

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



**Obtención de fibras de algodón con actividad
antimicrobiana**

**Proyecto Integrador conforme a los requisitos para obtener el título
de Ingeniero Químico
por**

**Quintar, María Alicia
Rodríguez, Marisa Fabiana**

**Córdoba
2017**

El proyecto Integrador “**Obtención de fibras de algodón con actividad antimicrobiana**” desarrollado por **Quintar, María Alicia** y **Rodríguez, Marisa Fabiana**, alumnas de la carrera de Ingeniería Química, ha sido dirigido por:

.....
Prof. Dra. Martini, Raquel

Departamento de Química Industrial y Aplicada – FCEFyN-UNC

Directora del Proyecto Integrador

.....
Prof. Ing. Muratore, Florencia

CONICET-UNC

Co-directora del Proyecto Integrador



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Escuela de Ingeniería Química

El presente Proyecto Integrador de la carrera de Ingeniería Química ha sido aprobado el /.... /.... mereciendo la calificación de (.....)

Firmas Tribunal Evaluador

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, y a todos los profesores; por brindarnos el espacio y las herramientas para formarnos como profesionales.

A nuestras directora Raquel Martini y co-directora Florencia Muratore por su constante apoyo, acompañamiento y colaboración para que este Proyecto se realizara.

Al Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA) y especialmente a su director, Dr. Abel Gerardo López, por darnos la oportunidad de trabajar en este espacio. Su predisposición e importante contribución, permitieron la culminación de nuestro Proyecto.

Al Dr. Pablo Ribotta, por abrirnos las puertas y permitirnos utilizar los equipos del laboratorio del Instituto Superior de Investigación, Desarrollo y Servicios en Alimentos (ISIDSA).

Al Tribunal Evaluador del Proyecto; Dr. Abel G. López, Ing. Hernán C. Severini y Dr. Alexis R. Velez por su pronta evaluación, enriqueciendo con sus aportes el trabajo presentado.

A nuestras familias; padres, hermanos, abuelos, tíos, primos y novios, por ser nuestros incondicionales pilares de apoyo a lo largo de la carrera. Por darnos siempre fuerzas para seguir adelante y confiar en nosotras.

A nuestros amigos, los de toda la vida y los que conocimos en esta Facultad, su amistad y compañía fueron fundamentales para hoy poder llegar a recibirnos.

A todos y cada uno de ellos, nuestro más sincero agradecimiento.

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE TABLAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
CAPÍTULO 1: Marco teórico.....	1
1.1 Introducción	2
1.2 Algodón	2
1.2.1 Características de las distintas especies	3
1.2.2 Estructura y propiedades de la celulosa	3
1.3 Microorganismos en fibras de celulosa	4
1.3.1 Biodegradación de la celulosa.....	5
1.4 Acabado antimicrobiano en fibras de algodón	6
1.5 Método de modificación de la celulosa por entrecruzamiento o injerto.....	7
1.6 Sustancias antimicrobianas	9
1.6.1 Ácidos 1,2,3,4 butanotetracarboxílico y 1,2 bencenodicarboxilico	9
1.7 Proceso de obtención de fibras de algodón.....	11
1.7.1 Obtención y desmotado del algodón	11
1.7.2 Producción del hilo de algodón.....	13
1.7.3 Procesos de acabado.....	14
1.8 Industrias en la Argentina	17
OBJETIVOS.....	19

CAPÍTULO 2 : Materiales y métodos	20
2.1 Materiales.....	21
2.1.1 Reactivos	21
2.1.2 Material de vidrio	22
2.1.3 Equipos.....	22
2.2 Reacciones de modificación	22
2.2.1 Parámetros y condiciones generales de las experiencias realizadas	22
2.2.2 Metodología general para la preparación de muestras	23
2.3 Caracterización	25
2.3.1 Espectroscopía infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR)	25
2.3.2 Color.....	25
2.3.3 Propiedades mecánicas.....	27
2.3.4 Capacidad antifúngica	28
CAPÍTULO 3 : Resultados y discusión	30
3.1 Ensayos realizados	31
3.2 Optimización de la reacción.....	31
3.2.1 Análisis de ocurrencia y avance de la reacción.....	31
3.2.2 Color.....	40
3.2.3 Propiedades Mecánicas	43
3.2.4 Optimización. Función de deseabilidad	50

3.3 Propiedades antifúngicas	51
CAPÍTULO 4: Propuesta de producción industrial de fibras modificadas.....	55
4.1 Contexto actual de la industria textil argentina	56
4.2 Proceso de producción	57
4.2.1 Enconado y encarretado	58
4.2.2 Incorporación al proceso de acabado antimicrobiano	59
CAPÍTULO 5: Conclusiones y trabajos futuros.....	62
5.1 Conclusiones	63
5.2 Trabajos futuros	64

ANEXO A

ANEXO B

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de diseño de experimentos: Doehlert para dos factores.....	23
Tabla 2. Intensidad relativa del pico éster y relación pico carboxilato/éster. Fibras blancas.....	33
Tabla 3. Intensidad relativa del pico éster y relación pico carboxilato/éster. Fibras negras	33
Tabla 4. Análisis de Varianza (ANOVA) para IR 1580/1720. Fibras blancas.....	39
Tabla 5. Valores de acuerdo al espacio CIELab para fibras blancas.....	40
Tabla 6. Variación de color (E). Fibras blancas.....	41
Tabla 7. Análisis de Varianza (ANOVA) para color. Fibras blancas.....	43
Tabla 8. Propiedades mecánicas fibras blancas.....	45
Tabla 9. Ecuaciones de modelo ajustado para fibras blancas.....	46
Tabla 10. Comparación entre ocurrencia de la reacción mediante distintos mecanismos de transferencia de calor	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura molecular de la celulosa.....	3
Figura 2. Mecanismo de entrecruzamiento de celulosa mediante un ácido policarboxílico	8
Figura 3. Estructura molecular del ácido 1,2,3,4 butanotetracarboxílico.....	10
Figura 4. Estructura molecular del ácido 1,2 bencenodicarboxílico	10
Figura 5. Esquema de proceso simplificado de obtención de fibras de algodón.....	16
Figura 6. Esquema de las experiencias realizadas	24
Figura 7. Representación coordenadas CIE L*a*b*	26
Figura 8. Esquema de probeta de ensayo	27
Figura 9. Espectro FTIR de fibra virgen, fibra modificada con BTCA y fibra modificada con PA	32
Figura 10. Espectros FTIR de fibras vírgenes y fibras modificadas. Blancas y negras	34
Figura 11. Superficie de respuesta estimada para la intensidad del pico éster de fibras blancas ..	35
Figura 12. Diagrama de Pareto estandarizado de los factores de las superficies de respuesta para el pico éster. Fibras blancas	36
Figura 13. Gráfica de efectos principales para el pico éster. Fibras blancas	37
Figura 14. Superficie de respuesta para la relación de picos carboxilato/éster de fibras blancas .	38
Figura 15. Efectos principales para la relación de picos carboxilato/éster. Fibras blancas.....	39

