

OBTENCIÓN DE TEXTILES CON ACABADOS A BASE DE PRODUCTOS MICROENCAPSULADOS.

AUTORES

María Magdalena Miró Specos^{a,b}; César Puggia^a; Laura Hermida^a; Patricia Marino^b; Cristina Zunino^b; Germán Escobar^b; María Victoria Defain Tesoriero^a
^aINTI-Química ; ^bINTI-Textiles

RESUMEN

En el presente trabajo, se estudiaron dos técnicas de microencapsulación de aceites esenciales: 1) coacervación compleja y 2) microencapsulación en levaduras, con el fin de obtener textiles funcionales con aroma. Se estudió la performance de las microcápsulas obtenidas por ambas técnicas mediante dos métodos: impregnación y recubrimiento. Se evaluó la aplicación de un acabado aromático en tejidos de algodón y la solidez a los lavados domésticos

En el primer caso, se consiguieron microcápsulas que, aplicadas en textiles tanto por impregnación como por recubrimiento, aumentaron la durabilidad de los aromas en los mismos y resistieron el lavado doméstico.

En el segundo caso, las microcápsulas aplicadas por impregnación mostraron una baja intensidad del aroma del aceite esencial. Debido a que éstas pueden observarse en el textil luego de los lavados, se debe optimizar el proceso de microencapsulación para lograr un mayor porcentaje de aceite encapsulado.

La liberación de las fragancias contenidas en las microcápsulas fue evaluada mediante el uso de una nariz electrónica.

1. INTRODUCCIÓN

Las fibras funcionales son fibras textiles modificadas por la presencia de una sustancia o producto químico, que frente a un estímulo genera un efecto determinado o cumple una función específica. En los últimos años, han sido desarrolladas para satisfacer las necesidades de confort y seguridad de los usuarios. Las aplicaciones más promisorias incluyen repelentes de insectos, tinturas, vitaminas, antimicrobianos, materiales de cambio de fase, y sustancias para producir características sensoriales agradables al consumidor. Así, debido

a la necesidad de que el efecto deseado persista en el tiempo, se introdujeron los productos microencapsulados para aplicación textil ⁽¹⁾.

La microencapsulación podría definirse como el proceso de recubrimiento de una dada sustancia en forma de partícula sólida o glóbulos líquidos (gotas), con materiales de distinta naturaleza, para dar lugar a partículas de tamaño micrométrico. El producto obtenido se denomina “micropartículas”, “microesferas” o “microcápsulas”, según la estructura de las partículas obtenidas ⁽²⁾. La microencapsulación de sustancias es una técnica que ha sido utilizada en la producción de papel carbónico, adhesivos, cosméticos, insecticidas, etc. especialmente para aumentar la estabilidad de materiales susceptibles como los aceites esenciales ⁽¹⁾. Entre otros fines se emplea para proteger agentes funcionales de factores como la humedad, la luz y/o el oxígeno.

El acabado funcional con la tecnología de la microencapsulación fue logrado mediante la fijación de diferentes cápsulas funcionales en textiles. Las microcápsulas pueden contener diferentes sustancias o productos químicos, incluyendo colorantes, enzimas, suavizantes, fragancias, aceites esenciales, retardantes de llama, repelentes de insectos, agentes antimicrobianos y desodorantes. Si un tejido es acabado con agentes funcionales microencapsulados, se podrá esperar una mayor durabilidad de la funcionalidad del mismo. Tradicionalmente la fijación se lleva a cabo aplicando un ligante con las microcápsulas en el tejido pasando por un curado térmico. Durante el proceso el tejido será expuesto a altas temperaturas (130 – 170°C) por un determinado período de tiempo (1-10 min.), en donde los componentes del ligante reticulan formando una red polimérica que recubre las microcápsulas. Aunque este proceso puede ser eficiente para fijar las microcápsulas, las condiciones podrían causar la volatilización del componente encapsulado o el hinchamiento del polímero, ocasionando la ruptura y/o liberación del contenido de las microcápsulas ⁽³⁾.

El objetivo de este trabajo, fue estudiar dos técnicas de microencapsulación de aceites esenciales: 1) coacervación compleja y 2) microencapsulación en levaduras, con el fin de aumentar la durabilidad de los aromas en los textiles. En el primer caso se estudió la relación aceite / polímero y se optimizaron las condiciones de endurecimiento de las microcápsulas. En el segundo caso se

evaluó la influencia de la inactivación de las levaduras previa a la encapsulación, la relación aceite / levadura y la temperatura y tiempo de incubación en la incorporación del aceite esencial.

Por último, se estudió la performance de las microcápsulas obtenidas por ambas técnicas mediante dos métodos: impregnación y recubrimiento. Se evaluó la aplicación de un acabado aromático en tejidos de algodón y la solidez a los lavados domésticos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1 Microencapsulación por Coacervación Compleja

Se utilizó gelatina grado alimenticio tipo A 200 AH 40 y goma arábica como materiales de pared, y glutaraldehído al 25% como agente reticulante. Se utilizaron dos esencias naturales, aceite esencial de limón y aceite esencial de menta. Los reactivos utilizados en estos ensayos fueron de grado analítico.

2.1.2 Microencapsulación con Levaduras

Se utilizó levadura prensada comercial y levadura en polvo comercial como material de pared. Se encapsularon aceite esencial de limón y aceite esencial de menta. Los reactivos utilizados en estos ensayos fueron de grado analítico.

2.1.3 Aplicación de las microcápsulas sobre el textil

Para la aplicación en textiles fueron empleados tejidos planos de algodón 100% blanqueado, pigmentos, ligantes, espesantes y otros productos auxiliares.

