

MEMORIA FINAL¹

Compromisos y Resultados

Proyectos de Innovación y Mejora Docente 2022/2023

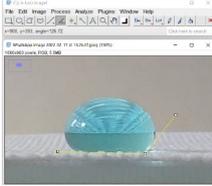
Identificación del proyecto	
Código	02200229460
Título	Síntesis de un producto en base alcohólica de un aminoalquil alcoxisilano que genera un tratamiento hidrofóbico e hidro-repelente en las superficies tratadas
Responsable	Almoraima Gil Montero

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	Síntesis de un producto en base alcohólica de un aminoalquil alcoxisilano que genera un tratamiento hidrofóbico e hidro-repelente en las superficies tratadas.																									
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<p>Protocolo de síntesis:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer un volumen suficiente de 2-pentanol comprobando previamente el volumen necesario para llenar las placas de Petri que vayan a utilizarse para la inmersión de las muestras, de manera que estas queden completamente sumergidas 2. Adicionar en campana extractora de forma secuencial: PTEO; TPD (si la formulación lo quiere); y, por último, el catalizador n-8. 3. Mantener la disolución en agitación magnética durante al menos 10 minutos 4. Disponer la disolución anterior en una placa de Petri y sumergir completamente las muestras textiles durante al menos 5 segundos. Eliminando el exceso con una pistola de aire trabajando a baja presión. 5. Curar los textiles en estufa a 100°C durante 30 minutos, teniendo en cuenta que las muestras han de permanecer suspendidas sin tocarse entre sí y sin tocar las paredes o suelo de la estufa. 																									
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>Cada uno de los alumnos realizó la síntesis de los siguientes productos:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="5">TABLA 1 – SÍNTESIS DE LOS PRODUCTOS</th> </tr> <tr> <th>PRODUCTO</th> <th>IPA (%v/v)</th> <th>PTEO (%v/v)</th> <th>TPD (%v/v)</th> <th>n-8 (%v/v)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E</td> <td>90,6</td> <td>9,0</td> <td>-</td> <td>0,4</td> </tr> <tr> <td>E (N200)</td> <td colspan="4">Fórmula anterior + 1% p/v de NPs N200</td> </tr> <tr> <td>ED 9:1</td> <td>89,6</td> <td>9,0</td> <td>1,0</td> <td>0,4</td> </tr> </tbody> </table>	TABLA 1 – SÍNTESIS DE LOS PRODUCTOS					PRODUCTO	IPA (%v/v)	PTEO (%v/v)	TPD (%v/v)	n-8 (%v/v)	E	90,6	9,0	-	0,4	E (N200)	Fórmula anterior + 1% p/v de NPs N200				ED 9:1	89,6	9,0	1,0	0,4
TABLA 1 – SÍNTESIS DE LOS PRODUCTOS																										
PRODUCTO	IPA (%v/v)	PTEO (%v/v)	TPD (%v/v)	n-8 (%v/v)																						
E	90,6	9,0	-	0,4																						
E (N200)	Fórmula anterior + 1% p/v de NPs N200																									
ED 9:1	89,6	9,0	1,0	0,4																						

¹ Esta memoria no debe superar las 6 páginas.

	ED 3:1	89,6	7,5	2,5	0,4
	ED 1:1	89,6	5,0	5,0	0,4
Objetivo nº 2	Preparación de las muestras textiles como paso previo a la aplicación de los productos				
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	Cortar muestras de poliéster y algodón, de aproximadamente 8 x 8 cm, y lavar con agua en primer lugar y con etanol para finalizar, secando los tejidos por presión entre dos capas de papel filtrante. Mantener la superficie de trabajo lo más limpias posibles a fin de evitar manchas o suciedad que puedan afectar la eficacia del tratamiento. Preparara las muestras pétreas lavándolas y secándolas en la estufa, seleccionar la cara más adecuada para el tratamiento				
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Cada uno de los alumnos preparo el número de muestras necesario para llevar a cabo los ensayos.</i>				
Objetivo nº 3	Aplicación del producto sobre materiales pétreos de interés arquitectónico y/o monumental y materiales textiles				
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	Aplicación del producto mediante brocha o inmersión				
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Se realizó la aplicación de los productos.</i>				
Objetivo nº 4	Verificación de la correcta aplicación y curado del tratamiento				
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	A fin de verificar la correcta aplicación y curado del tratamiento, realizar un ensayo rápido depositando gotas de agua sobre la superficie de los tejidos con ayuda de una pipeta Pasteur, posteriormente, tratar de sumergir en un recipiente con agua una muestra textil; si el tratamiento se ha efectuado de manera adecuada será visible un fenómeno conocido como silver mirror, este se produce cuando una superficie se encuentra en un estado de Cassie-Baxter en condiciones de inmersión bajo agua, quedando aire ocluido en los picos y valles de rugosidad, observándose un brillo característico				
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Los alumnos observaron el comportamiento de las muestras tratadas verificando la existencia de los fenómenos descritos, recogiendo los resultados en una tabla</i>				
	Algodón		Poliéster		
	Hidrofóbico	Espejo de plata	Hidrofóbico	Espejo de plata	
Objetivo nº 5	Medida del grado de hidrofobicidad e hidropelencia de los materiales tratados				
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	hidrofobicidad: medir el ángulo de contacto estático, depositar una gota sobre la superficie y realizar una fotografía, posteriormente, transferir la fotografía al ordenador y utilizando el software Fiji estimar el ángulo de contacto de la gota sobre la superficie. Hidropelencia: (ángulo de contacto dinámico) El objetivo es estimar el ángulo de inclinación de la superficie en el momento en que una gota de agua depositada a una corta distancia se desliza sobre esta. Para ello, se inclina la muestra, depositando gotas de agua hasta el momento en que se observe su deslizamiento, en ese momento,				