Figura 16. Superficie de respuesta estimada para el color de fibras blancas.....	41
Figura 17. Efectos principales para la variación de color de fibras blancas.....	42
Figura 18. Diagrama de Pareto estandarizado de los factores de las superficies de respuesta para el color...42	
Figura 19. Gráfico tensión-deformación para fibras blancas	44
Figura 20. Superficie de respuesta para módulo elástico de fibras blancas	45
Figura 21. Superficie de respuesta para resistencia a la tracción de fibras blancas	46
Figura 22. Superficie de respuesta para elongación (%) de fibras blancas	46
Figura 23. Gráficas de efectos principales para propiedades mecánicas de fibras blancas.....	49
Figura 24. Superficie de respuesta estimada para la optimización de fibras blancas	50
Figura 25. Cultivo de <i>C. albicans</i> en medio SDA	51
Figura 26. Micrografías de <i>C. albicans</i> en MO. (A) FM, (B) FML, (C) FV	52
Figura 27. Micrografías de <i>C. albicans</i> en SEM 1500x. (A) FM, (B) FML, (C) FV.....	53
Figura 28. Micrografías de <i>C. albicans</i> en SEM 1000x. (A) FM, (B) FML, (C) FV	53
Figura 29. Incorporación de etapa de tratamiento antimicrobiano al proceso productivo	58
Figura 30. Bobinadora industrial de hilos	59
Figura 31. Esquema del proceso propuesto	61

CAPÍTULO 1

Marco teórico

1.1 Introducción

El algodón es la fibra textil natural más importante del mundo, usado para producir ropa, tapicería de uso hogareño y productos industriales. Las propiedades únicas del algodón lo han hecho una fibra textil utilizada por más de 5000 años. La abundancia, disponibilidad, fortaleza, confort, elasticidad, facilidad de procesamiento y modificación, y la posibilidad de fabricar productos con apropiados costos de producción, fueron factores importantes para el consumo del algodón [1].

Dado el uso extendido de esta fibra natural, la evolución de los mercados y las exigencias de los consumidores, en las últimas décadas se han realizado numerosas investigaciones y desarrollos para el tratamiento de las fibras, de manera de poder impartirles acabados duraderos que les confieran propiedades satisfactorias, conservando su calidad y durabilidad a través de los lavados y en el tiempo de uso. En este sentido, se han utilizado ácidos policarboxílicos como agentes entrecruzantes de celulosa para impartirle a los tejidos de algodón resistencia a las arrugas y a la contracción, propiedades antipilling y retardantes de llama [2-4]. Asimismo, la incorporación de los mismos ácidos policarboxílicos puede otorgarle propiedades antimicrobianas a las fibras de celulosa [5, 6].

La actividad antimicrobiana es fundamental en varios productos textiles, incluyendo medias, ropa deportiva, artículos de higiene personal, alfombras y cortinas, ropa de hospitales, entre otros. El mercado demanda continuamente productos novedosos y efectivos contra los microbios que afectan la salud personal y la calidad de las telas. Se buscan productos no tóxicos, cómodos, estéticos y amigables con el medio ambiente. Los acabados antimicrobianos en fibras dan una solución efectiva a esta cuestión, reduciendo el crecimiento y la transmisión de microorganismos. En este trabajo se propone la modificación de la estructura de la celulosa mediante el uso ácidos policarboxílicos como agentes entrecruzantes para obtener hilos con actividad antimicrobiana con potencial aplicación en la industria textil.

1.2 Algodón

Las fibras de algodón son pelos de las semillas de las plantas del orden Malvales, tribu *Gossypieae* y género *Gossypium* [7], las cuales son procesadas para obtener los hilos textiles. La pared celular del algodón natural es casi celulosa pura, aproximadamente el 6% son componentes minoritarios que incluyen proteínas, aminoácidos, ceras, ácidos orgánicos, lignina, sales inorgánicas y pigmentos. Éstos son removidos durante la preparación para el proceso de hilatura,

dejando la fibra con un contenido de celulosa arriba del 99%. La química del algodón es, por lo tanto, la química de la celulosa.

1.2.1 Características de las distintas especies

Existen cuatro especies de algodón de importancia comercial: *hirsutum*, *barbadense*, *aboreum*, y *herbaceum*. *Gossypium hirsutum* ha sido desarrollado en Estados Unidos, es nativo de México y América Central, proporciona más del 90% de la producción de algodón mundial. El largo de la fibra varía de 22 a 36 mm de longitud. *Gossypium barbadense* es de origen sudamericano y proporciona las longitudes más largas de fibra, superiores a 35 mm de longitud, suministra el 8% de la producción mundial de fibras de algodón. Las demás especies *Gossypium aboreum* y *Gossypium herbaceum* son comunes en Asia, de menor importancia comercial a escala mundial, proporcionan fibras más cortas y gruesas, variando de 9,5 a 19 mm de longitud [8].

1.2.2 Estructura y propiedades de la celulosa

La celulosa es un polímero natural formado por unidades de glucosa que se repiten sucesivamente a lo largo de su estructura [8]. Se trata de un homopolímero lineal formado por unidades de β -D-glucosa unidos por enlaces 1,4- glucosídicos (Figura 1).

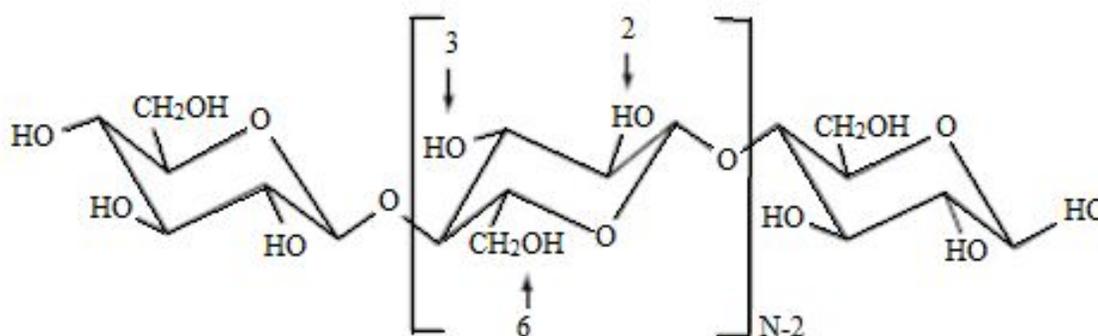


Figura 1. Estructura molecular de la celulosa

Estos monómeros están unidos entre sí por eliminación de una molécula de agua entre los grupos hidroxilo fijados al átomo de carbono 1 de una molécula de glucosa y al carbono 4 de la contigua. Repeticiones de esta condensación durante la biosíntesis de la celulosa conducen a cadenas poliméricas de grandes longitudes. En una fibra de celulosa no degradada, la cadena puede tener

más de 20.000 monómeros de D-glucosa unidos; esto corresponde a un peso molecular superior a 3.603.118 g/mol [8].