2.2 Preparación de Microcápsulas

2.2.1 Microencapsulación por coacervación compleja

La microencapsulación de aceite esencial por coacervación compleja se realizó según la metodología descrita ^{(5) (6) (7) (8) (9) (10)} modificada. (Fig. 1)

2.2.2 Microencapsulación con levaduras

La microencapsulación de aceite esencial utilizando levaduras se realizó según la metodología descrita ⁽¹¹⁾ ⁽¹²⁾ modificada. (Fig. 2)

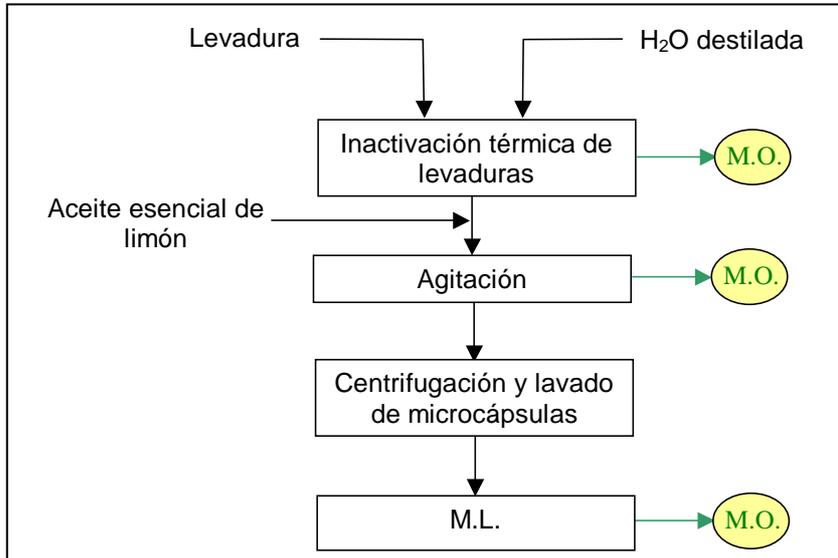


Fig. 2: Diagrama de Preparación de Microcápsulas con Levaduras

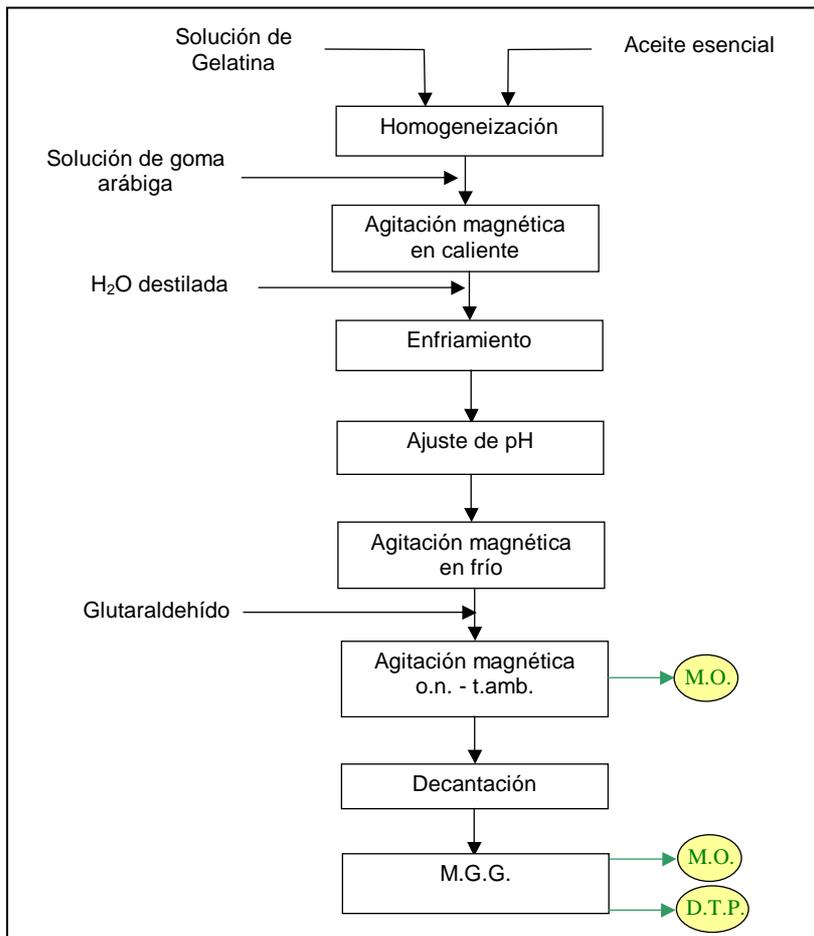


Fig. 1: Diagrama de Preparación de Microcápsulas por Coacervación Compleja

Abreviaturas:

M.G.G.: Microcápsulas de gelatina / goma arábica obtenidas por coacervación compleja.

M.O.: Microscopia óptica

D.T.P.: Distribución de tamaño de partículas.

o.n.: over night

2.3 Caracterización de las microcápsulas

2.3.1 Tamaño, morfología y estabilidad física

El tamaño y la morfología de las microcápsulas en suspensión, así como la estabilidad física de la suspensión en el tiempo, evaluada por la formación de aglomerados, fueron determinados por microscopía óptica (M.O.).

2.3.2 Distribución del tamaño de partícula

Se determinó el diámetro medio y la distribución del tamaño de partícula de las microcápsulas de gelatina - goma arábica (M.G.G.) utilizando un equipo de difracción láser (Mastersizer S-Malvern)

2.3.3 Porcentaje de encapsulación de aceite en levaduras

Para determinar el porcentaje de encapsulación en las microcápsulas de levaduras (M.L.) se pesaron aproximadamente 0,4 g de M.L. en suspensión y se agregaron 4 ml de etanol 96% y 1 ml de agua destilada. Se agitó la suspensión en un vórtex durante un minuto y se filtró con un filtro de 0.45 µm. Luego, se cuantificó el aceite esencial en los extractos obtenidos por medio de Cromatografía Gaseosa (C.G.) utilizando un equipo asociado a un detector FID. Para calcular el porcentaje de sólidos de las suspensiones de M.L. se determinó el contenido de agua por el método de Dean Stark.

2.4 Aplicación de las microcápsulas sobre el textil

Se impregnaron tejidos planos de algodón con las suspensiones de M.G.G. y de M.L. con y sin el agregado de diferentes productos auxiliares para la fijación de las microcápsulas en el textil. La impregnación se realizó en INTI-TEXTILES utilizando un foulard a escala laboratorio.

El recubrimiento de los tejidos se realizó en el laboratorio de BASF-Textiles, utilizando una mesa automática de estampación y aplicando una pasta que contiene la suspensión de M.G.G., ligantes, espesantes y pigmentos.

En ambos métodos de aplicación el secado se realizó en rama a escala laboratorio y se optimizó el tiempo y la temperatura del mismo.

2.5 Lavados

Los tejidos con microcápsulas aplicadas fueron lavados en equipo normalizado para el ensayo de solidez al lavado, volumen de baño: 150 mililitros; tiempo: 35 minutos; temperatura: 40°C; detergente E.C.E. sin fosfatos: 4 g/l. Las muestras se enjuagaron con abundante agua y se dejaron secar al aire.

2.6 Evaluación de la aplicación textil y de la solidez al lavado

2.6.1 Evaluación sensorial

Se evaluó la permanencia del aroma en el textil luego de la aplicación y de los lavados, mediante el frote. Se designó con (+) o (-) la presencia o ausencia del aroma, respectivamente. Se evaluó también su aspecto.

