



aitex[®]
textile research institute

MICROTECH II
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE
MICRO Y NANOCAPSULAS
FUNCIONALES PARA SU APLICACIÓN
EN COSMÉTICOS Y TEXTILES



ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO.....	3
2.	ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES.....	5
3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	10
4.	PLAN DE TRABAJO	13
5.	RESULTADOS OBTENIDOS	19
6.	TRANSFERENCIA A EMPRESAS.....	44
7.	COLABORADORES EXTERNOS DESTACADOS	47



GENERALITAT
VALENCIANA

TOES
AURA
veu

INICIATIVES
MERCADILLES
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL

UNIO EUROPEA
Desarrollo Regional
Linea manera de hacer Europa
de la Comunitat Valenciana 2014 - 2020

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE y está cofinanciado por los Fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

1.FICHA TÉCNICA DEL PROYECTO

Nº EXPEDIENTE	IMDEEA/2017/1
TÍTULO COMPLETO	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE MICRO Y NANOCAPSULAS FUNCIONALES PARA SU APLICACIÓN EN COSMÉTICOS Y TEXTILES
PROGRAMA	PROGRAMA DE AYUDAS DIRIGIDAS A CENTROS TECNOLÓGICOS DE LA COMUNITAT VALENCIANA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE I+D DE CARÁCTER NO ECONÓMICO REALIZADOS EN COOPERACIÓN CON EMPRESAS
ANUALIDAD	2017
PARTICIPANTES	(SI PROCEDE)
COORDINADOR	(SI PROCEDE)
ENTIDADES FINANCIADORAS	IVACE – INSTITUT VALENCIÀ DE COMPETITIVITAT EMPRESARIAL www.ivace.es FONDOS FEDER – PROGRAMA OPERATIVO FEDER DE LA COMUNITAT VALENCIANA 2014-2020
ENTIDAD SOLICITANTE	AITEX
C.I.F.	G03182870

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius i Treball, a través de IVACE (Institut Valencià de Competitivitat Empresarial) y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

2. ANTECEDENTES Y MOTIVACIONES

PRESENTACIÓN Y ANTECEDENTES

El presente proyecto de investigación corresponde a la segunda anualidad del proyecto MICROTECH. Ambos se han planteado en base a las posibilidades que las tecnologías de encapsulación ofrecen, centrandó esta segunda anualidad, en el estudio de micro y nanocápsulas, para su aplicación tanto en textiles como en cosméticos.

La **encapsulación** se basa en un proceso mediante el cual sustancias activas con diferentes funcionalidades se introducen en una matriz. Esta tecnología ha sido utilizada principalmente para evitar la degradación de sustancias que están expuestas a condiciones que le son perjudiciales, impidiendo que se evaporen, protegiéndolas de la reacción con otros compuestos o frenando reacciones de oxidación/degradación. Además, este método presenta otras aplicaciones de gran interés en diversos sectores, como por ejemplo el enmascaramiento de olores o sabores o la posibilidad de ofrecer una liberación controlada, progresiva en el tiempo y eficaz de compuestos activos de interés.

La microencapsulación surgió a partir de la industria papelera entre los años cuarenta y cincuenta cuando Barret K. Green de la National Cash Register Corporation, tuvo la necesidad de generar múltiples fotocopias de papel sin utilizar el papel de carbón, inventando de esta manera el papel autocopiante. Desde la comercialización de este producto a finales de los años 60, se han utilizado sólo en los EE.UU., más de 110.000 toneladas, y todavía se usan en infinidad de formulaciones y páginas múltiples.

Desde entonces la técnica de microencapsulación ha sido mejorada, adaptando sus características a multitud de aplicaciones. La aplicación de los sistemas encapsulantes se ha extendido en los últimos años en diversos sectores tan diferentes como el alimentario, médico, cosmético o textil por los beneficios que estos sistemas presentan, con respecto al empleo de los compuestos activos sin encapsular. Más concretamente, esta tecnología está muy arraigada en el sector de la alimentación y farmacéutico. Su versatilidad está posibilitando el desarrollo de nuevos productos de valor, pero también materiales inteligentes y activos capaces de adaptarse al entorno. En el ámbito del cuidado personal y la salud, la microencapsulación está aportando numerosas ventajas, puesto que permite una acción más efectiva y localizada de los compuestos activos para

un mejor resultado, además de prolongar la vida útil del activo. Paralelamente, los avances en las técnicas y procesos de microencapsulación también son constantes.

La encapsulación es definida como una técnica de empaquetamiento de materiales sólidos, líquidos o gaseosos a través de la aplicación de una cubierta delgada denominada membrana o shell, sobre un material activo o core que forma el núcleo. De esta técnica se obtienen partículas individuales que pueden ser microcápsulas de tamaño entre 1 y 100 μm o nanocápsulas de entre 1-1000 nm. Dependiendo del material que conforme la membrana de las cápsulas obtenidas, le aportará unas propiedades u otras en cuanto a estabilidad, protección o condiciones de liberación.

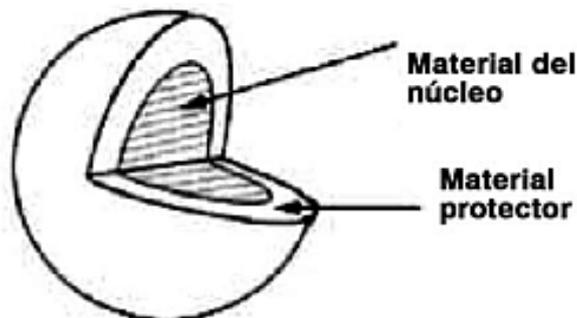


Figura. 1.- Estructura de una microcápsula simple

Las **sustancias** que pueden ser **encapsuladas** son vitaminas, minerales, colorantes, probióticos, saborizantes, antioxidantes, aceites esenciales, enzimas, drogas e incluso fertilizantes.

La **envoltura** de la micro- nanocápsula puede estar formada por polímeros, pudiendo ser de origen natural (polisacáridos: agar, alginato, pectina; proteínas, gelatina, albúmina). De origen sintético (poliamidas, poliésteres, poliureas, poliuretanos, resina de urea/melanina-formaldehído, poliestireno, Poliacrilatos), de origen semisintético (quitosano, celulosa y sus derivados, almidón). También se pueden formar películas con lípidos como el colesterol y los fosfolípidos, y materiales inorgánicos como el dióxido de silicio.

TIPO DE RECUBRIMIENTO	MATERIAL DE RECUBRIMIENTO
Gomas	Agar, alginato de sodio, carragenina, goma arábica
Carbohidratos	Almidón, dextranos, sacarosa, jarabes de maíz
Celulosas	Etilcelulosa, acetilcelulosa, nitrocelulosa, carboximetil-celulosa
Lípidos	Ceras, parafinas, diglicéridos, monoglicéridos, aceites. Grasas, ácido esteárico, trisetearina
Proteínas	Gluten, caseína, albúmina
Materiales Inorgánicos	Sulfato de calcio, silicatos

La **liberación del contenido** de las microcápsulas se puede llevar a cabo por:

- disolución en agua,
- esfuerzos de cizalla,
- temperatura,
- reacciones químicas y enzimáticas
- cambios en la presión osmótica.
- por difusión

En la selección de una matriz o membrana, tiene también especial relevancia la naturaleza química, morfológica, la temperatura de transición, el grado de hinchamiento y de entrecruzamiento de los componentes de la cubierta, ya que pueden disminuir la velocidad de liberación.

Existen diferentes **técnicas de encapsulación**, empleándose cada una de ellas en base a las características del compuesto activo a encapsular (estabilidad térmica, estado: sólido o líquido, solubilidad), en base a las características del compuesto activo encapsulante y en base al tipo de liberación y aplicación.

Los métodos de encapsulación generalmente se dividen en tres grandes grupos:

- Procesos físicos: secado por aspersión y lecho fluidizado.
- Procesos químicos: polimerización interfacial.
- Procesos fisicoquímicos: liposomas y co-extrusión gelificación iónica.