	<p>fotografiar y hallar el ángulo de inclinación de la muestra sobre la superficie utilizando el software del ensayo anterior</p>																																																
<p>Actividades realizadas y resultados obtenidos:</p>	<p>Los alumnos realizaron las medidas descritas rellenando una tabla con los resultados obtenidos.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Muestra</th> <th colspan="2">Algodón</th> <th colspan="2">Poliéster</th> </tr> <tr> <th>Ángulo izquierdo</th> <th>Ángulo derecho</th> <th>Ángulo izquierdo</th> <th>Ángulo derecho</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Muestra</th> <th colspan="2">Algodón</th> <th colspan="2">Poliéster</th> </tr> <tr> <th>Ángulo avance</th> <th>Ángulo retroceso</th> <th>Ángulo avance</th> <th>Ángulo retroceso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Histéresis</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	Algodón		Poliéster		Ángulo izquierdo	Ángulo derecho	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho											Promedio					Muestra	Algodón		Poliéster		Ángulo avance	Ángulo retroceso	Ángulo avance	Ángulo retroceso											Histéresis				
Muestra	Algodón		Poliéster																																														
	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho																																													
Promedio																																																	
Muestra	Algodón		Poliéster																																														
	Ángulo avance	Ángulo retroceso	Ángulo avance	Ángulo retroceso																																													
Histéresis																																																	
<p>Objetivo nº 6</p>	<p>manchado y evaluación de la actividad autolimpiante de los productos aplicados, mediante la medida de las coordenadas cromáticas. Comprobación de la oleofilia bajo el agua</p>																																																
<p>Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:</p>	<p>Dada la respuesta hidrofóbica e hidro-repelente de las superficies puede comprobarse su eficacia para evitar el manchado, en este caso, se tratará de manchar la superficie con café, cuyo color se debe a la presencia de melanoidinas, y vino, cuyo color se asocia a la presencia de polifenoles (antocianos y taninos). Uno de base acuosa y otro de base alcohólica, de menor tensión superficial.</p> <p>Se realizarán dos ensayos, prueba de manchado por exposición prolongada y por salpicadura. En el primer caso se depositarán gotas de ambas sustancias durante un tiempo no inferior a un minuto y posteriormente se eliminará el exceso, secándolas y verificando el cambio de color observado. En el segundo, se situará la muestra en un ángulo igual o superior al ángulo de deslizamiento hallado en el ensayo anterior, depositando gotas sobre la superficie y observando su comportamiento. la oleofilia bajo el agua se comprobara depositando gotas de cloroformo coloreado con rodamina B, observando la respuesta de las muestras en el proceso.</p>																																																
<p>Actividades realizadas y resultados obtenidos:</p>	<p>Los alumnos realizaron las pruebas y rellenaron la siguiente tabla</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Agente de manchado</th> <th colspan="2">Algodón</th> <th colspan="2">Poliéster</th> </tr> <tr> <th>Manchado</th> <th>Salpicadura</th> <th>Manchado</th> <th>Salpicadura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Agente de manchado	Algodón		Poliéster		Manchado	Salpicadura	Manchado	Salpicadura																																							
Agente de manchado	Algodón		Poliéster																																														
	Manchado	Salpicadura	Manchado	Salpicadura																																													



2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto

La incorporación de esta nueva practica ha sido beneficiosa para la incorporación a través del trabajo practico de algunos conceptos relacionados con la hidrofobia e hidrofilia en textiles. Estos conceptos forman parte fundamental de los contenidos teóricos de la asignatura.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

Opinión de los alumnos al inicio del proyecto				
Número de alumnos matriculados: 4				
<i>Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
X				
Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto				
<i>Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente</i>				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
X				
<i>Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
				X
En el caso de la participación de un profesor invitado				
<i>La participación del profesor invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				

Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión de los alumnos				
La opinión de los alumnos sobre la practica ha sido totalmente positiva				

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo².

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud
No hubo compromiso porque no se solicitó incentivo económico
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo

² Si en la solicitud no indicó compromiso de difusión de resultados este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación

Anexos:

PRÁCTICA 04

TEXTILES SUPERHIDROFÓBICOS: SÍNTESIS, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN EN TEJIDOS DE ALGODÓN Y POLIÉSTER

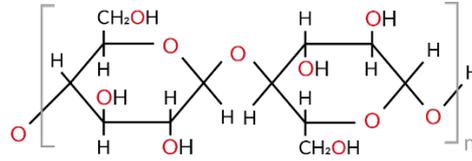
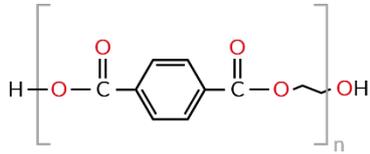
I. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

El objetivo de esta práctica consiste en realizar la síntesis, aplicación y evaluación de un producto en base alcohólica de un aminoalquil alcoxisilano para el tratamiento de textiles de algodón y poliéster. El polímero resultante, fruto de una reacción de polimerización sol-gel, genera un tratamiento hidrofóbico e hidro-repelente en la superficie de los tejidos tratados.