2.6.2 Monitoreo de la liberación de aromas mediante el uso de la nariz electrónica.

Para comparar la liberación de fragancias de las distintas muestras se utilizó la metodología de Nariz Electrónica ADQnose, empleando un dispositivo desarrollado en el grupo del *Dr. Martín Negri en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.*



Las muestras se colocan en el interior de una cámara de compartimiento estanco y sus vapores son detectados mediante un conjunto (array) de 12 sensores de gases con diferentes selectividades frente a los vapores de las muestras.

El conjunto dado por las señales de los sensores constituyen un patrón o huella digital de la muestra analizada, que para un tiempo determinado (600 seg) se representan las señales de los sensores en forma de gráfico de radar. Cada vértice del gráfico representa la señal de un sensor, con previa substracción de una línea de base. El tiempo total de medición fue de 10 minutos para cada muestra. ^(13 y 14)

Para discriminar entre diferentes patrones, y por lo tanto, para comparar los “olores” de las diferentes muestras, se realizó un análisis multivariado, en este caso Análisis de Componentes Principales.

2.6.3 Evaluación microscópica

Para verificar la existencia de microcápsulas sobre el tejido se empleó la microscopia electrónica de barrido (M.E.B) y la microscopia electrónica de barrido ambiental (M.E.B.A.). Para ser examinados en el M.E.B. los tejidos fueron recubiertos con una delgada capa de oro con una Metalizadora Edwards por electrodeposición asistida por plasma. Para identificar las microcápsulas sobre el tejido se empleó una Sonda EDAX para microanálisis de materiales por rayos X energía dispersiva. Se observó además el tamaño y la morfología de las microcápsulas aplicadas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Microencapsulación por Coacervación Compleja

3.1.1 Tamaño y morfología de las M.G.G.

Se evaluó la influencia de la relación en peso aceite/polímero (A/P) y de la relación en peso glutaraldehído/polímero (G/P) en el tamaño de las M.G.G. (Tabla 1). Tanto con aceite esencial de limón como con aceite esencial de menta se observó que a menor relación A/P, mayor fue el tamaño de las M.G.G. La variación en la relación G/P no influyó cuando la relación A/P fue 5:1, pero en el caso de relación A/P 1,7:1 se observó un aumento del tamaño de las M.G.G. a mayor relación G/P.

Por otro lado, evaluando los perfiles de distribución de tamaño (Fig. 3), se observa que a medida que aumenta la relación G/P en las M.G.G. con relación A/P 1,7:1, aumenta tanto el tamaño medio de las mismas como su dispersión.

La morfología de las M.G.G. varía con la relación A/P. En las microfotografías (Fig. 4) se muestran microcápsulas con relación A/P 5:1 que poseen forma de mora (Fig. 4a y 4b) mientras que las microcápsulas con relación A/P 1,7:1 son

	Relación aceite/polímero (p/p)	Relación glutaraldehído/polímero (p/p)	Tamaño de microcápsulas (M.O.)	Tamaño medio de las microcápsulas (D.T.P.)
A	1,7 : 1	0,052 : 1	20-250 μ	39,56
B	1,7 : 1	0,104 : 1	10-250 μ	68,43
C	1,7 : 1	0,156 : 1	10-600 μ	120,15
D	5 : 1	0,026 : 1	10-30 μ	N.R.
E	5 : 1	0,052 : 1	10-50 μ	29,16
F	5 : 1	0,104 : 1	20-60 μ	28,4 _g

Tabla 1: Influencia de la relación aceite/polímero y de la relación glutaraldehído/polímero en el tamaño de las microcápsulas con aceite esencial de limón encapsulado.

fusiformes (Fig. 4c y 4d),

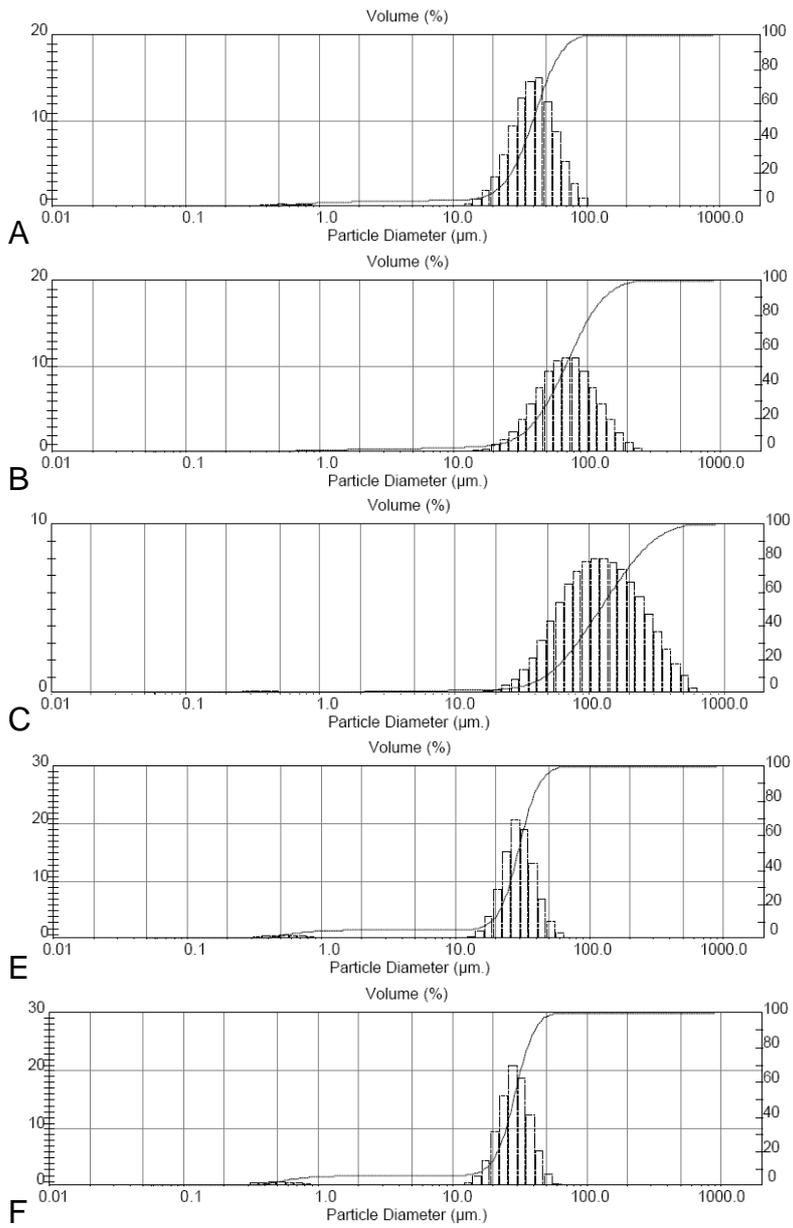


Fig. 3: Perfiles de distribución de tamaño de partícula de microcápsulas de gelatina - goma arábica correspondientes a la tabla 1.