A continuación se presenta un resumen de algunas técnicas y sus principales ventajas:

	Técnicas	Equipo	Ventajas
PROCESOS FÍSICOS	Secado por aspersión		<ul style="list-style-type: none"> - Simplicidad, - Es apropiado para materiales sensibles al calor, ya que el tiempo de exposición a temperaturas elevadas es muy corto. - Permite la utilización de diferentes materiales membrana: naturales y sintéticos.
	Lecho Fluidizado		<ul style="list-style-type: none"> - Permite la encapsulación de compuestos activos en estado sólido.
PROCESOS QUÍMICOS	Polimerización interfacial		<ul style="list-style-type: none"> - Empleo de membranas sintéticas que aportan gran resistencia a las microcápsulas, indispensable para aplicaciones textiles.
PROCESOS FISICOQUÍMICOS	Liposomas		<ul style="list-style-type: none"> - Afinidad por la membrana lipídica de la piel y en consecuencia un gran vehículo de incorporación de activos en fórmulas cosméticas.
	Co-extrusión / gelificación iónica		<ul style="list-style-type: none"> - Se pueden obtener tanto microsferas como microcápsulas.

GRADO DE INNOVACIÓN

La encapsulación es una tecnología innovadora y de gran relevancia en los sectores industriales en los que tiene aplicación, ya que permite funcionalizar los productos y otorgarles propiedades funcionales de gran interés para los usuarios.

La ventaja del proyecto se basa en que no sólo se ha estudiado el proceso de encapsulación empleando diferentes materiales para el Core y el Shell, validando su estabilidad y controlando la liberación del activo, sino que además se ha estudiado la incorporación sobre diferentes formulaciones/sustratos con el fin de diseñar productos funcionales de aceptación en el mercado.

Para ello, se ha tenido en cuenta la adaptación de las características de los sistemas encapsulantes desarrollados a las características y, condiciones de procesado de los sustratos o formulaciones a las que se han incorporado.

Además, en este caso, se ha contado con numerosas tecnologías de encapsulación con las que se ha estudiado el mejor sistema para encapsular cada activo, según el material membrana más adecuado, lo cual aporta mayor valor añadido al proyecto. Y todas ellas están disponibles a nivel semi-industrial e industrial para la futura puesta a punto en el mercado.

Cada vez más la sociedad se caracteriza por el fenómeno del cambio en prácticamente todos los ámbitos sociales, esto a su vez se traduce en un consumismo muy exigente y diverso en el que el grado de innovación de un artículo es determinante para obtener los resultados comerciales esperados. Esto se conoce muy bien de ahí que las técnicas de encapsulación puedan aportar un elemento más de diferenciación e innovación que conduzca al éxito comercial del artículo.



GENERALITAT
VALENCIANA

VEU

INICIATIVES
COMPETITIVES
EMPRESARIALS

UNIO EUROPEA
Desarrollo Regional
dentro del Programa Operativo FEDER
de la Comunidad Valenciana 2014-2020
Linea manera de hacer Europa

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE y está cofinanciado por los fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

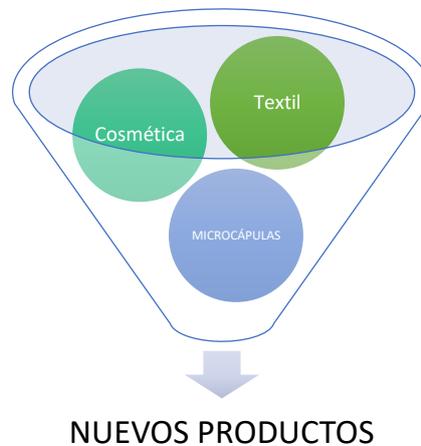
3.OBJETIVOS DEL PROYECTO

El principal objetivo del proyecto MICROTECH II ha sido la investigación y desarrollo de nuevos sistemas encapsulantes, micro y nanocápsulas, que incorporen compuestos activos de interés para el desarrollo de productos en el ámbito textil y cosmético. Una vez obtenidas y caracterizadas las micro/nanocápsulas sea estudiado su aplicación en los diferentes sustratos y fórmulas, optimizando los parámetros necesarios para lograr el éxito.

Los cosméticos y los textiles por sus usos y aplicaciones presentan una posición privilegiada con respecto al cuerpo, pudiendo servir ambos como vehículos para incorporar compuestos activos con distintas funcionalidades.

En el caso de los textiles su continuo contacto con la piel, puede servir además de para las funciones de protección para incorporar alguna funcionalidad cosmética, logrando mejores resultados en la piel, al producirse una liberación continua y controlada.

En el caso de los cosméticos la encapsulación permite lograr mayor efectividad de los compuestos activos evitando por ejemplo su oxidación, o facilitando su absorción cutánea. Es por ello que se decidió enfocar el proyecto a estos dos sectores.



La finalidad específica en el ámbito textil fue desarrollar sistemas encapsulantes con compuestos activos de interés aplicables a productos textiles tanto para su funcionalización, como para la mejora de propiedades. La obtención de micro y nanocápsulas se realiza mediante el uso de diferentes tecnologías (polimerización interfacial, co-extrusión gelificación, secado por pulverización...) y con el uso de materiales de membrana adecuados para soportar los procesos de aplicación textil tanto los convencionales (impregnación, pulverizado) como los novedosos (lavado).

En el ámbito cosmético se pretendió desarrollar sistemas encapsulantes con compuestos activos de fácil degradación mediante el uso de diferentes tecnologías y aplicables a productos cosméticos, es decir, estudiando la encapsulación de diferentes activos funcionales de interés por sus beneficios al aplicarse tópicamente y, lograr así diferentes beneficios tales como: aumentar su vida útil, evitar su degradación o volatilización, controlar su liberación en el lugar indicado y en el tiempo concreto, aumentar su estabilidad, etc.

En este sentido la investigación se ha centrado en el desarrollo de estas micro/nanocápsulas con el fin último de incorporarlas sobre dos tipos de sustratos, los cuales tienen la ventaja de que presentan un contacto directo con la piel y, en consecuencia la encapsulación de los activos permite lograr un mayor efecto y eficacia, que es al final lo que se busca en un tratamiento cosmético, independientemente la forma cosmética del producto (emulsión, solución o cosmetotextil).

Por definición un cosmetotextil es una tecnología que fusiona cosmética y textil a través del proceso de encapsulación. Estos textiles son productos diseñados para el contacto con la piel que contienen activos cosméticos que se liberan de forma controlada y progresiva, realizando un tratamiento cosmético sobre la piel.

Aunque también es necesario remarcar, que el presente Proyecto ha estado asociado a otros objetivos como son el social y económico. Este se basa en potenciar el tejido empresarial de la Comunitat Valenciana desde la perspectiva de la sostenibilidad, a través de la detección de las necesidades y capacidades reales de las empresas y así, potenciar su competitividad mediante la implementación de la I+D+i, ya que el proyecto implica a diferentes sectores de gran presencia en la actualidad en la Comunitat.



GENERALITAT
VALENCIANA

VEU

INICIATIVA EMPRESARIAL
COMPETITIVA



UNIO EUROPEA
DESCRITO REGIONAL

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE y está cofinanciado por los Fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.
Linea manera de hacer Europa
de la Comunitat Valenciana 2014 - 2020

4. PLAN DE TRABAJO



A continuación se muestra el cronograma del proyecto:

TAREAS / MESES	2017											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reuniones previstas	☼			☼					☼			☼
PT.0. Dirección y coordinación												
T0.1. Gestión del Proyecto												
PT.1. Estado del arte												
T.1.0. Coordinación técnica												
T1.1. Sistemas encapsulantes "Micro y nanocapsulas"												
T1.2. Tecnologías de aplicación de microacabados												
T1.3. Estudio de sustrato base												
PT.2. Estudio de microencapsulación de compuesto activo												
T.2.0. Coordinación técnica												
T2.1. Selección de la materia prima (Shell y Core)												
T2.2. Estudio del proceso de microencapsulación												
T2.3. Caracterización de las microcápsulas												
T2.4. Reingeniería												
PT.3. Estudio de aplicación de las microcápsulas												
T.3.0. Coordinación técnica												
T3.1. Aplicación en textil												
T3.2. Aplicación en cosméticos												
T3.3. Reingeniería												
PT.4. Análisis de resultados y difusión												
T.4.0. Coordinación técnica												
T4.1. Análisis de resultados												
T4.2. Estudio de viabilidad técnica y económica												
T4.3. Acciones de difusión												
PT.5. TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN												
T.5.1 Acciones preparatorias												
T.5.2 Transferencia												

☼ Conferencia/Reunión

Así como el esquema del proyecto:

