsulación de antibióticos
19 noviembre 2015

Bits

antibiótico

Sustancia química, sintetizada o producida por un ser vivo, con acción bacteriostática y/o bactericida.



Bits

estrategia

Tratamiento y prevención de infecciones basadas en la liberación controlada y local de antibióticos.

- Mejora de la eficacia terapéutica
- Reducción de la toxicidad

microencapsulación



Bits

microencapsulación



Liberación controlada en tiempo y lugar como respuesta a un determinado estímulo.

Microencapsulación de antibióticos de acción rápida y su incorporación en diferentes matrices para aplicaciones sostenibles.



Bits

Nanomicropartículas de antibiótico



Polímero biodegradable y biocompatible



Visitas a las Instalaciones de INESCOP



CRITERIOS HORIZONTALES DE IGUALDAD DE OPORTUNIDADES Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

- ✓ INESCOP tiene implantado un Sistema de Gestión Medioambiental conforme a la Norma UNE-EN ISO 14001.
- ✓ INESCOP promueve la igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres, sin discriminación de tipo cultural o de cualificación profesional (Ley Orgánica 3/2007 de 22 de marzo para la Igualdad de Género). En concreto:
 - El **53,4%** de sus recursos humanos son mujeres
 - El equipo investigador de este proyecto ha estado constituido por un **59.6%** de mujeres (dedicación horaria).
- ✓ INESCOP sigue una política activa de inserción laboral de personas discapacitadas (Ley 51/2003 de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad).

SINERGIAS CON OTRAS POLÍTICAS O INSTRUMENTOS DE INTERVENCIÓN PÚBLICA

- ✓ **Objetivos Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación:**
 - Desarrollo de tecnologías emergentes y de vanguardia.
 - Fortalecimiento de las instituciones de I+D.
 - Promoción de las Tecnologías Facilitadoras Esenciales.
 - Salud, cambio demográfico y bienestar.
- ✓ **Objetivos Europa 2020:** Crecimiento inteligente: Iniciativa emblemática “Unión por la innovación”
- ✓ **Temas transversales Horizonte 2020:**
 - Desarrollo y aplicación de tecnologías de capacitación e industriales clave.
 - Desarrollo de tecnologías futuras y emergentes.
 - Salud, cambio demográfico y bienestar.

Microencapsulación de antibióticos de amplio espectro y su incorporación en diferentes matrices para aplicaciones sanitarias

IMAMCK/2015/1 Actividad 1.2-5