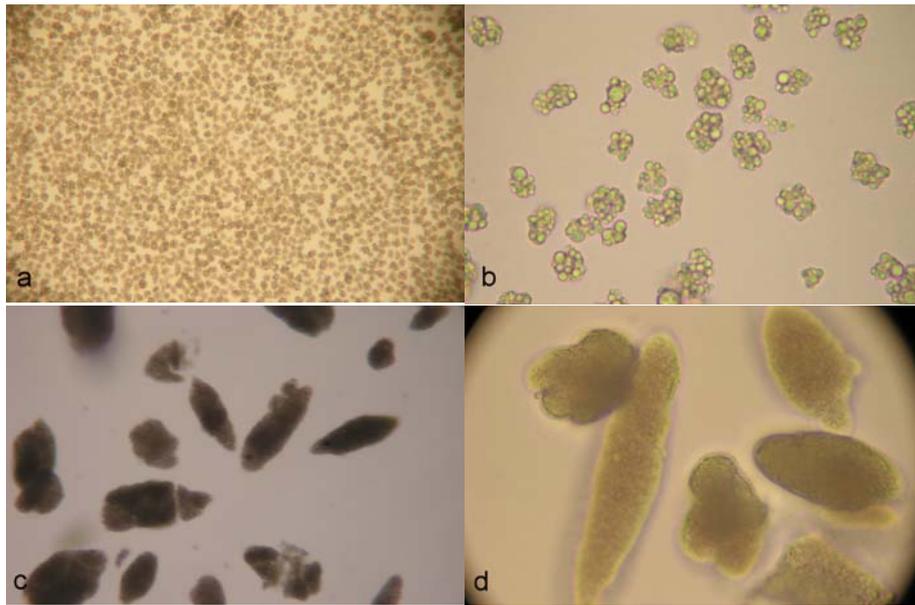


Fig. 4: Microfotografías M.O. de microcápsulas de gelatina - goma arábica con aceite esencial de limón encapsulado. a) Relación aceite/polímero 5:1 (100x). b) Relación aceite/polímero 5:1 (400x). c) Relación aceite/polímero 1,7:1 (100x). d) Relación aceite/polímero 1,7:1 (400x).

3.1.2 Estabilidad física de las M.G.G. en suspensión

La estabilidad física fue evaluada en el tiempo por la formación de aglomerados observados por M.O. Se evaluó la influencia del pH del medio, llevando a cabo el endurecimiento de las microcápsulas con un agente reticulante a pH ácido (4-5), pH levemente alcalino (8-9) y pH alcalino (10). Con la utilización de glutaraldehído como agente reticulante a pH ácido, se observaron aglomeraciones a las 48hs de preparada la suspensión (Fig. 5). Cuando el agregado del mismo se realizó a pH 10, aumentó la viscosidad de la suspensión hasta la gelificación. Se observó que las muestras con mayor estabilidad física fueron aquellas endurecidas a pH levemente alcalino (Fig. 4a y 4b)

El uso de formaldehído como agente reticulante ha sido también evaluado a pH levemente alcalino, no observándose aglomeraciones.

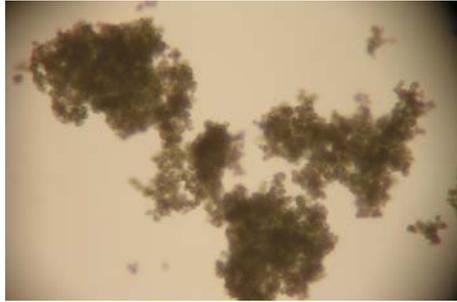


Fig. 5: Microfotografía M.O. de microcápsulas de gelatina - goma arábica con aceite de limón encapsulado endurecidas con glutaraldehído a pH ácido. (100x)

3.2 Microencapsulación con levaduras

3.2.1 Tamaño de las M.L. y estabilidad física en suspensión

Las M.L. fueron observadas por M.O. para evaluar su tamaño y su estabilidad física en suspensión. El tamaño de las mismas, estimado por M.O., varía entre 4 y 7 μ . Las suspensiones de M.L. se mantuvieron físicamente estables en el tiempo, sin formación de aglomerados (Fig. 6).

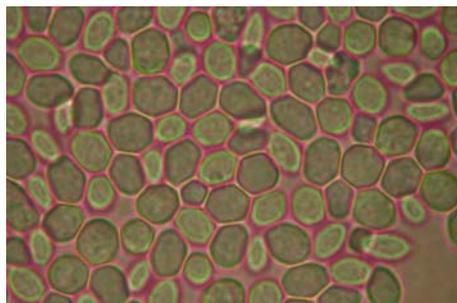


Fig. 6: Microfotografía M.O. de microcápsulas de levaduras con aceite esencial de limón encapsulado. (1000x)

3.2.2 Porcentaje de encapsulación

Los porcentajes de encapsulación de las M.L. obtenidos se encontraron entre el 21 y el 27%, siendo éstos menores a los reportados ⁽¹²⁾. Al variar la relación aceite/levadura (4,4:1; 1,3:1; 1:1; 1:1,25 y 1:1,5), y la temperatura y el tiempo de incubación no se observaron diferencias significativas en los porcentajes de encapsulación. Tampoco influyó la inactivación térmica de las levaduras (90°C durante 3 horas).

3-3 Aplicación de las microcápsulas sobre el textil

3.3.1 M.G.G. aplicadas por Impregnación

3.1.1.1 Aplicación

Se aplicaron las distintas M.G.G. por impregnación sobre tejidos planos de algodón.

En todos los tejidos, luego de ser impregnados, pudo sentirse el olor característico del aceite esencial encapsulado (limón y menta). Al frotar la tela, la intensidad del aroma resultó mayor en todos los casos. Cuando la aplicación se realizó sólo con la suspensión de microcápsulas, tanto en los tejidos con M.G.G. con relación A/P 5:1 como en los tejidos con M.G.G. con relación A/P 1,7:1 pudo sentirse el aroma, siendo éste levemente más intenso en los tejidos con MGG con relación A/P 1,7:1. Sin embargo, la aplicación con estas últimas fue menos homogénea que con las M.G.G. con relación A/P 5:1, observándose manchas en los textiles aplicados. Al impregnar por segunda vez el tejido con la suspensión correspondiente se lograron aplicaciones de mayor homogeneidad.