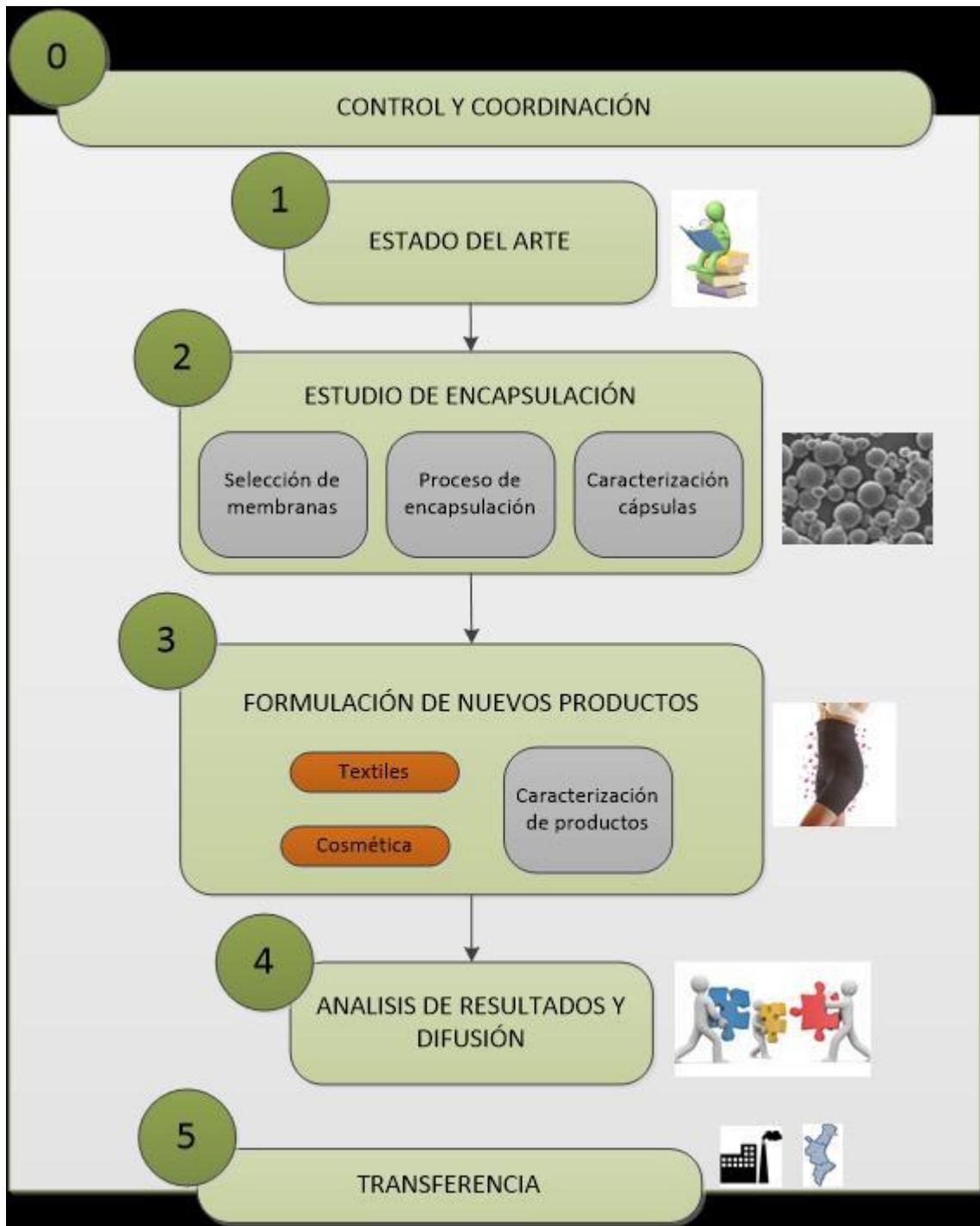


Figura 2.- Esquema de los paquetes de trabajo llevados a cabo en el proyecto

Siendo los paquetes llevados a cabo los siguientes:

PT Nº	0	Fecha de comienzo:	ENE/2017	Fecha de fin:	DIC/2017
TRL Asociado	-				
Título del PT	GESTIÓN				
Líder					
Objetivos:					
Este paquete de trabajo ha comprendido todo el transcurso del proyecto, ya que ha existido de manera horizontal. Estando dirigido a la propia gestión del proyecto, como es la coordinación y gestión de los recursos a emplear en el proyecto.					
Descripción del trabajo (tareas):					
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Tarea 0.1.- Gestión.</u> <p>-Gestión de servicios externos</p> <p>- Gestión de recursos internos</p> <p>- Gestión</p>					

PT Nº	1	Fecha de comienzo:	ENE/2017	Fecha de fin:	JUL/2017
TRL Asociado	-				
Título del PT	ESTADO DEL ARTE				
Líder					
Objetivos:					
Esta fase del proyecto ha tenido por finalidad estudiar el estado del arte de las técnicas y tecnologías de aplicación en el proyecto, para de esta forma ver en qué situación se encuentran y completar la información estudiada en la primera anualidad.					
Descripción del trabajo (tareas):					
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Tarea 1.0.- Coordinación técnica</u> • <u>Tarea 1.1. Sistemas encapsulantes "Micro y nanocápsulas"</u> • <u>Tarea 1.2. Tecnologías de aplicación de microacabados en textil</u> • <u>Tarea 1.3. Sustrato base</u> 					

PT Nº	2	Fecha de comienzo:	ENE/2017	Fecha de fin:	NOV/2017
TRL Asociado	TRL 5				
Título del PT	ESTUDIO DE MICROENCAPSULACIÓN DE COMPUESTO ACTIVO				
Líder					
<p>Objetivos:</p> <p>El objetivo de este segundo paquete de trabajo se ha centrado en el estudio y desarrollo de diferentes sistemas encapsulantes, determinando para cada uno de ellos sus características funcionales y de estabilidad.</p> <p>Para desarrollar las microcápsulas se ha estudiado la aplicación de diferentes tecnologías o métodos de encapsulación de principios activos con una futura aplicación industrial y viables.</p>					
<p>Descripción del trabajo (tareas):</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Tarea 2.0.- Coordinación técnica</u> • <u>Tarea 2.1. Selección de la materia prima (Shell y Core)</u> • <u>Tarea 2.2. Estudio del proceso de microencapsulación</u> • <u>Tarea 2.3. Caracterización de las microcápsulas</u> • <u>Tarea 2.4. Reingeniería</u> 					

PT Nº	3	Fecha de comienzo:	ENE/2017	Fecha de fin:	DIC/2017
TRL Asociado	TRL 6				
Título del PT	ESTUDIO DE APLICACIÓN DE LAS MICROCÁPSULAS				
Líder					
<p>Objetivos:</p> <p>El objetivo de este paquete de trabajo se ha centrado en el estudio de aplicación de las microcápsulas en productos textiles y formulaciones cosméticas.</p> <p>Debido a la diferencia en las aplicaciones este paquete de trabajo ha tenido tareas independientes.</p>					
<p>Descripción del trabajo (tareas):</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Tarea 3.0.- Coordinación técnica</u> • <u>Tarea 3.1. Aplicación en textil y su caracterización</u> • <u>Tarea 3.2. Aplicación en cosméticos y caracterización</u> • <u>Tarea 3.3. Reingeniería</u> 					

PT Nº	4	Fecha de comienzo:	ENE/2017	Fecha de fin:	DIC/2017
TRL Asociado	-				
Título del PT	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DIFUSIÓN				
Líder					
Objetivos:					
Una vez finalizados los PT anteriores, se han analizado los resultados y se han difundido aquellos positivos y de interés para los sectores implicados.					
Descripción del trabajo (tareas):					
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Tarea 4.0.- Coordinación técnica</u> • <u>Tarea 4.1. Análisis de resultados.</u> • <u>Tarea 4.2. Estudio de viabilidad técnica y económica</u> • <u>Tarea 4.3. Acciones de difusión.</u> 					

PT Nº	5	Fecha de comienzo:	ENE/2017	Fecha de fin:	DIC/2017
TRL Asociado	-				
Título del PT	TRANSFERENCIA Y PROMOCIÓN				
Líder					
Objetivos:					
Además de los objetivos técnicos del proyecto se ha planteado el objetivo de promocionar y transferir los resultados del Proyecto a las posibles empresas beneficiarias de la Comunitat.					
Descripción del trabajo (tareas):					
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Tarea 5.1. Acciones preparatorias. Identificación de necesidades.</u> • <u>Tarea 5.2. Transferencia.</u> 					



GENERALITAT
VALENCIANA

VEU

INICIATIVA EMPRESARIAL
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL

UNIO EUROPEA
FEDER
Linea marena de facer Europa

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE y está cofinanciado por los Fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

ACTUALIZACIÓN ESTADO DEL ARTE:

La microencapsulación es aplicada en multitud de sectores para diversas aplicaciones y productos, dado las múltiples ventajas y funciones que ofrece este proceso cuyo uno de sus principales objetivos es la protección del principio activo con el que se persigue funcionalizar el producto.