Puede observarse en la Figura 1 que la celulosa posee en su estructura gran cantidad de grupos hidroxilos disponibles. Las reacciones comunes de agentes químicos con la celulosa se dan casi exclusivamente con los grupos hidroxílicos 2, 3 y 6; los cuales no forman parte de la cadena lineal, y están potencialmente disponibles para las mismas reacciones químicas que ocurren con los alcoholes. Además, el polímero posee un grupo terminal no reductor y otro reductor en los extremos [8]. Todos estos son los grupos que pueden reaccionar en la modificación de fibras con agentes entrecruzantes.

Las cadenas de celulosa se asocian unas a otras mediante enlaces de puentes de hidrógeno intermoleculares, formando estructuras cristalinas altamente ordenadas, hidrofóbicas; a su vez, se forman entre ellas zonas amorfas [8].

El grado de cristalinidad de las fibras de celulosa posee una importante influencia en las propiedades de las fibras, debido a que la absorción de agua se ve favorecida en las zonas amorfas. Consecuentemente, los productos presentes en los baños de tratamiento son transportados mayoritariamente para las zonas amorfas de las fibras celulósicas. En relación a su influencia en las propiedades físicas, las zonas cristalinas son las responsables de la resistencia a la tracción y la estabilidad dimensional, en cuanto que las zonas amorfas están asociadas a la flexibilidad y la elongación [9].

1.3 Microorganismos en fibras de celulosa

Los microorganismos representan un serio problema para las fibras de celulosa, debido a que pueden atacarla fácil y rápidamente. En sus estructuras porosas hidrofílicas retienen agua, oxígeno y nutrientes que permiten su desarrollo. Son una amenaza en todas las etapas de su producción, desde la obtención del material crudo en la planta, pasando por el transporte y almacenamiento, hasta el producto terminado [10].

Las especies presentes en los materiales textiles son esencialmente bacterias y hongos [11]. A pesar de que las fibras celulósicas no constituyen una fuente directa de alimentación para estos microorganismos, determinados hongos y bacterias segregan enzimas que convierten por hidrólisis la celulosa en la glucosa que necesitan para vivir [12].

La presencia y crecimiento de microorganismos que atacan las fibras no solamente tienen un efecto destructivo sobre sus propiedades funcionales, como elasticidad, resistencia a la tracción, o

color; sino que también representan un peligro significativo para la salud humana. Particularmente peligrosos son los microorganismos patógenos presentes en las telas que están en contacto directo con el cuerpo humano [10].

Las bacterias pueden ser causantes de malos olores y de infecciones patógenas, interactúan con las fibras en varias fases incluyendo la adherencia inicial, el crecimiento y la diseminación a partir de ellas [13]. Los hongos dañan profundamente las fibras de algodón afectando sus propiedades, particularmente su resistencia [14].

Cuando los microorganismos crecen metabolizan nutrientes, como sudor y demás secreciones del cuerpo humano presentes en las telas causando malos olores, irritaciones e infecciones en la piel. Por ejemplo, el metabolismo de la bacteria Gram-positiva *Staphylococcus aureus* está asociado a la formación del ácido 3-metil-2 hexanoico, uno de los responsables del mal olor característico del cuerpo humano. *Escherichia coli* es una bacteria Gram-negativa que puede transmitirse al cuerpo humano a través de los textiles causando enfermedades. *Candida albicans*, una levadura, puede causar infecciones en la piel, especialmente en zonas húmedas y oscuras [13]. El hongo *Aspergillus niger* es responsable de la degradación severa de la celulosa [14].

En este trabajo, el microorganismo *C. albicans* será utilizado en la evaluación de la actividad antimicrobiana de las fibras celulósicas modificadas en este trabajo.

1.3.1 Biodegradación de la celulosa

La celulosa es biodegradada por los microorganismos por un proceso enzimático de hidrólisis. Este mecanismo comprende varias etapas que descomponen la celulosa en glucosa por parte de enzimas celulolíticas producidas por bacterias y hongos.

Durante el ataque microbiano, tres tipos de enzimas hidrolíticas actúan sobre la cadena liberando glucosa, la que utilizan como fuente de carbono para su crecimiento. Primero, la celobiohidrolasa rompe las cadenas a partir del extremo no reductor de las moléculas de la región cristalina de la celulosa, formando residuos disacáridos (celobiosa). A continuación, la endoglucanasa rompe los oligosacáridos de la región amorfa de la celulosa de forma aleatoria, permitiendo después a una tercera enzima, la α -D-glucosidasa, hidrolizar la celobiosa, celotriosa y en menor grado algunos oligosacáridos de glucosa [8]. El efecto principal de estas enzimas es la disminución del grado de polimerización, con alteraciones a nivel de la estructura química y la consecuente disminución de la resistencia mecánica de los materiales. La destrucción superficial de los materiales textiles por los microorganismos es evidenciada por la decoloración o coloración y la formación de olores

desagradables, que pueden resultar de las sustancias excretadas por los mismos [10, 11].

1.4 Acabado antimicrobiano en fibras de algodón

Dado que el ataque microbiano sobre las fibras celulósicas representa un gran problema, y con el objetivo de ampliar mercados y cubrir las necesidades de los consumidores tales como prendas frescas, limpias e higiénicas, muchos tecnólogos se enfocaron en el desarrollo de fibras de celulosa con acabados antimicrobianos que presenten durabilidad con el uso y los lavados; mejorando la seguridad y calidad de los textiles.

Las propiedades de las fibras de celulosa respecto a hidrofiliidad, absorción y adsorción acopladas con la habilidad de producir varias uniones o injertos con sales, partículas de metales, y enlaces químicos con agentes entrecruzantes y oligómeros proveyeron enormes oportunidades para la aplicación de acabados antimicrobianos [1].

Los acabados antimicrobianos agregan valor a los telas y prendas de vestir proporcionando protección de diferentes maneras. Previenen el crecimiento de bacterias y hongos protegiendo así a los textiles de olores desagradables, moho y la pérdida prematura de propiedades funcionales y además protegen al usuario contra bacterias, levaduras, hongos dermatofitos y otros microorganismos relacionados, favoreciendo su estética, higiene y/o persiguiendo propósitos médicos [13].

Un buen acabado antimicrobiano debe exhibir control efectivo y actuar rápidamente contra bacterias, hongos y/o levaduras; no debe tener efectos tóxicos tanto sobre los manipuladores como los consumidoras; debe ser duradero ante el uso y los lavados; debe ser de fácil aplicación, compatible con otros agentes de acabado de fibras y con los procesos de fabricación de hilos comunes [15].