Por otro lado, se evaluó el uso de ligantes para la aplicación. La intensidad del aroma en los tejidos aplicados con M.G.G de ambas relaciones A/P y con ligante fue menor que en los aplicados sin ligante. En el caso de las M.G.G. con relación A/P 5:1 el aroma fue casi imperceptible.

Para evaluar la influencia del tipo y concentración del aldehído y del pH del medio, se aplicaron M.G.G. endurecidas con glutaraldehído en diferentes cantidades, a pH ácido y a pH levemente alcalino y M.G.G. endurecidas con formaldehído a pH levemente alcalino. La aplicación con M.G.G. endurecidas con glutaraldehído a pH ácido fue dificultosa por la formación de grumos sobre el foulard y el textil, provocando manchas sobre este último. Las aplicaciones con M.G.G. a pH levemente alcalino no presentaron mayores dificultades, aunque se observó que a relaciones G/P mayores a 0,2:1 el olor del reticulante interfería en el aroma del aceite esencial.

Los textiles acabados con M.G.G. fueron observados por M.E.B. y por M.E.B.A. En los únicos casos donde las M.G.G. se encontraron en las fibras fueron aquellos tejidos con aplicación de M.G.G. endurecidas a pH levemente alcalino con relación G/P mayor a 0.052:1 y sin el agregado de ligantes (Fig. 7).

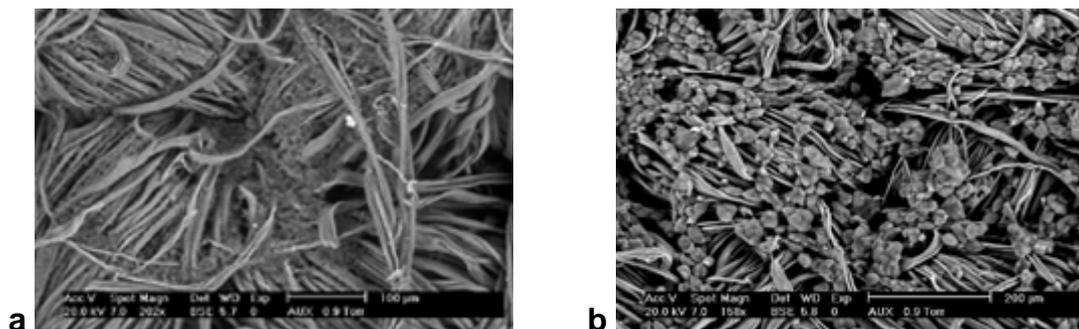


Fig. 7: Microfotografías M.E.B.A. de tejidos impregnados con microcápsulas de gelatina - goma arábica con aceite esencial de limón encapsulado endurecidas a pH levemente alcalino con relación glutaraldehído/polímero 0.052:1. a) Relación aceite/polímero 5:1 (200x). b) Relación aceite/polímero 1,7:1 (160x)

3.1.1.2 Lavados

Para evaluar la solidez al lavado, los tejidos aplicados con M.G.G. fueron lavados una vez. Los tejidos impregnados en los cuales por M.E.B. se observó la presencia de M.G.G. mantuvieron aún su aroma luego del lavado, aunque en menor intensidad que los mismos tejidos sin lavar. Los tejidos impregnados con M.G.G. endurecidas con formaldehído o con glutaraldehído con relación G/P menor a 0.052:1 perdieron su aroma luego del lavado.

Se evaluó el uso de ligantes y de productos auxiliares como isocianato y melamina - formaldehído para aumentar la solidez al lavado de las microcápsulas. Ésta última no pudo mejorarse en ningún caso con el uso de los productos antes mencionados. Como ejemplo de la influencia de los mismos en la permanencia del aroma se detallan en la tabla 2 diferentes aplicaciones con M.G.G.(A). Se observa que con el uso de ligante, el tejido pierde su aroma luego del lavado. Con el uso de isocianato y melamina – formaldehído no se observaron diferencias en la intensidad del aroma con respecto a los tejidos impregnados sólo con la suspensión de M.G.G.(A)

Formulación	Temperatura y tiempo de secado	Permanencia del aroma luego del lavado
M.G.G. (A)	100° C - 3'	++
M.G.G. (A) + isocianato	100° C - 3'	++
M.G.G. (A) + melamina - formaldehído	100° C - 3'	++
M.G.G. (A) + ligantes	100° C - 3' + 130° C - 35"	-
M.G.G. (A) + ligantes + isocianato	100° C - 3' + 130° C - 35"	-
M.G.G. (A) + ligantes + melamina - formaldehído	100° C - 3' + 130° C - 35"	-

Tabla 2: Ejemplos de aplicación con microcápsulas de gelatina - goma arábica con relación aceite/polímero 1,7:1, con aceite de limón encapsulado, endurecidas a pH levemente alcalino con relación glutaraldehído/polímero 0.052:1

Las microfotografías M.E.B. (Fig 8) muestran la presencia de las microcápsulas antes y después del lavado en los tejidos impregnados con M.G.G.(B) (Fig.8a y 8b) y M.G.G.(F) (Fig. 8c y 8d), sin el agregado de ligantes.