Con objeto de conocer la importancia y repercusión social que está teniendo actualmente en el ámbito de la investigación y el desarrollo, se ha realizado un estudio estadístico de las publicaciones referentes a la microencapsulación nivel mundial. Para ello se ha utilizado la base de datos Scopus.

Scopus es una base de datos bibliográfica multidisciplinaria de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. Cubre aproximadamente 18.000 títulos de más de 5.000 editores internacionales, incluyendo la cobertura de 16.500 revistas revisadas por pares de las áreas de ciencias, tecnología, medicina y ciencias sociales, incluyendo artes y humanidades.

Un dato significativo que muestra la evolución del interés a nivel científico en una temática concreta, es el año en el que se publican los artículos. Esto nos ayuda a conocer el interés de un tema durante un periodo de tiempo y prever una tendencia en los próximos años.

Del mismo modo que el análisis de las publicaciones de investigación en base a estos ambos conceptos, también se realiza una búsqueda de patentes publicadas a nivel mundial. La figura 3 muestra la evolución del número de artículos referentes a "microencapsulación" desde 1960 hasta 2016.

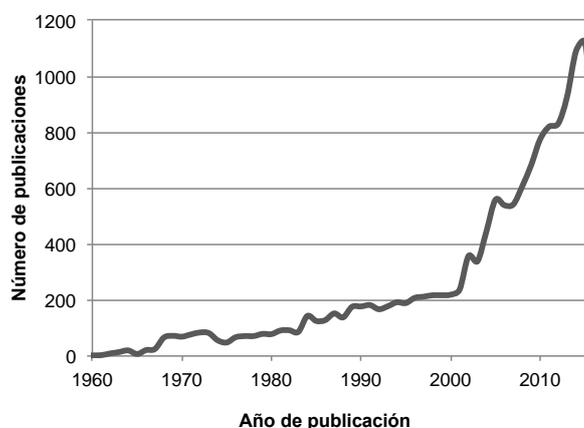


Figura 3.- Representación gráfica de la evolución del número de publicaciones sobre microencapsulación en los últimos años

Se observa una clara tendencia creciente del número de artículos publicados por año a partir de 1967, siendo 2014 el año con mayor número de publicaciones sobre este tema. Se ha encontrado más de 15.000 publicaciones, las cuales se centran en estudiar distintos aspectos, tales como:

- *Síntesis y obtención* de microcápsulas: sobre este tema se encuentran trabajos que definen sistemas de microencapsulación, búsqueda de nuevas formulaciones, estudios de influencia de diferentes variables, y estudio de microencapsulación de determinados principios activos.
- *Caracterización* de microcapsulas con el empleo de técnicas instrumentales específicas, analizando sus propiedades.
- *Aplicación*: Sistemas de aplicación o desarrollo de nuevos productos basados en la incorporación de principios activos microencapsulados con objeto de funcionalizar.

Cabe destacar que el primer trabajo encontrado data del año 1946, por el cual se da a conocer el concepto de microcápsula y su síntesis por el proceso de coacervación. Éste tipo de microcápsulas fueron posteriormente utilizadas en el sector de la impresión para el desarrollo de papel autocopiante.

Tal y como se ha comentado anteriormente, en la actualidad el uso de las microcápsulas se extiende a diversos sectores y campos de aplicación. En la figura 4, se representa el tanto por cien de artículos dependiendo el ámbito de estudio según el área de conocimiento de la revista en la cual ha sido publicado el trabajo.

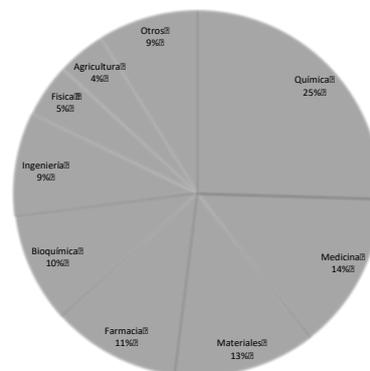


Figura 4.- Porcentaje de trabajos publicados sobre microencapsulación por sectores.

Se puede observar que el área de conocimiento de la química es el campo en el cual el proceso de microencapsulación ha tenido o está teniendo mayor repercusión, representando un 25% sobre el total de trabajos o estudios publicados. Con menor cantidad de trabajos publicados, pero no por ello menos importantes, se encuentran la farmacia (11%), la medicina (14%) y los materiales (13%).

Dado que este proyecto está enfocado al empleo de la microencapsulación en cosmética, cosmética capilar, cosmeceúticos, agricultura y detergente, se estudia la cantidad de trabajos científicos y patentes publicados que centran en la aplicación o síntesis de microcápsulas de principios activos empleados en productos de cada uno de los campos descritos.

En la siguiente tabla se muestra el año de la primera publicación encontrada y el número de trabajos reportados hasta el momento.

Campo de aplicación	Primera publicación (Año)	Número de publicaciones
Cosmética	1971	126
Cosmética capilar	1969	151
Cosmeceúticos	2015	1
Agricultura	1976	41
Detergentes	2016	16

El campo de la cosmética y la cosmética capilar es el sector que mayor número de trabajos de investigación tiene publicados, observando una diferencia significativa respecto los demás campos de aplicación estudiados y siendo además el sector pionero, dado que el primer artículo publicado data de 1969, para un uso en cosmética capilar.

En cambio los campos de aplicación en detergentes y cosmeceúticos, presentan 16 y un solo artículo, respectivamente encontrando este tema de estudio en un estado incipiente e innovador, dado que además dichos trabajos están publicados en el año 2015 y 2016.

Del mismo modo se estudia la cantidad de patentes publicadas en el que la microencapsulación son la base de la propiedad intelectual protegida, según el campo de aplicación. El número total de publicaciones a nivel mundial es de 147.638, de las cuales el 42% de éstas han sido publicadas en estos últimos años.

Campo de aplicación	Número de patentes
Cosmética	20.159
Cosmética capilar	24.131
Cosmecéuticos	383
Agricultura	5.140
Detergentes	15.514

A simple vista se observa, que la microencapsulación en estos sectores, en cuanto al número de patentes encontradas, es significativamente mayor que la cantidad de trabajos reportados en revistas científicas, teniendo gran repercusión en todos los campos en cuanto a la aplicación de microencapsulados se refiere.

COMPUESTOS ACTIVOS DE INTERÉS:

Los aceites esenciales son productos naturales extraídos de organismos vegetales. Están formados por una combinación de componentes activos con acciones farmacológicas y otros constituyentes que ejercen una acción sinérgica, potenciando su acción y mejorando su efectividad. Además, son ricos en vitaminas, minerales y ácidos grasos poliinsaturados, lo que supone un extraordinario aporte de nutrientes en la piel, además de ser antibacterianos, antifúngicos y antisépticos en su gran mayoría.

A continuación, se exponen algunas de las características generales de los aceites esenciales:

Actividad antibacteriana

Numerosos estudios han demostrado la actividad antibacteriana de algunos aceites esenciales. Sus compuestos activos logran penetrar en el interior de las células bacterianas, afectando de forma nociva al medio celular. Esto impide que la célula consiga recrear con normalidad las actividades cotidianas que le permiten reproducirse, o en concentraciones relativamente elevadas, llegar a causar la muerte celular en muy poco tiempo.

Actividad antivírica

Estudios con algunos aceites y extractos vegetales (mentas y cavacrol) demostraron su efecto inhibitorio ante la replicación de los virus, evitando así el crecimiento de una cepa vírica.

Actividad antifúngica

De forma general, la actividad inhibitoria contra los hongos de los aceites esenciales es muy similar a su actividad antibacteriana.