Los agentes antimicrobianos pueden ser aplicados a los sustratos textiles mediante técnicas de relleno-secado-curado (“pad-dry-cure”), recubrimiento superficial (“coating”), pulverizado o espumado, entre otras [15]. Los mecanismos usados para impartir tratamientos duraderos son categorizadas como (i) aplicación superficial, (ii) unión química y (iii) atrapamiento interno con liberación controlada [13].

Los acabados antimicrobianos generalmente son aplicados a las fibras mediante alguno de los siguientes procesos:

- Insolubilización de sustancias activas dentro o sobre la fibra, como puede ser la inmovilización de nanopartículas de plata sobre la superficie de las fibras [16], [17].

- Modificación química de la fibra mediante la formación de enlaces covalentes. Distintos entrecruzantes como son el dimetiloldihidroxi-etileno urea (DMDHEU), el ácido butanotetracarboxílico (BTCA) y el ácido cítrico (CA) fueron usados con agentes antimicrobianos, como por ejemplo el cloruro N-(2-hidroxi) propil-3-trimetilamonio quitosano (HTCC), con formación de enlaces covalentes entre el entrecruzante, el compuesto activo y la celulosa [6].

- Microencapsulación del agente antimicrobiano en la matriz de la fibra, como por ejemplo el complejo del antimicrobiano triclosan (2,4,4'-tricloro-2'-hidroxidifenil éter) insertado en la cavidad hidrofóbica de α -ciclodextrinas [18].

- Recubrimiento de la superficie de la fibra; por ejemplo, el biocida polihexametilenobiguanidina (PHMB), debido a su naturaleza catiónica, puede formar tanto enlaces iónicos como de hidrógeno con el material celulósico. A altas concentraciones de PHMB, se produce una adsorción multicapa sobre la fibra, mediante interacciones electrostáticas y de hidrógeno [19].

De las distintas maneras que existen para proporcionar actividad antimicrobiana, los métodos de modificación que permiten tener el agente antimicrobiano unido o reaccionado con la celulosa son la mejor manera de lograr durabilidad con los lavados.

De esta manera, el injerto de agentes tales como el ácido 1,2,3,4 butanotetracarboxílico o el 1,2 bencenodicarboxílico sobre la molécula de celulosa pueden otorgar un acabado antimicrobiano efectivo en las fibras de algodón.

1.5 Método de modificación de la celulosa por entrecruzamiento o injerto

Como ya se ha mencionado, la estructura de la celulosa puede ser modificada; esto permite plantearse el objetivo de incrementar la funcionalidad y las aplicaciones de la misma. Una de las alternativas para modificar las propiedades físicas y químicas de la celulosa es la modificación por entrecruzamiento y/o por injerto de una molécula de interés.

La celulosa es un químico activo debido a la presencia de tres grupos hidroxilos en cada unidad de glucosa. Estos grupos hidroxilos pueden ser sustituidos formando generalmente enlaces ésteres con otras moléculas, quedando así enclavadas en la estructura de la celulosa; brindando la oportunidad de introducir la funcionalidad deseada para distintas aplicaciones, incluyendo la función antimicrobiana.

La reacción en la que se establece el enlace de una molécula entre dos moléculas de celulosa es llamada entrecruzamiento, y es la base de cambios importantes en la fibra de algodón. El

entrecruzamiento basado en reacciones de esterificación ha sido usado tradicionalmente en textiles debido a su durabilidad en los repetidos lavados y uso [8].

El entrecruzamiento entre la celulosa del algodón y distintos ácidos policarboxílicos, como el ácido 1,2,3,4 butanotetracarboxílico (BTCA) en el que se forman enlaces éster estables fue ampliamente estudiado en muchas investigaciones [3, 6], [21]–[26].

Análisis realizados mediante espectroscopía infrarroja demuestran que la esterificación de la celulosa por un ácido policarboxílico procede en dos pasos: la formación de un anhídrido cíclico de cinco miembros, intermediario, por la deshidratación de dos grupos carboxilo adyacentes del ácido; y la reacción entre los grupos hidroxilo de la celulosa y este intermediario para formar el éster [21], [26]–[28]. La Figura 2 muestra el mecanismo propuesto.

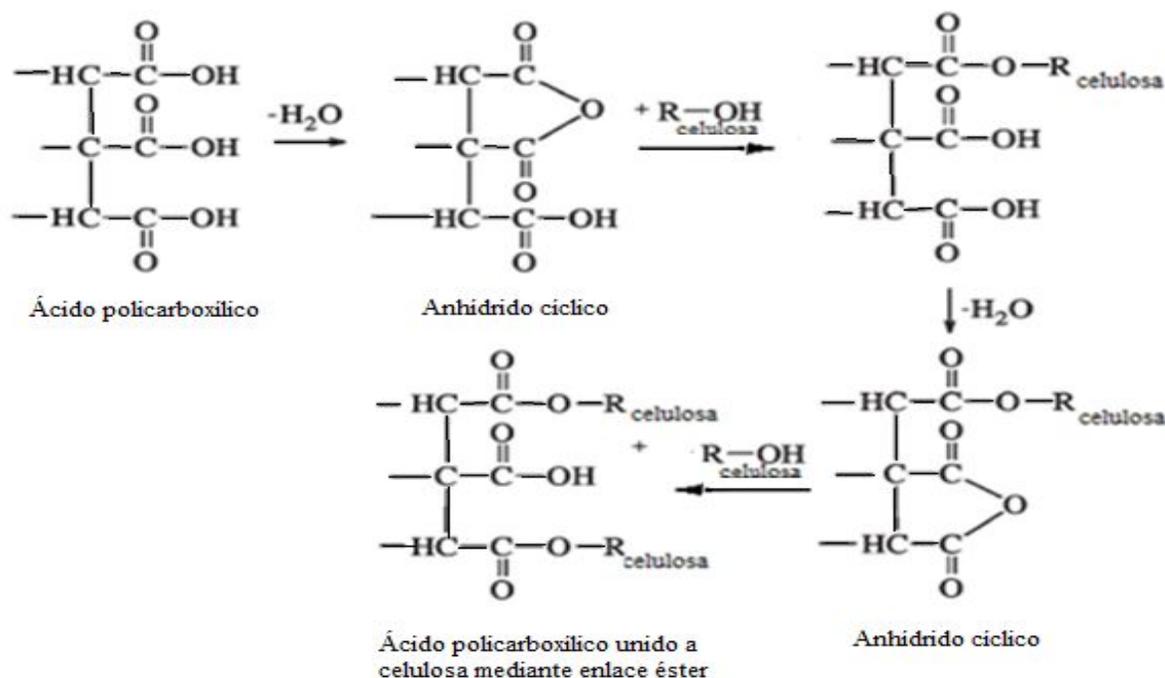


Figura 2. Mecanismo de entrecruzamiento de celulosa mediante un ácido policarboxílico

Esta reacción es endotérmica por lo cual se debe agregar calor, además este proceso de esterificación puede ser acelerado con el agregado de sales de ácidos débiles como hipofosfito de sodio [3,8]. Entre los varios agentes con acabado duradero sobre fibras de celulosa investigados, el BTCA en particular fue el reactivo más prometedor, mientras que el hipofosfito de sodio, el catalizador más efectivo [29].