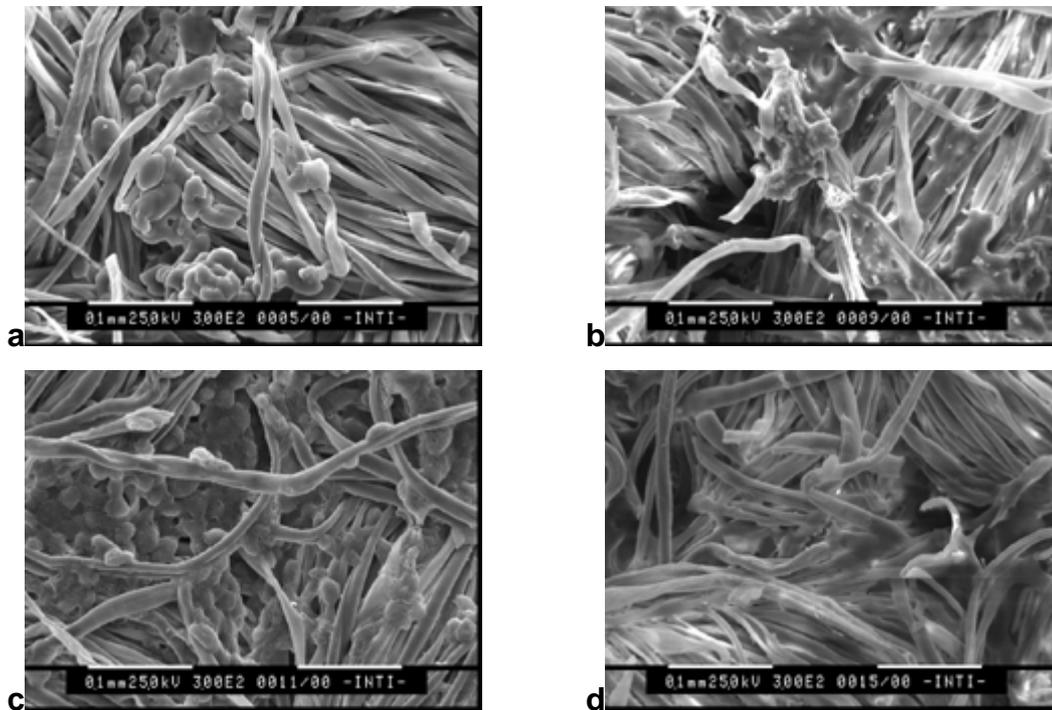


Fig. 8: Microfotografías M.E.B. de tejidos impregnados con microcápsulas de gelatina - goma arábica con aceite esencial de limón encapsulado endurecidas a pH levemente alcalino con relación glutaraldehído/polímero 0.104:1. a) Relación aceite/polímero 1,7:1 tejido sin lavar (300x). b) Relación aceite/polímero 1,7:1 tejido lavado (300x). c) Relación aceite/polímero 5:1 tejido sin lavar (300x) d) Relación aceite/polímero 5:1 tejido lavado (300x)

Al observar por M.E.B los tejidos lavados se registró la presencia de los silicatos del detergente en las fibras. Éstos poseen una morfología y tamaño similar a las M.G.G. con relación A/P 5:1. (Fig. 9) Para poder diferenciarlos se utilizó una sonda EDAX. (Fig. 10)

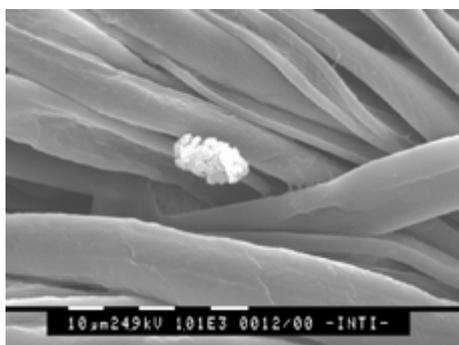


Fig. 9: Microfotografía M.E.B. de un tejido lavado, impregnado con microcápsulas de gelatina - goma arábica con relación aceite/polímero 5:1, con aceite esencial de limón encapsulado, endurecidas a pH levemente alcalino con relación glutaraldehído/polímero 0.104:1(1000x). Se muestra una partícula de silicato.

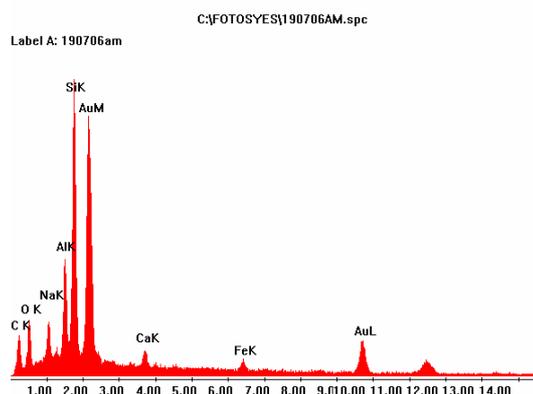


Fig. 10: Sonda EDAX correspondiente a la partícula de la Fig. 9

3.3.2 M.L. aplicadas por Impregnación

3.1.2.1 Aplicación

Para impregnar los tejidos con M.L, se prepararon formulaciones con las distintas suspensiones de M.L. y ligantes acrílicos en diferentes proporciones. En todos los casos, sólo al frotar se sintió el aroma característico del aceite, registrándose además una interferencia del olor de las levaduras. Cuando las M.L. fueron de aceite esencial de limón, este aroma fue casi imperceptible. En la microfotografía por M.E.B. (Fig. 11) se observan las M.L. entre y sobre las fibras de algodón.

3.1.2.2 Lavados

Para evaluar la solidez al lavado los tejidos aplicados con ML fueron lavados una vez. Todos los textiles perdieron su aroma. Sin embargo, las microfotografías por M.E.B. de estos tejidos lavados muestran que las M.L. permanecen sobre las fibras (Fig. 12).

La baja intensidad del aroma en los tejidos aplicados con M.L. y su pérdida luego del lavado podría deberse al bajo porcentaje de encapsulación obtenido y/o a la elevada permeabilidad de la pared de las M.L.



Fig. 11: Microfotografía M.E.B. de un tejido impregnado con microcápsulas de levadura con aceite esencial de limón encapsulado. (500x)



Fig. 12: Microfotografía M.E.B. de un tejido lavado, impregnado con microcápsulas de levadura con aceite esencial de limón encapsulado (500x)

3.3.3 M.G.G. aplicadas por Recubrimiento

3.1.3.1 Aplicación

Las M.G.G. fueron aplicadas por recubrimiento con el fin de estudiar la eficiencia de su fijación al textil. Se seleccionaron para la aplicación las M.G.G. que figuran en la tabla 1. Todos los tejidos tenían el aroma al aceite esencial encapsulado el cual se intensificaba luego del frote.

La aplicación con M.G.G. con relación A/P 1,7:1 y relación G/P mayor a 0,1:1 no fue homogénea, dejando manchas en los tejidos.

3.1.3.2 Lavados

Luego del lavado, los tejidos con M.G.G. con relación A/P 5:1 perdieron su aroma. Las M.G.G.(A) (Tabla 1) tampoco resistieron el lavado doméstico ⁽⁴⁾. En cambio en los tejidos con M.G.G.(B) y M.G.G.(C) el aroma persistió luego del lavado.