Además, se explorarán los conceptos de los estados de Wenzel y Cassie-Baxter y su repercusión en las propiedades oleofílicas en condiciones de inmersión bajo agua.

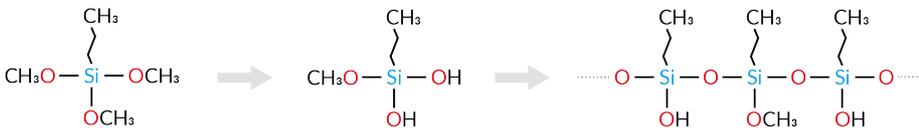
II. FUNDAMENTO TEÓRICO

Tratamientos comunes para la consecución del efecto **hidrofóbico** en materiales textiles consisten en el uso de ceras de parafina, compuestos de piridina, resinas de silicona o fluoroalquilos, siendo estos últimos los más favorables en cuanto a las propiedades hidrofóbicas y oleofóbicas obtenidas, además de poseer una considerable resistencia al lavado y abrasión (Colleoni, Guido, Migani, & Rosace, 2015), sin embargo, dado su potencial efecto perjudicial para la salud humana (P. Wang, Zhang, Li, & Lu, 2021) y el medio ambiente (Podder, Sadmani, Reinhart, Chang, & Goel, 2021) su uso sistemático y extendido a escala industrial es, en general, desaconsejable. El uso de productos basados en **alcoxisilanos**, generalizado para el tratamiento de materiales de construcción, poseen también una importante compatibilidad con materiales textiles, como el poliéster o el algodón, interaccionando el producto con las fibras del tejido mediante fuerzas de interacción principalmente de naturaleza débil, como puentes de hidrógeno, o incluso llegando a copolimerizar en la estructura (Boukhriss et al., 2015).

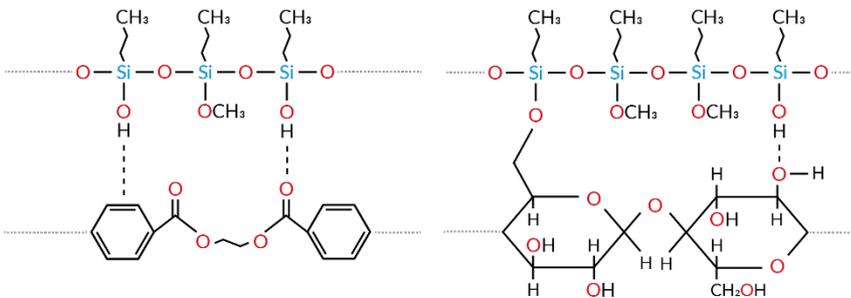


Tejido de poliéster
(tereftalato de polietileno)

Tejido de algodón
(celulosa)



Reacción de polimerización por la vía sol-gel de un alcoxisilano con las etapas de hidrolización y condensación



Posibles interacciones de los tejidos de poliéster y algodón con productos alcoxisilano

Las **propiedades de humectación** de una superficie plana, determinada por el **ángulo de contacto estático** (ACE en lo sucesivo) de una gota de agua sobre su superficie, se define mediante la ecuación de Young (ver Ec. 1), la cual establece la relación de equilibrio de la energía libre en las tres interfases involucradas: sólido, líquido y gas (ver Fig. 1) (Li, Reinhoudt, & Crego-Calama, 2007). Mediante la ecuación de Young se establecen valores límite a fin de clasificar las superficies entre hidrofílicas ($0^\circ < ACE < 90^\circ$) e hidrofóbicas ($ACE > 90^\circ$). El ángulo de contacto

estático se determina típicamente por el método de la gota sésil, depositando gotas de pequeño volumen y analizando el ángulo de contacto sobre la superficie mediante un sistema de captura de imágenes o vídeo.

Ecuación 1
$$\cos\theta_Y = \frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}}$$

Siendo θ_Y el ángulo de contacto estático en una **superficie plana**, γ_{SV} la tensión superficial en la interfase sólido - gas, γ_{SL} la tensión superficial en la interfase sólido - líquido y γ_{LV} la tensión superficial en la interfase líquido - gas.

En la práctica **todas las superficies se caracterizan por presentar cierta rugosidad**, y, generalmente el modelo de Young falla al explicar los ángulo de contacto de superficies en las que se observa elevada hidrofobicidad debido a que no tiene en cuenta el factor rugosidad, es por este motivo por el que se desarrollan dos modelos matemáticos, derivados de la ecuación de Young, para comprender la influencia de esta rugosidad superficial y como ello afecta al ángulo de contacto observado, estos son: el modelo de Wenzel (ver Ec. 2) y el de Cassie-Baxter (ver Ec. 3).