Actividad antinociceptiva

Los aceites esenciales también tienen la capacidad de reducir la actividad dañina que se produce en los tejidos nerviosos. En concentraciones de 0.003-0.01%, dichos aceites ayudan a calmar el dolor, relajando la zona nerviosa y reduciendo los estímulos que perciben. Esto también podría ser un precursor de relajantes contra enfermedades cerebrales.

Actividad antiinflamatoria

La aplicación de lociones con aceites esenciales es empleada para la reducción de inflamaciones cutáneas. Los aceites, en concentraciones de 0,05-0,15%, actúan

relajando la zona inflamada o irritada, de forma que se consigue disminuir la actividad que produce esa perturbación en la piel.

Actividad vasodilatadora

Los efectos vasorelajantes de los aceites esenciales están atribuidos a la integridad del endotelio vascular funcional. Con concentraciones de 0.01-300% en volumen, consiguen reducir la contracción inducida por porfirina de los anillos aórticos, así como la contracción inducida por CaCl_2 . Como un efecto de dicha relajación endotelial, se produce una vasodilatación que ayuda a mejorar el torrente sanguíneo, disminuyendo de esta forma la probabilidad de presentar problemas cardiovasculares.

Por estas características que ofrecen los aceites esenciales y el creciente interés del mercado en productos de origen natural, se eligieron los siguientes aceites y extractos vegetales para su aplicación a productos cosméticos y textiles:

Árbol del té

El componente mayoritario del aceite esencial es el terpinen 4-ol, alcohol monoterpeico, le siguen el γ -terpineno, α -terpineno y 1,8-cineol. Las propiedades de este aceite son: antimicrobiana, antiviral y antiprotozoaria. Se emplea en cosmética por su actividad antimicrobiana aunque la concentración de uso está limitada por su aroma fuerte.



Ylang-ylang

Tiene propiedades antimicrobianas y un efecto relajante comprobado. Entre sus componentes se encuentra el ácido salicílico, lo que otorga a este aceite esencial el poder de disminuir la presión arterial. Por sus propiedades y por su agradable aroma, este aceite es muy común en cosméticos y muchos productos del hogar tales como aceites de masaje, cremas hidratantes, perfumes, e incluso en velas perfumadas.



Pepita de Uva

El aceite de pepita de uva es rico en ácidos grasos oleico y linoleico (ácidos grasos esenciales), lo que le confiere excelentes propiedades emolientes que ayudan al reequilibrio de la pérdida y absorción de la humedad cutánea. Además, contiene proantocianidina, vitamina E y resveratrol, que constituyen importantes componentes antioxidantes.



Citronella

Los principales compuestos del aceite esencial son el citronelol y el geraniol, l-limoneno, canfeno, dipenteno, citronelol, borneol, nerol, metileugenol, los cuales presentan propiedades insecticidas.



Ginkgo Biloba

Su contenido en flavonoides y terpenoides le confieren propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y de mejora de la circulación sanguínea.



Aceite de Oliva

El aceite de oliva contiene ácidos grasos esenciales, α -tocopherol, carotenoides y compuestos fenólicos. Tiene numerosas propiedades, como su poder antioxidante, la reducción del colesterol o la protección e hidratación de la piel.



TÉCNICAS DE ENCAPSULACIÓN:

Las técnicas de encapsulación empleadas en este proyecto se describen a continuación:

SECADO POR ATOMIZACIÓN

El proceso de secado por pulverización o atomización consiste en la transformación de una suspensión o disolución en un material seco particulado mediante la atomización en un medio caliente y seco. La síntesis de microcápsulas mediante secado por atomización consiste en mezclar el material de recubrimiento y el principio activo para producir una emulsión y homogeneizarla. A continuación se produce su atomización, y la posterior eliminación del solvente de forma instantánea aplicando calor.



Figura 5.- Mini Spray

Las principales variables del proceso de secado por atomización son:

- **Caudal del líquido de entrada.** El caudal de entrada del líquido al equipo se regula por medio de una bomba peristáltica y afecta a la atomización.
- **Caudal de aire de atomización.** Este aire es suministrado por un compresor, y el caudal se regula atendiendo a la lectura de un rotámetro, afecta a la atomización.
- **Temperatura y humedad del aire de entrada al cilindro de atomización.** Esta temperatura se puede controlar mediante la resistencia eléctrica del equipo.
- **Caudal de aire de secado.** El caudal de aire de secado indica el aire que entra en el cilindro de pulverización para realizar el secado.
- **Relación másica materia activa/encapsulante**

CO-EXTRUSIÓN Y GELIFICACIÓN EXTERNA

En este método se combina la extrusión y la gelificación iónica. El material encapsulante y el compuesto activo se extruyen de forma simultánea a través de unas boquillas concéntricas: la abertura exterior corresponderá a la boquilla por la que se extruye el material de recubrimiento, y la abertura interior la del material activo. De forma continua se aplica una frecuencia de vibración sobre el flujo del polímero provocando la ruptura del flujo en pequeñas gotas. Estas gotas caen en un medio que produce la solidificación del material de recubrimiento. Esta solidificación se produce debido a una reacción de gelificación iónica entre el material de recubrimiento (un polisacárido) y un ión de carga opuesta. Generalmente, se recurre a la gelificación de alginato sódico (polianión) con cloruro cálcico (catión).

Las microcapsulas obtenidas son de sistema reservorio, es decir, el compuesto activo se encuentra en el interior de la microcápsula y está envuelto del material de recubrimiento. También se pueden obtener microesferas, si se emplea un solo tipo de material. El tamaño de la microcápsula depende de la boquilla, velocidad de flujo, frecuencia vibracional utilizada.

Los principales parámetros a controlar son:

- Frecuencia
- Potencial:
- Boquilla externa
- Boquilla interna
- Concentración material de recubrimiento
- Concentración reticulante



Figura 6.- Equipo de coextrusión

FLUID BED

El proceso de encapsulación de lecho fluido consiste en pulverizar una solución de recubrimiento en un lecho fluidizado de partículas sólidas (compuesto activo). Después de varios ciclos de secado por humectación, se forma una película continua. Mediante este proceso se obtienen microcápsulas de sistema reservorio, es decir, el compuesto activo se encuentra incluido en la cavidad interior de la microcápsula y está envuelto del material de recubrimiento. Además, esta tecnología ayuda a lograr un recubrimiento uniforme y rápido utilizando aire y temperatura para mezclar, recubrir y secar el sustrato todo al mismo tiempo.



Figura 7.- Fluid bed

Los principales parámetros que afectan el proceso son:

- **Velocidad de flujo**
- **Presión del líquido de pulverización**
- **Composición y reología de la solución de revestimiento**
- **Caudal y temperatura del aire de fluidificación**
- **Tamaño de partícula del compuesto activo y propiedades**

POLIMERIZACIÓN INTERFACIAL

En este proceso se produce la polimerización de un monómero en la interfase de dos sustancias inmiscibles, formando una membrana, que dará lugar a la pared de las microcápsulas. Este proceso tiene lugar en tres pasos:

1. Dispersión de una solución acuosa de un reactante soluble en agua, en una fase orgánica para producir una emulsión agua en aceite.
2. Formación de una membrana polimérica en la superficie de las gotas de agua, iniciada por la adición de un complejo soluble en aceite a la emulsión anterior.

3. Separación de las microcápsulas de la fase orgánica y su transferencia en agua para dar una suspensión acuosa. La separación de las microcápsulas se puede llevar a cabo por centrifugación.

Esta técnica permite el empleo de membranas sintéticas que aportan gran resistencia a las microcápsulas destinadas a la aplicación textil.



Figura 8.- Equipo de polimerización interfacial

LIPOSOMAS

Los liposomas son pequeñas vesículas que están rodeadas por una bicapa lipídica y contienen en su interior un principio activo en disolución acuosa. Una de sus ventajas es su afinidad por la membrana lipídica de la piel y en consecuencia, los liposomas constituyen un buen vehículo de incorporación de activos en fórmulas cosméticas. Por otra parte, una de sus desventajas es su inestabilidad y baja durabilidad.