Además, el injerto de un reactivo ácido en la molécula de celulosa puede conferirle propiedades funcionales específicas a la misma, como la actividad antimicrobiana que se trata en este trabajo.

1.6 Sustancias antimicrobianas

Existen diferentes tipos de fungicidas y bactericidas, que tienen la habilidad de interrumpir el metabolismo de los microorganismos e inhibir su crecimiento, por consiguiente, impartir actividad antibacteriana y antifúngica aplicados a las fibras de celulosa [21].

Una sustancia antimicrobiana ideal para fibras textiles debe cumplir requisitos tales como no afectar las propiedades o apariencia del material y ser compatible con otros procesos textiles comunes como teñido, lavado y acabados finales. Además debe ser duradera a través de los lavados y tener un amplio espectro y de rápida acción contra bacterias, levaduras y hongos. El bajo costo, la facilidad de uso y la disponibilidad también son importantes; y sobre todo, la no toxicidad tanto para el productor y el consumidor, y el bajo impacto ambiental [1].

1.6.1 Ácidos 1,2,3,4 butanotetracarboxílico y 1,2 bencenodicarboxílico

El ácido 1,2,3,4 butanotetracarboxílico (BTCA) podría ser una buena opción para impartir tanto actividad antimicrobiana como resistencia a las arrugas al algodón sin un impacto significativo en la resistencia mecánica o la blancura mediante una aplicación sencilla sobre las fibras [6].

Además, el ácido 1,2 bencenodicarboxílico; ftálico (PA), tiene dos grupos carboxílicos, y por ende, puede reaccionar con la celulosa con ayuda del hipofosfito de sodio, tal como lo hace el ácido maleico [3, 21, 22]. Cuando queda unido por solo uno de los hidroxilos quedaría como el ácido benzoico, que es un reconocido agente antimicrobiano [30].

Por tales motivos, en el presente Proyecto Integrador se utilizan el BTCA y el PA en el tratamiento de fibras de algodón con el fin de otorgarles propiedades antimicrobianas.

1.6.1.1 Propiedades y estructuras de los ácidos BTCA y PA

Como ya se ha mencionado, BTCA y PA son ácidos carboxílicos. Los ácidos carboxílicos poseen uno o más grupos funcionales carboxilo o grupo carboxi (-COOH) unidos a una cadena hidrocarbonada; en el grupo funcional carboxilo coinciden sobre el mismo carbono un grupo hidroxilo (-OH) y un carbonilo (-C=O). Los ácidos con tres o más grupos carboxilos se denominan policarboxílicos.

Los ácidos carboxílicos con menos de seis átomos de carbono son solubles o moderadamente solubles en agua; aquellos con más de seis carbonos son poco solubles en agua. Los ácidos solubles pueden disociarse hasta cierto punto en agua para ceder iones hidrógeno.

Generalmente los ácidos carboxílicos son ácidos débiles, con sólo un 1% de sus moléculas disociadas para dar los correspondientes iones, a temperatura ambiente y en disolución acuosa.

La mayoría de los ácidos carboxílicos son sólidos a temperatura ambiente; los ácidos fórmico, acético, propanoico y butanoico son líquidos [31].

El ácido policarboxílico BTCA, de fórmula química $[-CH(CO_2H)CH_2CO_2H]_2$ y masa molecular 234,16 g/mol es un sólido blanco soluble en agua y en alcoholes. Tiene cuatro grupos carboxilo en sus extremos, tal como muestra la Figura 3.

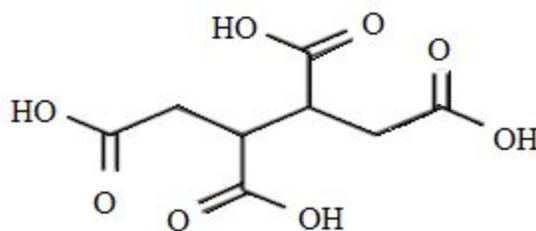


Figura 3. Estructura molecular del ácido 1,2,3,4 butanotetracarboxílico

Aparte de las aplicaciones en acabados duraderos en textiles ya señaladas, el BTCA puede ser empleado en la fabricación de materiales de poliamida a prueba de calor y ácidos, utilizados en la manufactura de materiales poliméricos funcionales como productos fotosensibles y biomédicos. Generalmente, los derivados y polímeros de BTCA son excelentes aisladores de la electricidad, y son ampliamente usados en la fabricación de materiales aislantes [32].

El ácido ftálico, $C_6H_4-1,2-(CO_2H)_2$, de masa molar 166,14 g/mol, es una sustancia incolora, soluble en agua (0,6) y en alcohol. Tiene un sistema fenílico con dos grupos carboxilos en posición 1 y 2. Su $pK_{a1}=2,89$ y $pK_{a2}=5,50$. En la Figura 4 se muestra su estructura molecular.

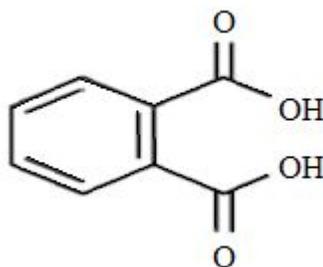


Figura 4. Estructura molecular del ácido 1,2 bencenodicarboxílico

Además el ácido ftálico tiene dos isómeros, el ácido isoftálico con los grupos carboxilos en posición 1 y 3 y el ácido tereftálico con los grupos en posición 1 y 4 sobre el anillo de benceno.

El ácido ftálico está estrechamente relacionado con el derivado anhídrido ftálico, que es un producto químico producido a gran escala, ya que es un compuesto de partida importante en numerosas síntesis orgánicas, sobre todo de colorantes del grupo trifenilmetilo.

Los ésteres del ácido ftálico con alcoholes alifáticos de cadena larga se utilizan para modificar las propiedades mecánicas de plásticos como el policloruro de vinilo (PVC).

El ácido isoftálico se emplea en la síntesis de resinas de poliéster; mientras que el ácido tereftálico es, entre otras aplicaciones, la base del polietilentereftalato (PET), plástico empleado por ejemplo en la fabricación de envases de bebidas [33].

1.7 Proceso de obtención de fibras de algodón

A continuación se detalla el proceso de obtención del hilo de algodón desde su recolección hasta su hilatura incluyendo tratamientos de acabado con el fin de adaptar una propuesta a tal proceso.

1.7.1 Obtención y desmotado del algodón

En este apartado se pretende explicar el proceso de obtención del algodón desde su cosecha hasta desmotado, que es la separación de la semilla de la fibra.