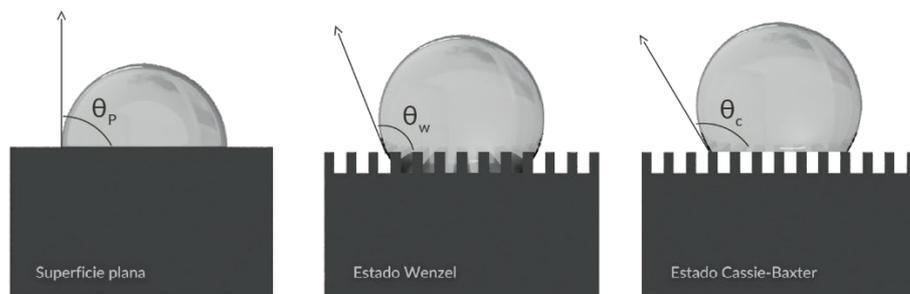


Figura 1. - Representación esquemática de una gota de agua sobre una superficie plana ideal (izquierda) y en los estados de Wenzel (centro) y Cassie-Baxter (derecha).

En el **modelo de Wenzel** una gota de agua depositada sobre la superficie penetra entre los picos y valles de rugosidad del material subyacente, impregnándolo y evitando que el aire pueda quedar ocluido. La ecuación que modeliza este fenómeno está descrita como:

Ecuación 2

$$\cos\theta_w = f \cos\theta_Y = f \left(\frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}} \right)$$

Siendo θ_w el ángulo de contacto aparente en condiciones del estado de Wenzel, f el factor de rugosidad (se trata de la ratio entre la superficie extendida y la superficie proyectada) y θ_Y el ángulo de contacto estático en una **superficie plana** (Li et al., 2007). Este modelo predice que la rugosidad acentúa el carácter hidrofóbico o hidrofílico según las propiedades intrínsecas del material.

En el modelo de Cassie-Baxter la gota solo alcanza a impregnar parcialmente los picos de rugosidad, sin llegar a ocluir los valles de rugosidad de la superficie, quedando aire atrapado en el interior de estos valles, minimizando hasta en un 99% el contacto de la gota con la superficie. La ecuación que modeliza este fenómeno está descrita como:

Ecuación 3

$$\cos\theta_c = f_1 \left(\frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}} + 1 \right) - 1$$

Siendo θ_c el ángulo de contacto aparente en condiciones del estado de Cassie-Baxter y f_1 la fracción del área de contacto ocupada por dos interfases, que ha de ser siempre menor a uno (Cassie & Baxter, 1944). Este modelo explica las propiedades repelentes, ya que en las condiciones que se describen se minimiza el contacto entre el sólido y el líquido, y, por lo tanto, las fuerzas de interacción.

Este ángulo de contacto producido en situaciones del estado de Wenzel o Cassie-Baxter a menudo se denomina aparente, dado que no representa las características intrínsecas del material, que no mostraría un ángulo de contacto tan elevado al considerar la misma superficie eliminando este factor de rugosidad superficial.

Además del ángulo de contacto estático, pueden caracterizarse las propiedades de humectación de una superficie mediante su **ángulo de contacto dinámico** (ACD en lo sucesivo), este mide la repelencia, es decir, la facilidad de un líquido a desplazarse por la superficie. Uno de los métodos por los que puede determinarse consiste en la deposición una gota de agua sobre la superficie del material a analizar, reduciendo y aumentando su volumen a fin de extraer el ángulo de avance y retroceso en diferentes ciclos; de su diferencia resulta la histéresis. Una superficie considerada como superhidrofóbica debe poseer una histéresis inferior a 10°, además de un ACE superior 150°.

III. MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

MATERIALES	REACTIVOS Y EQUIPOS
• Vaso de precipitado 100 mL	• 2-propanol
• Micropipetas (10 mL, 1 mL)	• n-propiltrietoxisilano
• Probeta de 100 mL	• N-[3-(trimetoxisilil)propil]etilendiamina
• Agitador magnético e imanes	• n-octilamina
• Placa Petri	• NPs N200
• Balanza	• Agua desionizada
• Pinzas metálicas	• Etanol de lavado
• Estufa	• Café soluble
• Pinzas	• Vino
• Pipeta Pasteur	• Azul de metileno
• Cámara de fotos (smartphone)	• Rodamina B
• Baño de ultrasonidos	• Cloroformo

IV. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento experimental se tiene que seguir en el orden indicado por cada epígrafe, no se puede cambiar el orden de los ensayos ni hacerlos simultáneamente.