Las microfotografías M.E.B. muestran la existencia de M.G.G.(C) antes del lavado(Fig. 13a). Luego del lavado, sólo pudieron observarse silicatos sobre las fibras (Fig. 13b)

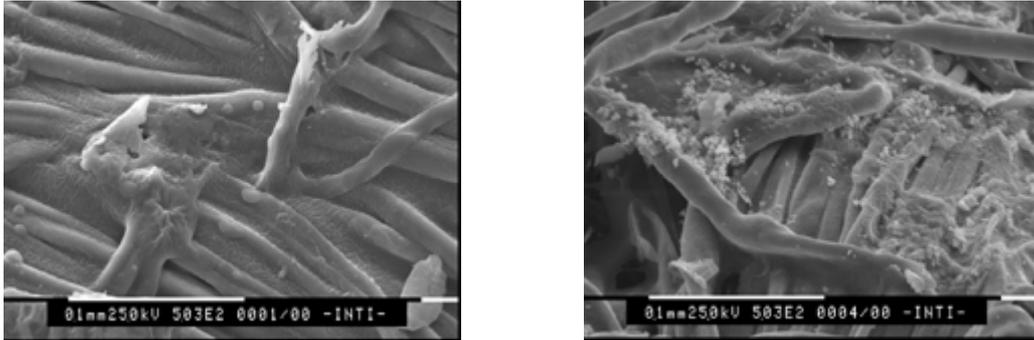


Fig. 13: Microfotografías M.E.B. de tejidos recubiertos con microcápsulas de gelatina - goma arábica con relación aceite/polímero 1,7:1, con aceite esencial de limón encapsulado endurecidas a pH levemente alcalino y relación glutaraldehído/polímero 0.156:1 a) Tejido sin lavar (500x). b) Tejido lavado (500x)

3.4 Evaluación con Nariz Electrónica.

La evaluación se realizó sobre la muestra obtenida bajo las condiciones B de la tabla 1, con aceite esencial de limón y con aceite esencial de menta. Se analizó en forma comparativa:

La muestra original y después de frotada (fig. 14a y 14b).

La muestra original después de un lavado y secado y frotada (fig. 15a).

La muestra original después de dos lavados y secados sucesivos y frotada (fig, 15b).

Los lavados de las probetas se efectuaron según ítem 2.5

Para realizar el ensayo de frote, en condiciones reproducibles se usó el equipo de solidez al frote (Crockmeter). Número de frote: 1 (ida y vuelta)

Aceite esencial de limón

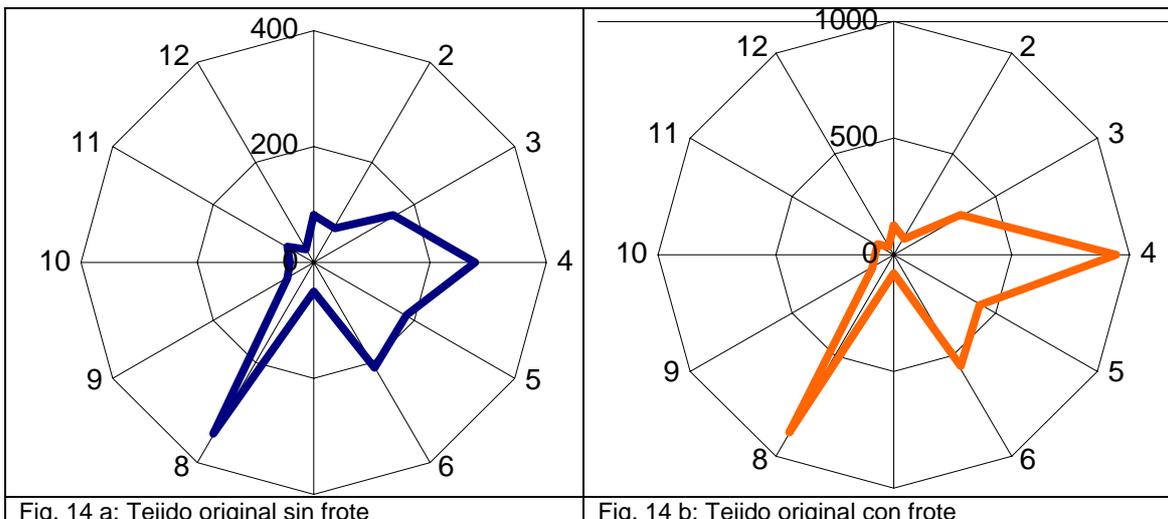
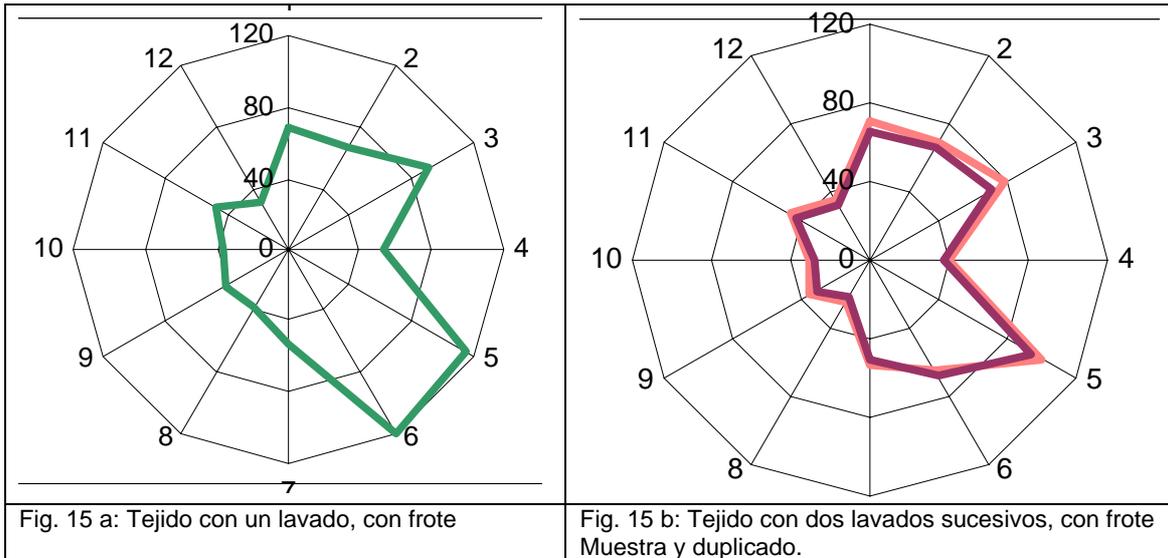