1.7.1.1 Cosecha

Se puede efectuar a través de una cosechadora selectiva para extraer el algodón de sus cápsulas, o a través de una separadora de algodón (no selectiva) que recoge tanto las capullos abiertos como los agrietados o cerrados junto con impurezas [34].

Después de la cosecha del algodón, que consta de la semilla y la fibra, se transporta a la planta de desmotado en remolques, empaquetado en módulos [35].

1.7.1.2 Almacenamiento

El contenido de humedad es muy importante durante el almacenamiento, no debe ser mayor del 12%, además debe controlarse la temperatura de almacenamiento. Estas variables son las más influyentes en la calidad de la fibra.

1.7.1.3 Desmotado

Es la operación que permite separar la fibra de la semilla y al mismo tiempo la limpieza de los restos vegetales (brácteas, tallos, etc.) que se recolectan junto con los capullos [36].

- Primera fase del desmotado:

En esta etapa se debe garantizar un nivel de humedad constante (5%). La temperatura del aire de secado no debe sobrepasar los 177 °C para evitar cambios en las fibras. Otro objetivo es la limpieza, el secado continúa a medida que el aire mueve el algodón en semilla hasta el limpiador de cilindros, un grupo de 6 o 7 cilindros con púas que giran. Estos cilindros restriegan el algodón sobre una serie de varillas o rejillas, lo agitan y hacen que las partículas como hojas, desechos o suciedad pasen por las aberturas de las rejillas. Rompen las madejas gruesas y acondicionan el algodón para una nueva fase de limpieza y secado [37].

- Desmotado (Separación de fibras y semillas):

El algodón se distribuye en la plataforma de cada desmotadora con ayuda de una cinta transportadora. Se dosifica el algodón en semilla para que ingrese uniformemente y como función secundaria lo limpia. El contenido de humedad debe ser bajo para que sea fácil quitar la materia extraña pero no excesivamente bajo ya que provocaría la rotura de las fibras individuales al separarlas de las semillas [37].

Se utilizan dos tipos de desmotadoras: 1) la de sierra, las sierras agarran el algodón y lo tiran a través de varillas. Los copos pasan desde las varillas hasta el fondo de una caja giratoria, donde se produce el desmotado propiamente dicho; 2) la de cilindros, está formada por un cilindro, una cuchilla fija apretada contra el cilindro y otra oscilante que extrae la semilla de la fibra a medida que ésta queda sujeta entre el cilindro y la cuchilla fija.

- Limpieza de la fibra:

El objetivo de esta etapa es eliminar las semillas inmaduras y las impurezas con ayuda de la fuerza centrífuga. Los limpiadores mejoran la calidad del algodón.

1.7.1.4 Embalaje

El algodón limpio se comprime en balas o fardos que se cubren para protegerlo de la contaminación durante el transporte y almacenamiento.

1.7.2 Producción del hilo de algodón

La hilatura es una secuencia de operaciones que transforma la fibra de algodón en un hilo adecuado para varios productos finales.

1.7.2.1 Apertura, mezcla y limpieza

Las capas de algodón se sacan de las balas y se colocan en alimentadores equipados con cintas transportadoras dentadas. El objetivo es convertir las capas compactadas de algodón embalado en pequeños copos ligeros y esponjosos que facilitan la eliminación de partículas extrañas. Esta operación se llama apertura.

Las máquinas de limpieza evitan que material extraño pueda entrar en la línea de producción, realizando las siguientes operaciones: aspira los copos, separa las partículas pesadas y separa metales [38].

En cuanto a la mezcladora, el propósito de esta máquina es mezclar las fibras y al mismo tiempo eliminar el polvo de los copos que provienen de las diferentes balas para conseguir una mezcla homogénea de las fibras. Consta de diferentes silos de mezcla y de una telera inferior que recupera simultáneamente el algodón de cada uno de los silos [38].

1.7.2.2 Cardado y peinado

En esta parte del proceso, se puede distinguir al hilo cardado del hilo peinado. Los hilos obtenidos por el proceso de peinado son más regulares y por lo tanto de mayor calidad que los obtenidos por el proceso de cardado.

La carda es un grupo de tres cilindros cubiertos de alambres y una serie de barras planas también cubiertas de alambre que remueven pequeños copos y grupos de fibras, abriéndolos y separándolos; también eliminan un elevado porcentaje de impurezas y materias extrañas, agrupan las fibras en una cuerda llamada torzal o cinta y depositan éste en un recipiente que conducirá a nuevos tratamientos.

El hilo peinado es un hilo más limpio y uniforme, el peinado elimina las fibras cortas, las motas y las impurezas. La peinadora es una máquina formada por rodillos ranurados y un cilindro parcialmente cubierto de agujas que extrae las fibras cortas.

1.7.2.3 Estirado (manuar) y mechado

El torzal o cinta entra en un sistema de pares de cilindros que se giran a velocidades distintas. El proceso de estirado se realiza utilizando un conjunto de rodillos denominado tren de estirado o manuar. El estirado refuerza las fibras y las dispone de tal modo que la mayoría queden paralelas al eje de la cinta. El mechado reduce el peso de la cinta hasta un valor adecuado para la hilatura y la torsión, manteniendo la integridad de las hebras estiradas.

1.7.2.4 Hilatura

El objetivo del hilado es transformar la mecha en un hilo que tenga la masa deseada, impartándole una determinada torsión, para finalmente plegarlo en bobinas. El proceso es el mismo para el hilo cardado como para el hilo peinado. Existen varios métodos, siendo el más usado para hilar el sistema de anillos, donde las bobinas de mechado se colocan en soportes que permiten que las mechas entren libremente en el rodillo de estirado. Después de la zona de estirado, el hilo pasa por un cursor hasta una bobina de hilado. El soporte que sostiene la bobina gira a gran velocidad, haciendo que el hilo se hinche a medida que se imparte la torsión.

El proceso de hilatura open-end o por rotor está sustituyendo a la hilatura con anillos. Se introduce una cinta de fibras en un rotor de gran velocidad, donde la fuerza centrífuga convierte las fibras en hilos. No es necesario utilizar bobinas y el hilo se recoge directamente en el embalaje adecuado.

1.7.3 Procesos de acabado

Se define acabado como el proceso para definir la apariencia, tacto o comportamiento del hilo.

1.7.3.1 Chamuscado

Este es el proceso de remover las fibras superficiales, pasando la tela o madeja rápidamente sobre la llama de gas y luego se la coloca en un baño para apagar las chispas y enfriar la tela [38].

1.7.3.2 Desencolado

El objetivo de este proceso es retirar el almidón y sus derivados, para ello se utilizan agentes que degradan el encolado y lo vuelven soluble en agua. Se realiza a través de enzimas (amilasas con ayuda de surfactantes) o agentes oxidantes (peróxido de hidrógeno en presencia de hidróxido de sodio, surfactantes y estabilizantes) [39].