IV.0 PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE POLIÉSTER Y ALGODÓN

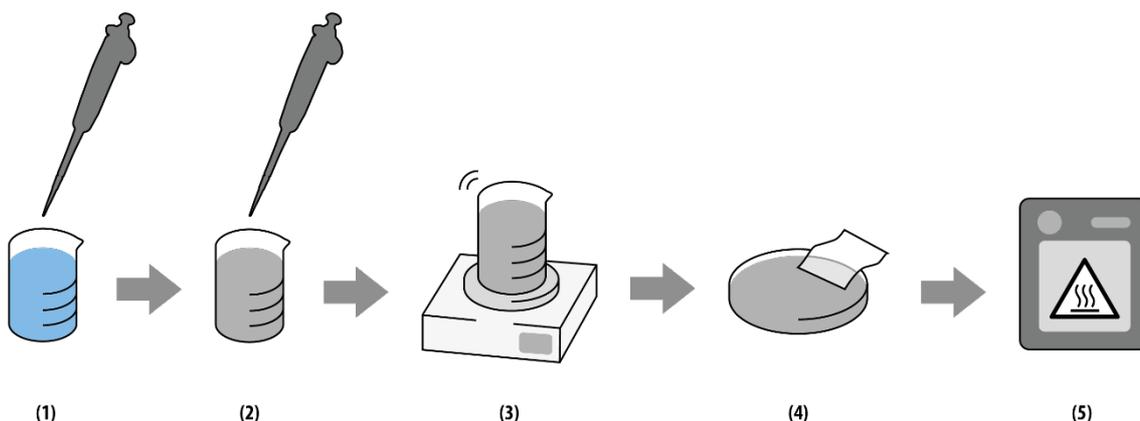
Cortar muestras de **poliéster** y **algodón**, de **aproximadamente 8 x 8 cm**, y lavar con agua en primer lugar y con etanol para finalizar, secando los tejidos por presión entre dos capas de papel filtrante. Mantener la superficie de trabajo lo más limpias posibles a fin de evitar manchas o suciedad que puedan afectar la eficacia del tratamiento.

IV.1 SÍNTESIS

PRODUCTO	IPA (% v/v)	PTEO (% v/v)	TPD (% v/v)	n-8 (% v/v)
E	90,6	9,0	-	0,4
E (N200)	Fórmula anterior + 1% p/v de NPs N200			
ED 9:1	89,6	9,0	1,0	0,4
ED 3:1	89,6	7,5	2,5	0,4
ED 1:1	89,6	5,0	5,0	0,4

Reactivos:

- 2-propanol (IPA, 99,7%, PanReac AppliChem)
- n-propiltrietoxisilano (PTEO, 95%, Fluorochem)
- N-[3-(trimetoxisilil)propil]etilendiamina (TPD, 97%, Sigma-Aldrich®)
- n-octilamina (n-8, 99%, Sigma Aldrich)
- NPs funcionalizadas (N200), NPs Aerosil® 200 funcionalizadas con PTEO y TPD).



Protocolo de síntesis:

1. Disponer un volumen suficiente de 2-pentanol (ver Tabla 1) comprobando previamente el volumen necesario para llenar las placas de Petri que vayan a utilizarse para la inmersión de las muestras, de manera que estas queden completamente sumergidas. Si el producto a preparar contiene NPs, suspender en este momento la cantidad necesaria agitando vigorosamente.
2. Adicionar en campana extractora de forma secuencial: PTEO; TPD (si la formulación lo quiere); y, por último, el catalizador n-8.
3. Mantener la disolución en agitación magnética durante al menos 10 minutos a fin de pre-hidrolizar sus componentes.
4. Disponer la disolución anterior en una placa de Petri y sumergir completamente las muestras textiles durante al menos 5 segundos. Eliminando el exceso con una pistola de aire trabajando a baja presión.
5. Curar los textiles en estufa a 100°C durante 30 minutos, teniendo en cuenta que las muestras han de permanecer suspendidas sin tocarse entre sí y sin tocar las paredes o suelo de la estufa.

Nota: Los compuestos utilizados reaccionan por la vía sol-gel, si el material de vidrio contiene agua la reacción de polimerización puede acelerarse, gelificando el producto en un corto periodo de tiempo, es por ello por lo que el material tiene que estar seco, trabajando siempre con un alcohol como disolvente.

IV.2 EFECTO HIDROFÓBICO; FENÓMENO DEL ESPEJO DE PLATA

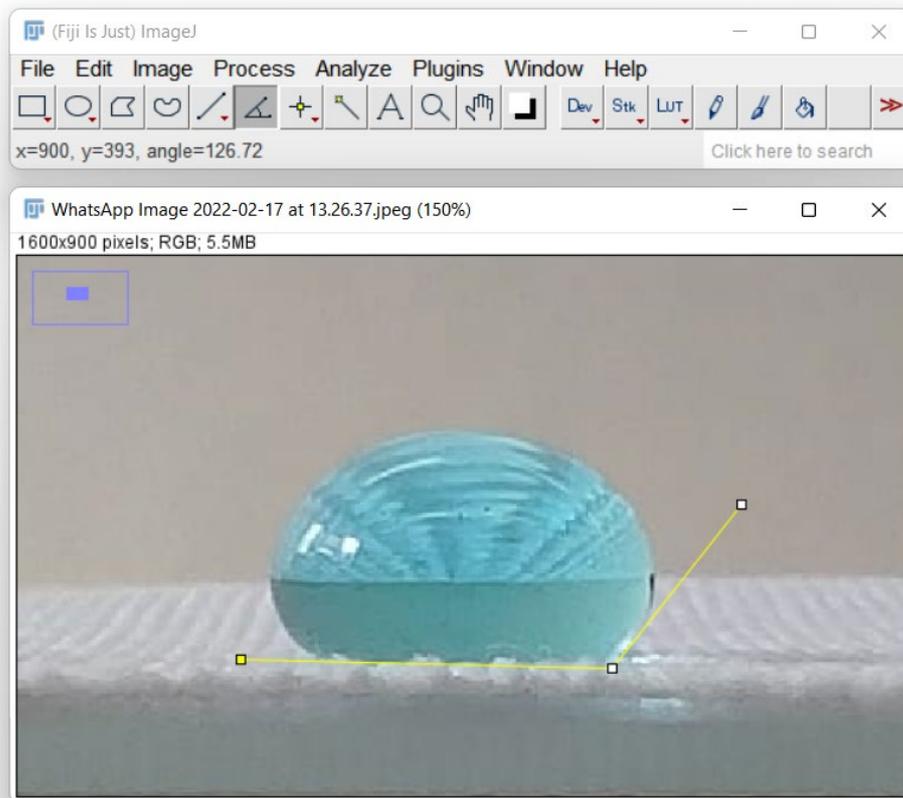
A fin de verificar la correcta aplicación y curado del tratamiento, **realizar un ensayo rápido depositando gotas de agua sobre la superficie de los tejidos con ayuda de una pipeta Pasteur**, posteriormente, tratar de sumergir en un recipiente con agua una muestra textil; si el tratamiento se ha efectuado de manera adecuada será visible un fenómeno conocido como *silver mirror*, este se produce cuando una superficie se encuentra en un estado de Cassie-Baxter en condiciones de inmersión