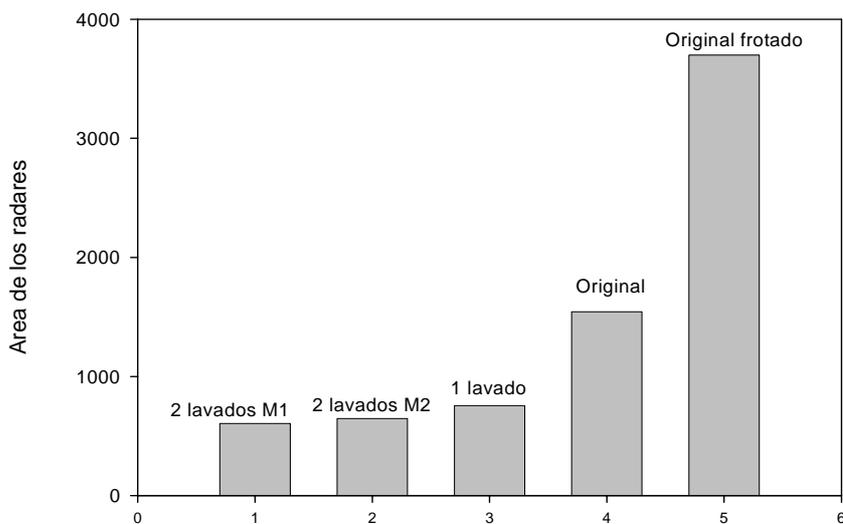
Fig. 14 a: Tejido original sin frote

Fig. 14 b: Tejido original con frote



El patrón de olor entre la muestra original y la muestra frotada es similar, pero la intensidad del olor aumenta a más del doble en el segundo caso, (fig. 14a y 14b, las escalas de los gráficos radar es 400 y 1000 respectivamente).

El lavado de las muestras modifica sensiblemente el patrón del aroma de las muestras originales, como puede apreciarse en las fig. 15a y 15b. Además hay una ligera disminución en la intensidad del olor después del segundo lavado. Adicionalmente se observa diferencias de patrón entre el primer y el segundo lavado. En el gráfico radar de la fig. 15b se observa que la medición del duplicado dio un resultado muy reproducible



Aceite esencial de menta

Se obtuvieron resultados análogos a los comentados para el aceite esencial de limón en cuanto a comportamiento en la liberación del aroma después del frote y los lavados.

4. CONCLUSIONES

En base al estudio realizado se puede concluir que:

Las microcápsulas de gelatina/ goma arábica (M.G.G.) aplicadas en textiles tanto por impregnación como por recubrimiento aumentan la durabilidad de los aromas en los mismos.

Las M.G.G. con mayor relación A/P (5:1) presentan más homogeneidad en suspensión aunque menor intensidad de aroma.

En las aplicaciones por impregnación el uso de productos auxiliares afecta negativamente la performance de las M.G.G.

Las M.G.G. con menor relación A/P (1.7:1) muestran una mayor intensidad del aroma en la aplicación por recubrimiento con productos auxiliares.

El proceso de microencapsulación por coacervación, requiere un estricto control de todas las variables para obtener reproducibilidad en las características del producto final.

La nariz electrónica provee un método objetivo adecuado para el monitoreo de la liberación de aroma de las microcápsulas, tanto por su sensibilidad como por la reproducibilidad de los resultados

Las M.G.G. no tienen la solidez a los lavados esperada lo que quedó demostrado en el estudio con microscopio electrónico y confirmado por el estudio efectuado con la nariz electrónica.

Los tejidos impregnados con M.L. muestran una baja intensidad del aroma del aceite esencial, percibiéndose además una interferencia del olor de las levaduras, probablemente debido al bajo porcentaje de encapsulación obtenido y/o a la elevada permeabilidad de la pared de las microcápsulas

Como objetivo a futuro se plantea:

Continuar los estudios para optimizar la aplicación de las microcápsulas al tejido para mejorar el comportamiento a los lavados y secados sucesivos.

Ampliar la evaluación con nariz electrónica a las diferentes relaciones aceite/polímero y relación glutaraldehído/polímero.

Optimizar el proceso de microencapsulación en el caso de las levaduras para lograr un mayor porcentaje de aceite encapsulado, ya que las M.L. aplicadas pueden observarse en el textil luego de los lavados.

Cabe destacar la importancia de continuar los estudios con estos tipos de microcápsulas por el bajo impacto ambiental que producen dada sus propiedades biodegradables y baja toxicidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Emilse Demczuk y Alberto Caldora por sus valiosas sugerencias para optimizar los métodos de aplicación, a Leandro Rojas y Luciano Dutrey de INTI-Mecánica por las observaciones de las muestras por M.E.B., y a la empresa Fornasari por proveer gentilmente el aceite esencial de limón para la realización de los ensayos.

REFERENCIAS

- (1) Hong K., Park S., Melamine resine microcapsules containing fragrant oil:synthesis and characterization. *Mat. Chem. Phys.*(1999) 58:128-131
- (2) García Encina, G.; Seijo, B.; Vila-Jato, J.L., Torres, D.. *Microcápsulas en Tecnología Farmacéutica. Industria Farmacéutica.*(1994) 33-42.
- (3) Li S., Boyter H., Qian L., *Uv curing for encapsulated aroma finish on cotton. JOTI* (2005) 96 No.6: 407-411
- (4) *Solidez al lavado doméstico y comercial, norma IRAM-AAQCT B 13550:1994 ISO 105-C06:* (1994).
- (5) *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. 5.ed.rev. Weinhein. DE. VCH Verlagsgesellschaft* (1985-1996) A16:575-588
- (6) Kirk R.E., Othmer D.F., *Encyclopedia of chemical technology. 3.ed., New York, US, Wiley.* (1984) 15:470-493
- (7) Gutcho M.H., *Microcapsules and other capsules, Noyes Data Corp., Park Ridge, New Jersey,* (1979) 3-23.
- (8) Gutcho M.H., *Microcapsules and Microencapsulation Techniques, Noyes Data Corp., Park Ridge, New Jersey,* (1976) 3-65.
- (9) G. Enriquez de Grassi, C. Cristallini. *Microencapsulación. SAFYBI* (1980) 20 :1482-1489
- (10) G. Enriquez de Grassi, C. Cristallini. *Microencapsulación.II Parte. SAFYBI* (1981) 21:1587-1590
- (11) Bishop J.R., Nelson G., Lamb, J., *Microencapsulation in yeast cells. J. Microencapsulation,* (1998) 15(6):761-773.
- (12) Pannell, Nahida A., *Encapsulation of material in microbial cells. US Patent* 5.288.632. (1994)
- (13) <http://www.nariceselectronicas.com.ar>
- (14) <http://www.qi.fcen/grupos/lams>