1.7.3.3 Desengrasado y blanqueo

El objetivo del desengrasado es la eliminación de las impurezas insolubles en agua, grasas naturales y ceras presentes en las fibras. Este tratamiento aumenta la absorción de las fibras; se puede realizar a través de la inmersión en hidróxido de sodio caliente o a través de enzimas. En cuanto al blanqueo, su función es la completa purificación de la fibra, asegurando la decoloración total, se realiza a través de agentes oxidantes (hipoclorito o peróxido de hidrógeno) o de agentes reductores (dióxido de azufre) [39].

1.7.3.4 Mercerización

El tratamiento de mercerización con soda cáustica hincha y reorienta la estructura de la celulosa, creando más sitios para la vinculación de las fibras de algodón. Esto mejora la absorción del colorante, la fuerza extensible, la estabilidad dimensional y el lustre.

Se realiza a través de la mercerizadora horizontal con tensión [40], la cual está compuesta por un par de cilindros metálicos que giran alrededor de sus ejes, a la vez que ambos pueden acercarse o alejarse entre sí a lo largo de la línea horizontal. Además, un cilindro de caucho presiona con una fuerza regulable sobre el cilindro. Debajo de los cilindros está colocado un baño que aloja la solución de mercerización que recircula constantemente mediante la bomba. En la parte superior, están los rociadores que realizan el lavado del hilado una vez concluido el proceso.

1.7.3.5 Teñido

El teñido es un proceso necesario en la cadena textil e incrementa significativamente el valor económico del producto. Las fibras, hilados, y telas, e incluso la ropa pueden teñirse. Las dos principales técnicas utilizadas en el teñido son las de teñido por agotamiento y el teñido en Foulard. En el teñido por agotamiento (proceso discontinuo) [41] el material se lleva a un equilibrio con una solución que contiene el tinte por unos minutos u horas. Éste será detallado porque es el que se adecua al proceso de tratamiento de fibras.

Teñido por agotamiento [41]:

Para el sistema por agotamiento, las máquinas se diferencian por su acción mecánica que actúa sobre la materia a teñir, sobre el baño tintóreo o sobre ambas cosas a la vez. Se utiliza principalmente un autoclave, que consta de un recipiente hermético que contiene la solución colorante y una jaula porta-material, en la que se aloja lo que se va a teñir. Otros elementos importantes en el autoclave son: 1) calentador y refrigerador del baño, para poder

modificar la temperatura, 2) bomba de presión, 3) dispositivo para una rápida toma de muestras, en cualquier momento de la tinturada.

Luego del teñido, se realizan operaciones adicionales, como la eliminación del colorante no fijado, a través de un lavado en seco o húmedo; el desarrollo de un color más intenso implementando altas temperaturas y la eliminación de impurezas.

En la Figura 5 se presenta un esquema de proceso simplificado de obtención de fibras de algodón, como el que se detalló, que sintetiza las etapas más relevantes.

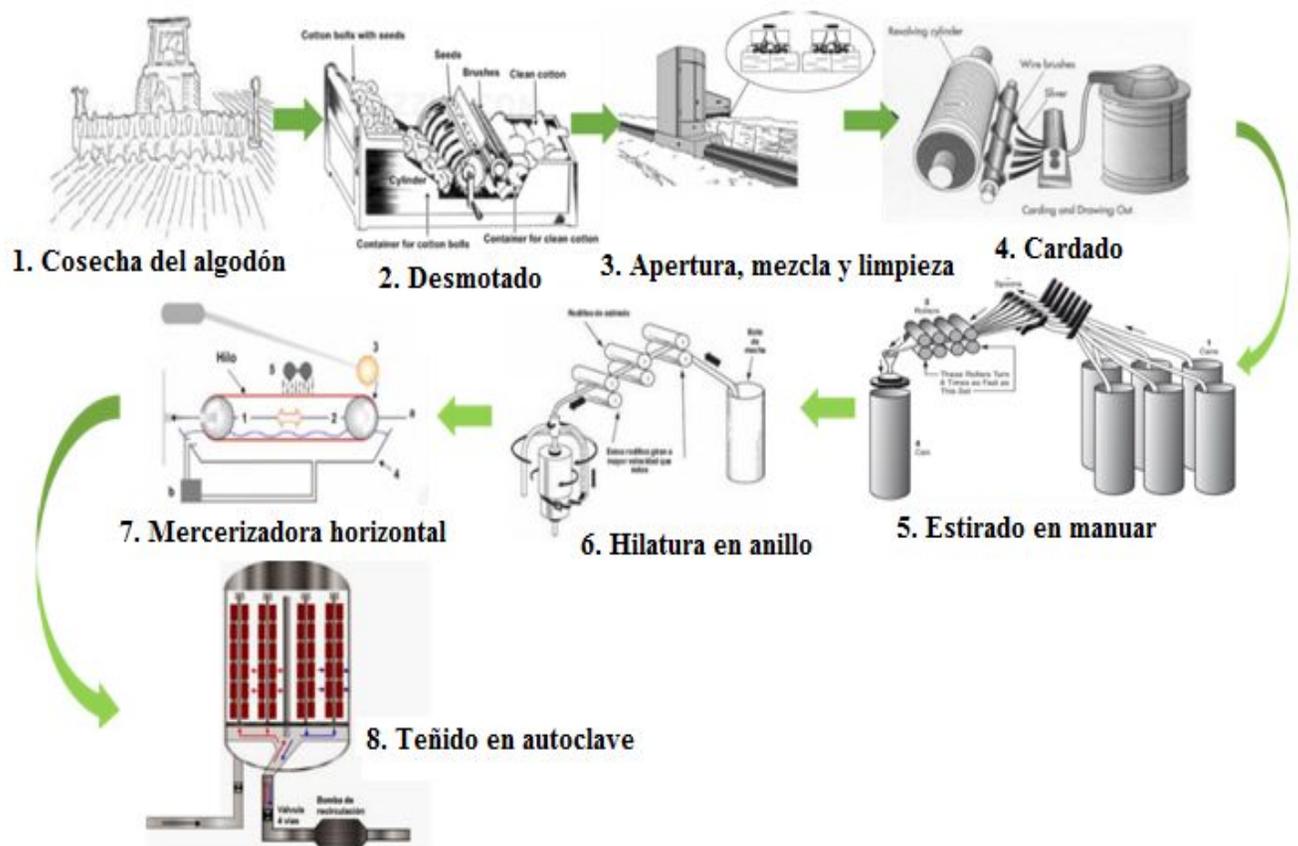


Figura 5. Esquema de proceso simplificado de obtención de fibras de algodón

1.8 Industrias en la Argentina

La producción algodonera en Argentina es una de las actividades más importantes vinculadas a las economías regionales y sin duda es una de las producciones con una cadena de valor completa, es decir comienza con la producción agropecuaria de la fibra y se procesa industrialmente en el país hasta la prenda final con alto contenido de diseño. Se completan así en el país todos los procesos de agregado de valor del algodón que incluyen la hilatura, tejeduría, tintorería y confección de prendas tanto para comercialización en el mercado interno como para exportación. En la actualidad es una de las cadenas más integradas del país y encierra un gran potencial productivo en todos los eslabones industriales, con el correspondiente impacto hacia los eslabones primario, comercial y todos los servicios de apoyo [42].