bajo agua, quedando aire ocluido en los picos y valles de rugosidad, observándose un brillo característico.

IV.3 HIDROFOBICIDAD E HIDROREPELENCIA

Hidrofobicidad (ángulo de contacto estático)

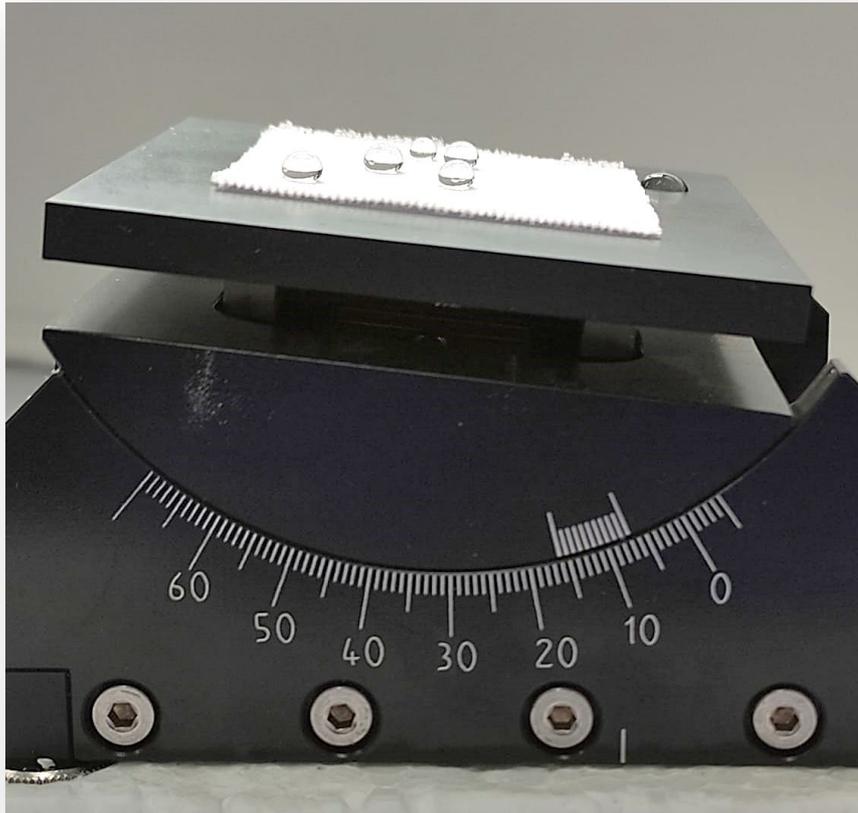
A continuación, **medir el ángulo de contacto estático** (ACE en lo sucesivo), para ello, tomar una muestra textil y extenderla sobre un portaobjetos de vidrio, sujetando y tensionando el tejido con un par de pinzas; con esto se evita generar pliegues que desplacen la gota de agua si la muestra resulta especialmente hidro-repelente y además permite establecer la línea base a partir de la cual se determinará el ángulo de contacto. A continuación, depositar una gota próxima al borde de la superficie y realizar una fotografía, posteriormente, transferir la fotografía al ordenador y utilizando el software Fiji estimar el ángulo de contacto de la gota sobre la superficie. Software: [Fiji: ImageJ, with "Batteries Included"](#) (o simplemente buscando "Fiji Software" en el navegador).



Hidrorepelencia (ángulo de contacto dinámico)

El objetivo es **estimar el ángulo de inclinación de la superficie** en el momento en que una gota de agua depositada a una corta distancia **se desliza sobre esta**. Para ello, se inclina la muestra, depositando gotas de agua hasta el momento en que se observe su deslizamiento,

en ese momento, fotografiar y hallar el ángulo de inclinación de la muestra sobre la superficie utilizando el software del ensayo anterior. Otra alternativa es emplear un soporte específico que inclina la superficie en ángulos específicos, anotando el valor del ángulo a partir del cual la gota se desplaza sobre esta.