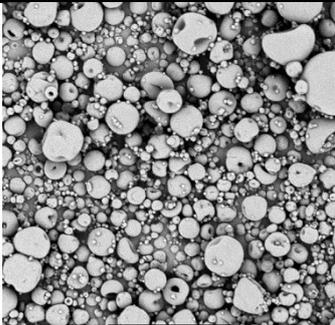
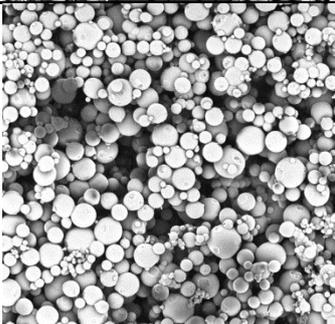
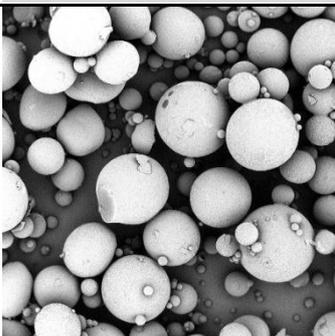
Figura 9.- Equipo para liposomar

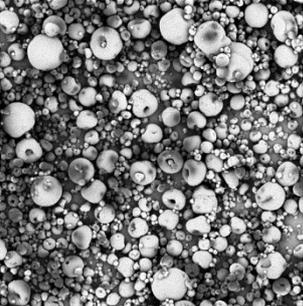
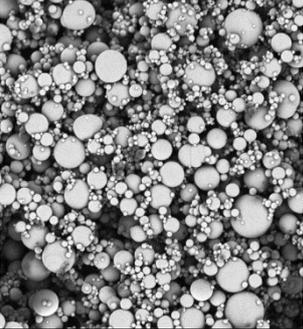
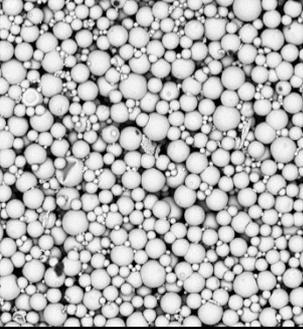
ENCAPSULACIÓN DE ACTIVOS DE INTERÉS:

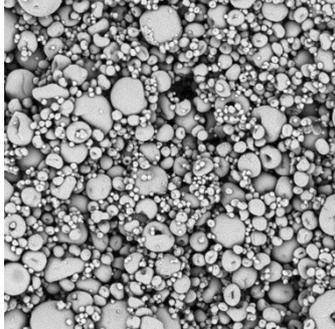
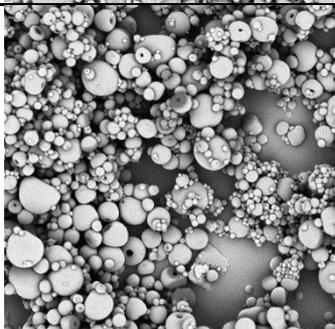
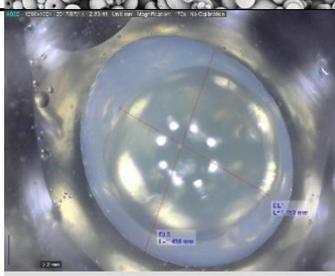
En la siguiente tabla se muestran las características de las microcápsulas desarrolladas:

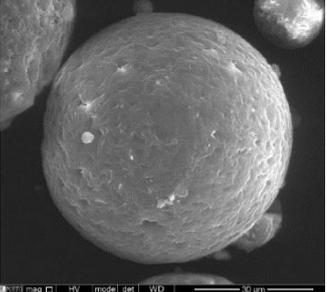
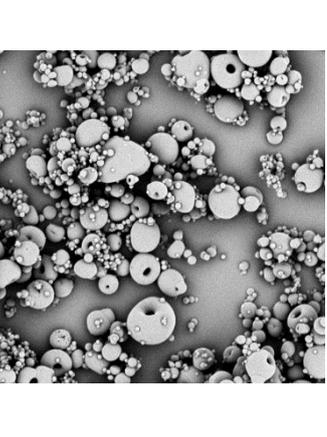
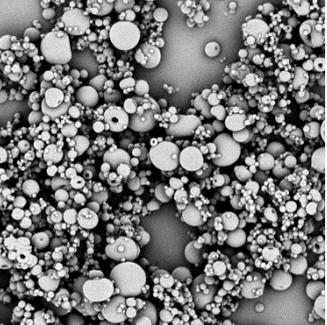
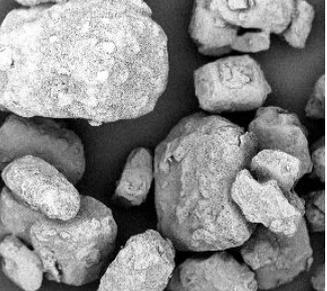
Tipos de activo a encapsular	<p>Antimicrobianos naturales</p> <p>Compuestos antioxidantes naturales</p> <p>Aceites esenciales</p>
Objetivo de la encapsulación	<p>Evitar degradación/oxidación del activo en la fórmula y con el uso</p> <p>Enmascaramiento de aromas</p>
Materiales membrana	<p>Polímeros naturales: Alginatos y almidones</p> <p>Polímeros sensibles al PH: acrilatos</p> <p>Polímeros estables a cambios de pH</p>
Técnicas empleadas	<p>Secado por aspersion</p> <p>Co-extrusión/Gelificación</p> <p>Lecho fluidizado</p> <p>Polimerización Interfacial</p> <p>Fusión en caliente</p>
Técnicas de caracterización empleadas	<p>Microscopía óptica</p> <p>Microscopía electrónica de barrido</p> <p>Analizador de tamaño de partículas por difracción láser</p> <p>Espectroscopía UV</p> <p>Calorimetría diferencial de barrido (DSC)</p> <p>Análisis de la actividad antimicrobiana</p> <p>Estudio de biodegradabilidad de membranas</p>

Dado que se ha realizado un gran abanico de pruebas para optimizar cada una de las microcápsulas y, han sido numerosos los ensayos realizados, a continuación, sólo se muestran las microcápsulas optimizadas que se han obtenido para cada activo.

COMPUESTO ACTIVO	MATERIAL MEMBRANA	MÉTODO DE ENCAPSULACIÓN	MICROSCOPIA	CARACTERÍSTICAS
	Polímero sensible al pH	Secado por aspersión		Estabilidad Tamaño medio 20 µm
	Polímero independiente del pH	Secado por aspersión		Estabilidad Tamaño medio 18 µm
Compuesto natural- propiedades insecticidas	Alginato	Co-extrusión simple		Estabilidad
	Cera natural	Fusión en caliente		Estabilidad Liberación 0
	Poliurea	Polimerización Interfacial		Estabilidad

COMPUESTO ACTIVO	MATERIAL MEMBRANA	MÉTODO DE ENCAPSULACIÓN	MICROSCOPIA	CARACTERÍSTICAS
Compuesto natural- propiedades antimicrobianas	Polímero sensible al pH	Secado por aspersión		Estabilidad Tamaño medio 15 µm
	Polímero independiente del pH	Secado por aspersión		Estabilidad Tamaño medio 10 µm
	Poliurea	Polimerización Interfacial		Estabilidad

COMPUESTO ACTIVO	MATERIAL MEMBRANA	MÉTODO DE ENCAPSULACIÓN	MICROSCOPIA	CARACTERISTICAS
Extracto natural- propiedades antioxidantes y emolientes	Polímero sensible al pH	Secado por aspersión		Estabilidad Tamaño medio 10 µm
	Polímero independiente del pH	Secado por aspersión		Estabilidad Tamaño medio 10 µm
	Alginato	Co-extrusión simple		Estabilidad

COMPUESTO ACTIVO	MATERIAL MEMBRANA	MÉTODO DE ENCAPSULACIÓN	MICROSCOPIA	CARACTERÍSTICAS
<p>Compuesto antioxidante natural-Antienvjecimiento</p>	<p>Polímero sensible al pH y cera natural</p>	<p>Secado por aspersion</p>		<p>Estabilidad</p>
<p>Extracto natural-propiedades antibacterianas y relajantes</p>	<p>Polímero sensible al pH</p>	<p>Secado por aspersion</p>		<p>Estabilidad Tamaño medio 15 µm</p>
	<p>Polímero independiente del pH</p>	<p>Secado por aspersion</p>		<p>Estabilidad Tamaño medio 20 µm</p>
<p>Extracto natural-propiedades antioxidantes y antiinflamatorias</p>	<p>Polímeros independiente de pH y polímero natural</p>	<p>Lecho fluidizado</p>		