IV.4 PRUEBA DE MANCHADO

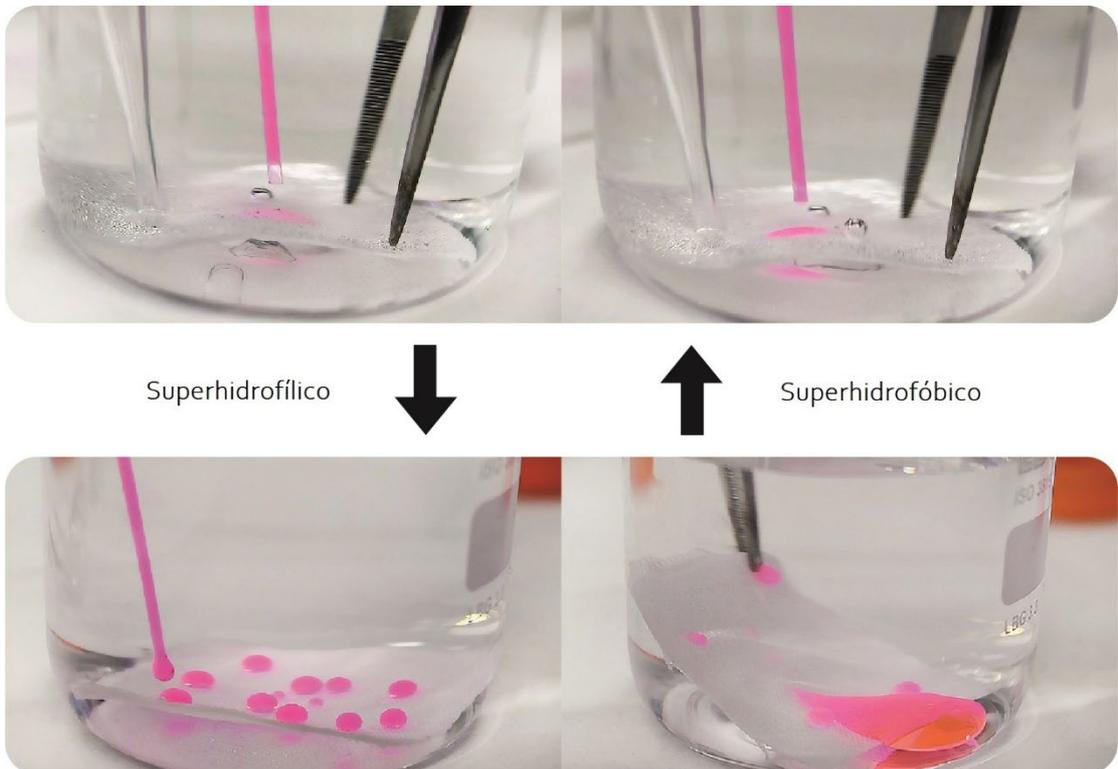
Dada la respuesta **hidrofóbica e hidro-repelente** de las superficies puede comprobarse su eficacia para evitar el manchado, en este caso, se tratará de manchar la superficie con café, cuyo color se debe a la presencia de melanoidinas, y vino, cuyo color se asocia a la presencia de polifenoles (antocianos y taninos). Uno de base acuosa y otro de base alcohólica, de menor tensión superficial.

Se realizarán dos ensayos, prueba de manchado por exposición prolongada y por salpicadura. En el primer caso se depositarán gotas de ambas sustancias durante un tiempo no inferior a un minuto y posteriormente se eliminará el exceso, secándolas y verificando el cambio de color observado. En el segundo, se situará la muestra en un ángulo igual o superior al ángulo de deslizamiento hallado en el ensayo

anterior, depositando gotas sobre la superficie y observando su comportamiento.

IV.5 OLEOFILIA BAJO AGUA

Generalmente, **el carácter superhidrofóbico de los materiales tratados conlleva un comportamiento oleofílico en condiciones de inmersión bajo agua**, mientras que uno superhidrofílico genera oleofobicidad bajo agua. Gracias a este fenómeno puede utilizarse un tejido tratado como filtro para la separación de mezclas agua/aceite, útiles en procesos de descontaminación de aguas. Se preparará un ensayo utilizando un textil tratado como filtro en la boca de un recipiente cerrado y, posteriormente, se depositarán gotas de cloroformo coloreado con rodamina B, observando la respuesta del tejido en el proceso.



Resultados entregados por los alumnos

Nombre y apellidos José Antonio Pulido Almagro

Hidrofobicidad y fenómeno del espejo de plata

Muestra	Algodón		Poliéster	
	¿Hidrofóbico?	¿Espejo de plata?	¿Hidrofóbico?	¿Espejo de plata?
<u>ED 1:1</u>	✓	✓	✓	✓

Ángulo de contacto estático y dinámico

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho
<u>ED 9:1</u>	157,0	156,9°	151,0°	151,0°
	<u>ED 9:1</u>		<u>ED 1:1</u>	
Promedio				

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Ángulo avance	Ángulo retroceso	Ángulo avance	Ángulo retroceso
<u>ED 9:1</u>	144,02°	141,03°	143,06°	139,83°
	143,81°	141,03°	142,94°	139,66°
			142,82°	139,38°
Histéresis	<u>2,89°</u>		<u>3,32°</u>	

$\Delta = 3,23^\circ$
 $\Delta = 3,28^\circ$
 $\Delta = 3,44^\circ$

Resistencia a la abrasión

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Nº de ciclos	¿Hidrofóbico?	Nº de ciclos	¿Hidrofóbico?
<u>ED 9:1</u>			240	✓

Prueba de manchado

Muestra	Agente de manchado	Algodón		Poliéster	
		Manchado	Salpicadura	Manchado	Salpicadura
<u>ED 1:1</u>	Cafe	Sí mancha	Sí salpica	Sí mancha	Sí salpica
	Vino	Sí mancha	Sí salpica	Sí mancha	Sí salpica
	Azul de metileno	No	No	No	No

Nombre y apellidos *Alejandro Jesús Lara López*

Hidrofobicidad y fenómeno del espejo de plata

Muestra	Algodón		Poliéster	
	¿Hidrofóbico?	¿Espejo de plata?	¿Hidrofóbico?	¿Espejo de plata?
ED 9:1	✓	✓	✓	✓
ED 3:1	✓	✓	✓	✓
ED 1:1	✓	✓	✓	✓
Nº 200	✓	✓	✓	✓

Ángulo de contacto estático y dinámico

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho
Nº 200			132'5	133'0
1:1	157'0	156'9	151'0	151'0
Promedio				
9:1				

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Ángulo avance	Ángulo retroceso	Ángulo avance	Ángulo retroceso
1:1			143'06	139'33
9:1	144'02	141'03	142'94	139'66
1:1	143'81	141'03	142'82	139'38
Histéresis	143'95	141'03	142'94	139'62

2'885

Resistencia a la abrasión

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Nº de ciclos	¿Hidrofóbico?	Nº de ciclos	¿Hidrofóbico?
ED 9:1			20	✓
			240	✓

Prueba de manchado

Agente de manchado	Algodón		Poliéster	
	Manchado	Salpicadura	Manchado	Salpicadura
CAFE	SI	NO	SI	NO
VINO	SI	NO	SI	NO

Amarillento - algodón
Blanco - poliéster

Nombre y apellidos *Andrea Cabes Acuña*

Hidrofobicidad y fenómeno del espejo de plata

Muestra	Algodón		Poliéster	
	¿Hidrofóbico?	¿Espejo de plata?	¿Hidrofóbico?	¿Espejo de plata?
ED 3:1	✓	✓	✓	✓
ED 9:1	✓	✓	✓	✓
ED 7:1	✓	✓	✓	✓
E (N200)	✓	✓	✓	✓

Ángulo de contacto estático y dinámico

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho
ED 1:1			151°	151°
ED 9:1	157.0°	156.9°		
Promedio				

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Ángulo avance	Ángulo retroceso	Ángulo avance	Ángulo retroceso
ED 9:1	144.02	141.03	143.06	139.83
	143.81	141.03	142.94	139.66
			142.82	139.38
Histéresis	2.89		3.32	

ED 1:1
Δ = 3,23
Δ = 3,28
Δ = 3,44

Resistencia a la abrasión

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Nº de ciclos	¿Hidrofóbico?	Nº de ciclos	¿Hidrofóbico?
ED 9:1			240	8

Prueba de manchado

Agente de manchado	Algodón ED 3:1		Poliéster ED 3:1	
	Manchado	Salpicadura	Manchado	Salpicadura
Café	x	x	x	x
Vino	x	x	x	x
Agua de jabón	✓	✓	✓	✓

Nombre y apellidos Alejandro Nieto Rodríguez

Hidrofobicidad y fenómeno del espejo de plata

Muestra	Algodón		Poliéster	
	¿Hidrofóbico?	¿Espejo de plata?	¿Hidrofóbico?	¿Espejo de plata?
ED 9:1	✓	✓	✓	✓
ED 3:1	✓	✓	✓	✓
ED 1:1	✓	✓	✓	✓
E(N200)	✓	✓	✓	✓

Ángulo de contacto estático y dinámico

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho	Ángulo izquierdo	Ángulo derecho
ED 9:1	157'0°	156'9°		
E(N200)			132'5°	133'0°
ED 1:1			151'0°	151'0°
Promedio				

Muestra	Algodón ED 9:1		Poliéster ED 1:1	
	Ángulo avance	Ángulo retroceso	Ángulo avance	Ángulo retroceso
ED 9:1	144'02°	141'03	143'06	139'83
ED 9:1	143'81	141'03	142'92	139'38
			142'94	139'66
Histéresis	2'89		3'32	

Resistencia a la abrasión

Muestra	Algodón		Poliéster	
	Nº de ciclos	¿Hidrofóbico?	Nº de ciclos	¿Hidrofóbico?
ED 9:1	20	Si	20	Si
			270	Si

Prueba de manchado

Agente de manchado	Algodón ED 9:1		Poliéster ED 9:1	
	Manchado	Salpicadura	Manchado	Salpicadura
Vino	Si	Si	Si	Si
Café	Si	Si	Si	Si
Azul de metileno	No	No	Si	Si