INCORPORACIÓN DE MICROCÁPSULAS A TEXTILES:

En la siguiente tabla se muestran las características de las microcápsulas aplicadas en textiles:

Tipos de activo encapsulados	Antimicrobianos Aceites naturales Aromas
Objetivo de la encapsulación	Mantener más tiempo la funcionalidad sobre el tejido
Materiales membrana	Poliurea, lípidos modificados con grupos de sílice
Técnicas de encapsulación	Polimerización interfacial Liposomas
Técnicas de aplicación de microcápsulas a tejidos	Impregnación Pulverizado Lavado
Tipo de sustrato	Tejidos de algodón, tejidos de poliéster y tejidos no-tejidos
Técnicas de caracterización de las microcápsulas y de los tejidos funcionalizados	Microscopía electrónica de barrido Analizador de tamaño de partículas por difracción láser Ensayos de durabilidad (solidez al lavado y al frote) Análisis de la actividad antimicrobiana

Los métodos por lo que se ha estudiado la incorporación de las microcápsulas al sustrato textil han sido:

Aplicación mediante lavado:

En este método las microcápsulas se aplican al tejido mediante un ciclo de lavado en lavadora. Para ello, las microcápsulas se añaden al producto suavizante con la finalidad de ser aplicado en la fase final del lavado del tejido.

En este proceso se puede variar:

- La temperatura del lavado (Programa de temperatura)
- Tiempo de lavado (Programa de lavado)
- Revoluciones por minuto (Programa de lavado)
- Ciclo de centrifugado



Tras el lavado, se lleva a cabo la fase de secado y fijación, que puede darse a temperatura ambiente o con la aplicación de calor seco o húmedo.

Aplicación mediante pulverizado:

En este método el líquido de pulverizado, en el que se ha dosificado previamente la suspensión de micropartículas, incide perpendicularmente sobre el sustrato. Este proceso se puede realizar por una o ambas caras del tejido modulando la cantidad de líquido depositado en cada pasada.

Las variables susceptibles de ser controladas son:

- Volumen, composición y viscosidad del baño
- Velocidad de paso del tejido
- Grado de impregnación

Aplicación mediante impregnación:

En los sistemas de impregnación la materia textil absorbe el producto químico de forma rápida, no produciéndose una transferencia de producto químico propiamente dicha, sino que la materia textil al absorber la disolución absorbe también el producto químico disuelto en ella, quedando depositado mecánicamente sobre la superficie.

En este método la materia textil pasa de forma continua por una cubeta que contiene el baño, dónde se encuentran las microcápsulas en suspensión, absorbiendo en este paso la disolución mediante impregnación. A la salida de la cubeta, pasa por unos cilindros exprimidores que dejan en el tejido un porcentaje determinado de disolución. Estos cilindros proporcionan un exprimido uniforme en todo el ancho del tejido, y el contenido en humedad con el que sale el tejido puede regularse mediante la variación de presión ejercida por los cilindros. Finalmente, se realiza una fase de fijado, que puede ser Pad-Batch (a temperatura ambiente durante tiempos largos (12, 24 y 36h)), Pad-Therm (secado con calor seco, a temperaturas entre 120-220°C durante 5-30 minutos) o Pad-Steam (secado con calor húmedo, con vapor de agua a temperaturas entre 100-140°C durante 2-20 minutos).

Las principales variables del proceso son:

- Velocidad
- Presión ejercida entre cilindros
- Número de pasos por el fulardado
- Volumen, composición y viscosidad del baño
- Secado y fijado

Debido a que se han llevado a cabo numerosos estudios de aplicación de microcápsulas a sustratos textiles, a continuación se exponen únicamente algunos de los resultados obtenidos.



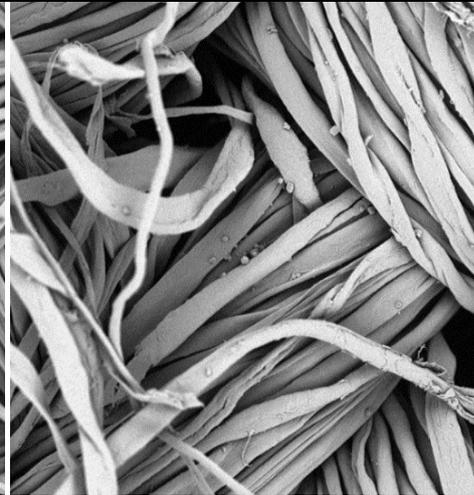
Las fotografías SEM mostraron gran adherencia de las microcápsulas tras su aplicación a través de un ciclo de lavado, tanto en los tejidos de algodón como para tejidos de poliéster.

Para comprobar la resistencia de las microcápsulas y su durabilidad en los tejidos tras su incorporación a los sustratos, se realizaron ensayos de resistencia al frote seco, frote húmedo y resistencia al lavado.

Microcápsulas de un compuesto natural antimicrobiano aplicadas a tejidos mediante ciclo de lavado

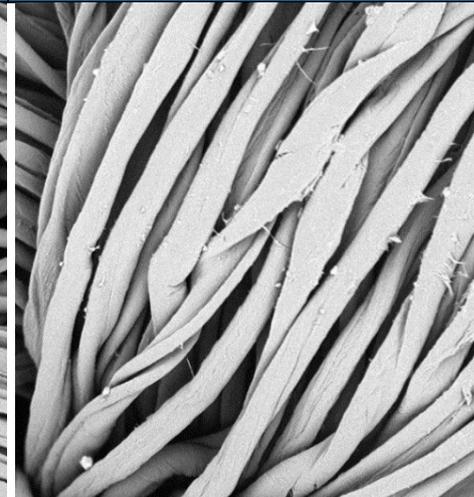
TEJIDO TRATADO

SOLIDEZ AL FROTE HÚMIDO



SOLIDEZ AL FROTE SECO

SOLIDEZ AL LAVADO



La caracterización de los tejidos tras estos ensayos permitió detectar la presencia de las microcápsulas en los tejidos, comprobando así su capacidad para resistir a los tratamientos de frote y lavado (solidez).



Respecto a las pruebas de aplicación de microcápsulas a tejidos no-tejidos, se llevaron a cabo ensayos de impregnación de toallitas con microcápsulas con la finalidad de estudiar las condiciones óptimas de viscosidad y concentración de microcápsulas en las fórmulas. Finalmente se seleccionaron las condiciones en las que la impregnación de los no-tejidos resultaron más eficientes.

TEJIDOS NO-TEJIDOS IMPREGNADOS CON LOCIONES CON MICROCÁPSULAS CON DIFERENTES CONDICIONES



INCORPORACIÓN DE MICROCÁPSULAS A COSMÉTICOS:

Esta tarea ha tenido por finalidad la aplicación de las microcápsulas obtenidas por secado por atomización en formulaciones cosméticas. Diferentes principios activos (aceites esenciales) han sido encapsulados e introducidos en las preparaciones:

Tipos de activo encapsulados	Aceites naturales Antimicrobianos
Objetivo de la encapsulación	Prolongar el tiempo de actuación del activo Enmascarar olores
Materiales membrana	Metacrilato sensible al pH Metacrilato independiente de pH
Técnicas de encapsulación	Secado por atomización
Tipo de crema	Emulsión de fase externa acuosa o/w
Técnicas de caracterización de las microcápsulas y de las cremas con microcápsulas	Microscopía electrónica de barrido Analizador de tamaño de partículas por difracción láser Medida del pH Valoración organoléptica Test de usuario

Las cremas preparadas con microcápsulas a distintas condiciones fueron sometidas a envejecimiento (estufa 40°C) y se evaluó la estabilidad de la fórmula a distintos tiempos y la influencia de las microcápsulas mediante:

- ✓ Microscopía electrónica
- ✓ Medida del pH de la fórmula
- ✓ Olor
- ✓ Aspecto

En la siguiente tabla se muestra alguno de los resultados obtenidos durante este año:



Finalmente, una vez seleccionadas las formulaciones más estables en el tiempo, se llevaron a cabo estudios con un panel de usuarios para evaluar las propiedades sensoriales de las cremas y el grado de influencia de las microcápsulas en estas propiedades.



CONCLUSIONES:

A la vista de los resultados es posible concluir que:

- Los sistemas encapsulantes permiten la encapsulación de diferentes compuestos activos con las siguientes ventajas:
 - ❖ Evitar su evaporación/oxidación/degradación
 - ❖ Fácil incorporación sobre diferentes sustratos
- Dependiendo del tipo de membrana utilizada las características de las microcápsulas serán diferentes, permitiendo liberar el activo en diferentes condiciones.
- Las microcápsulas pueden ser incorporadas en diferentes medios y condiciones manteniendo su estabilidad:
 - ❖ Cosmética
 - ❖ Textil



GENERALITAT
VALENCIANA

TOES
AURA
veu

INICIATIVA EMPRESARIAL
INICIATIVA EMPRESARIAL
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL

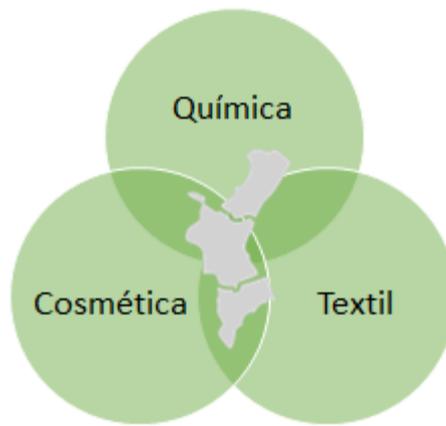
UNIO EUROPEA
Desarrollo Regional
dentro del Programa Operativo FEDER
de la Comunitat Valenciana 2014-2020
Linea manera de hacer Europa

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE y está cofinanciado por los Fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

6. TRANSFERENCIA A EMPRESAS

En el marco del proyecto se ha creado un plan de transferencia específico y se han establecido varias colaboraciones con empresas de la Comunitat con un elevado interés en algunos de los resultados del proyecto. Lo que les permitirá abrir la puerta a nuevos desarrollos en el ámbito de encapsulación para desarrollar nuevos productos, entrar en nuevos mercados, o simplemente mejorar las propiedades de un producto ya existente.

Con la finalidad de favorecer la transferencia de resultados a las empresas de la Comunitat se han planteado tareas específicas en el marco de proyecto con el objetivo de lograrlo con las mejores garantías posibles.



Sectores de las empresas implicadas

Dada la novedad del proyecto y su objetivo son varias las empresas que han mostrado su interés en los resultados y, que han aportado muestras para su estudio en el marco del proyecto.

En la siguiente tabla se muestra a modo de resumen las actuaciones llevadas a cabo por las empresas interesadas:



Empresa	Forma de interés	Grado de implicación	PT de participación
Laurentia Technologies	Acuerdo de colaboración	Desarrollo de encapsulados que se han enviado a AITEX para el estudio de implementación al textil. Optimización de los encapsulados y preparación de los mismos para una mayor afinidad por el sustrato. Reuniones periódicas para comentar resultados.	PT3. Tarea 3.1.
Laboratorios Biopartner	Acuerdo de colaboración	Realización de estudio de morfología a muestras de encapsuladas. Apoyo en el examen morfológico. Información de materiales encapsulantes, estudio de viabilidad en el escalado.	PT2. Tarea 2.1. y 2.3
MLS textiles 1992 (Lurbel)	Carta de interés	Se ha proporcionado información de los resultados obtenidos en la parte de obtención de cosmetotextiles.	PT3. Tarea 3.1.
Detergentes y Desinfectantes, SA	Carta de interés	Se ha proporcionado información de los resultados obtenidos en la parte de obtención de cosmetotextiles mediante el lavado.	PT3. Tarea 3.1.



GENERALITAT
VALENCIANA

TOES
AURA
veu

INICIATIVES
MERCADILLES
COMPETITIVITAT EMPRESARIAL

UNIO EUROPEA
Desarrollo Regional
dentro del Programa Operativo FEDER
de la Comunidad Valenciana 2014-2020
Linea manera de hacer Europa

Este proyecto cuenta con el apoyo de la Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE y está cofinanciado por los Fondos FEDER de la UE, dentro del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020.

7. COLABORADORES EXTERNOS DESTACADOS

En este caso el Servicio externo con más peso en el Proyecto ha sido el Departamento de Ingeniería Textil i Papelera de la Universidad Politécnica de Valencia, que participó también en la anualidad 1 del Proyecto, siendo necesario desarrollar microcápsulas cuya membrana es diferente a las microcápsulas que se pueden desarrollar en AITEX, por las propiedades que estas microcápsulas presentan sobre todo para su aplicación sobre el textil.

Las tareas realizadas en el marco del proyecto han sido:

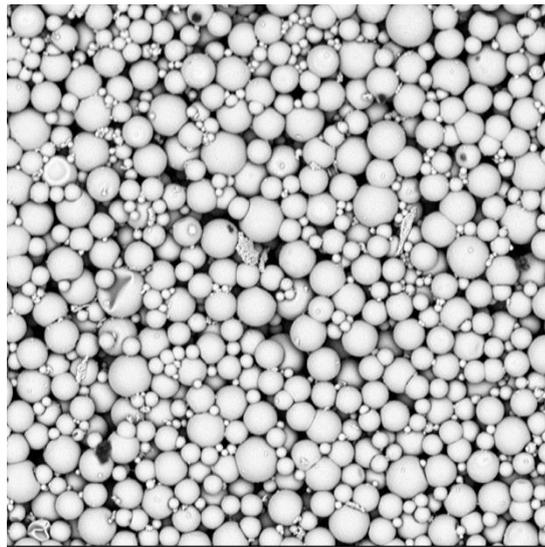
PT.2. ESTUDIO DE MICROENCAPSULACIÓN DE COMPUESTO ACTIVO.

Selección de los distintos principios activos y membranas, compatibles entre sí, para poder ser encapsuladas por la técnica de polimerización interfacial.

En este caso, los resultados obtenidos la microencapsulación de dos aceites esenciales, citronella y árbol de té, tal y como se puede observar en las imágenes obtenidas por microscopía electrónica de barrido (SEM):



Microcápsulas de citronella



Microcápsulas de árbol de té

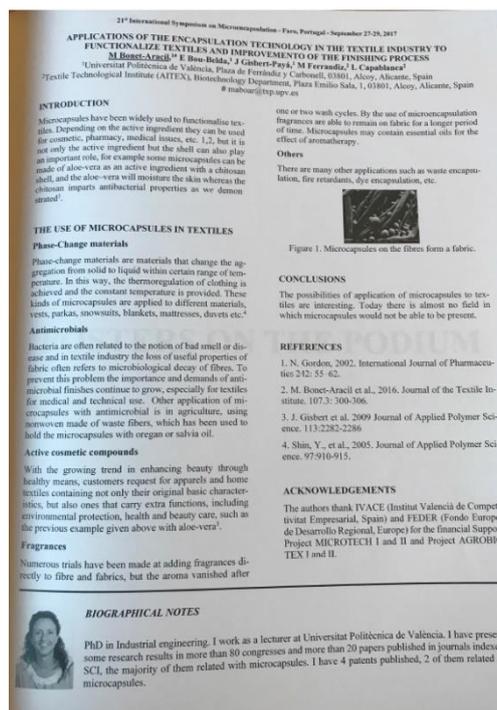
Tal y como se muestra en las imágenes la microencapsulación de árbol de té se ha conseguido de forma óptima observando microcápsulas totalmente esféricas de un amplio rango de distribución de tamaños encontrándose microcápsulas desde una 1 um hasta aproximadamente 10 um de diámetro.

Aunque las microcápsulas de citronela no presentan una forma totalmente esférica, sí que se ha conseguido la microencapsulación del aceite en su totalidad, no habiendo exceso de aceite no encapsulado en el producto final. Además al comparar con las microcápsulas de árbol de té se observa que las de citronela presentan un mayor tamaño de forma general, aunque la distribución de tamaños sigue siendo amplia. Sí que es cierto que las microcápsulas de citronela, a diferencia de las de árbol de té, se aglomeran con el tiempo pudiendo conllevar a dificultades a la hora de realizar la aplicación.

PT.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DIFUSIÓN

Se han realizado diversas acciones de difusión:

- participación en el congreso *21 st International Symposium on Microencapsulation*:



- A partir de los listados de revistas obtenidos según la clasificación de Journal Citation Reports (JCR), se decidió enviar el artículo a la Revista DYNA. Dicho envío ha sido aceptado para su publicación con cambios. Se prevé que dicho artículo sea publicado a lo largo del 2018.