Según evaluaciones de la Fundación Protejer la cadena de valor textil nacional (que es principalmente algodonera) parte de 1.300 u\$ la tonelada de fibra y multiplica por 43 este valor, arribando a 55.000 u\$ la tonelada de prendas. De esta manera esta cadena de transformación representa una de las que mayor valor agregado introducen desde el agro hasta el producto final [42].

Las provincias argentinas de producción de algodón son: Chaco y Santiago del Estero principalmente, además Santa Fe, Formosa, Salta, Corrientes, Catamarca, Jujuy y Tucumán.

La producción de hilados en Argentina se realiza en plantas especializadas que proveen a las tejedurías, venden ese producto en el mercado interno o lo exportan. Algunas plantas están integradas hacia atrás, participando en la etapa de desmotado y/o hacia adelante, integrándose con las tejedurías. En este caso, la producción de hilados está destinada a abastecer su propia elaboración de tejidos [43].

Existen actualmente en el país nueve plantas desmotadoras e hilanderas: 7 de TN & Platex, Hilado S.A (Nacional) (2 en La Rioja; 2 en Tucumán, 1 en Chaco, 1 en Corrientes y 1 en Buenos Aires); y 2 en Corrientes, Tipoití SATIC (Nacional) y Emilio Alal SACIFI (Nacional). Además hay más de 30 plantas hilanderas integradas a las tejedurías distribuidas mayormente entre las provincias de Buenos Aires (el 54%), La Rioja, San Juan, Catamarca, Santiago del Estero, Tucumán, San Luis, Chaco, Corrientes y Santa Fe. Entre las empresas más grandes están Alpargatas (de São Paulo Alpargatas, Brasil), Textil Iberoamericana S.A (Nacional), Texcom (de Grupo Fadeté SA, Nacional) y Cladd S.A. de Grupo Cladd (incluye Enod S.A, Nacional) [43].

Las plantas de hilanderías y tejedurías se localizan principalmente cerca de los centros de consumo (Buenos Aires) y en las provincias que implementaron regímenes de promoción industrial. Por este motivo, hay una mayor concentración en la región del noroeste argentino que en la del noreste.

La Campaña Algodonera 2014/15 arroja los siguientes datos estimados: 500.000 has sembradas, producción de fibra de algodón 240.000 ton, consumo: 160.000 ton, importación 4.000 ton. y exportación 40.000 ton. El promedio de rendimiento de fibra en este ciclo arroja una cifra del 28,7 %; en base al rendimiento de la superficie cosechada, un valor promedio de 447 kg de fibra por hectárea, lo que posiciona a Argentina en un gran productor de algodón a nivel mundial [42].

OBJETIVOS

Conforme a los aspectos teóricos presentados, este Proyecto Integrador se propone:

Objetivo general

Otorgar capacidad antimicrobiana a hilos de algodón, utilizando metodologías sencillas, de bajo costo y aplicación industrial viable y fácil. Estas metodologías se basarán en la modificación de celulosa mediante reacciones de injerto de ácidos policarboxílicos.

Objetivos específicos

1. Impartir propiedades antimicrobianas a hilos de algodón mediante el injerto de ácidos policarboxílicos, analizando el efecto de diferentes variables del proceso, tales como tiempo, tipo de ácido policarboxílico utilizado y concentración.
2. Comprobar la eficiencia de la reacción y el efecto sobre la misma de las distintas variables de reacción ensayadas enumeradas en el objetivo anterior.
3. Caracterizar las propiedades finales del material analizando color y propiedades mecánicas.
4. Establecer las condiciones óptimas de reacción en base a los resultados obtenidos de avance de reacción y propiedades finales.
5. Evaluar la capacidad antimicrobiana de las fibras modificadas en las condiciones óptimas.
6. Realizar una propuesta del proceso de producción de hilos de algodón con actividad antimicrobiana con potencial aplicación a la industria.

CAPÍTULO 2

Materiales y métodos

2.1 Materiales

2.1.1 Reactivos

Para realizar la modificación de los hilos de algodón, los materiales utilizados fueron los siguientes:

- **Hilos o fibras de algodón:** como matriz de modificación se utilizaron hilos de algodón de color blanco y negro, provistos por MEDIARG, industria textil abocada a la confección de medias, ubicada en la provincia de Buenos Aires, Argentina.
- **Ácido 1,2,3,4-Butanotetracarboxílico (BTCA):** se utilizó como agente activo para injertar sobre las fibras de algodón. Marca: Sigma-Aldrich. Aspecto sólido cristalino, color beige. Pureza 99%. Fórmula: $[\text{CH}(\text{CO}_2\text{H})\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}]_2$. PM: 234,16 g/mol. [Ficha técnica Anexo A].
- **Acido Ftálico (PA):** se aplicó como agente activo para injertar sobre las fibras de algodón. Marca: Sigma-Aldrich. Aspecto sólido cristalino, de color blanco y forma de escamas. Pureza 99%. Fórmula: $\text{C}_6\text{H}_4\text{-1,2-(CO}_2\text{H)}_2$. PM: 166,14 g/mol. [Ficha técnica Anexo A].
- **Hipofosfito de sodio monohidratado (SHP):** se utilizó como catalizador de la reacción. Marca: Sigma-Aldrich. Aspecto sólido cristalino blanco. Pureza 99%. Fórmula $\text{H}_2\text{NaO}_2\text{P}\cdot\text{H}_2\text{O}$. PM: 87,98 g/mol. [Ficha técnica Anexo A].
- **Hidróxido de sodio:** utilizado como agente de lavado. Marca: Sigma-Aldrich. Aspecto granuloso blanco. Pureza 98%. Fórmula: NaOH. PM 39,997 g/mol. [Ficha técnica Anexo A].
- **Cepas de levadura: *Cándida albicans*.** Provistas por el Laboratorio de Microbiología de Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN); Universidad Nacional de Córdoba (UNC).
- **Agar Glucosado Sabouraud (SDA):** empleado como medio de cultivo para el crecimiento de *C. albicans*. Marca: Britania. Aspecto sólido de color ámbar claro, ligeramente opalescente sin precipitado. Grado: para microbiología. [Ficha técnica Anexo A].

2.1.2 Material de vidrio

Se utilizaron probetas de 100 mL y 20 mL, pipetas de 2, 5, 10 y 1 mL, beacker y Erlenmeyer. Además, se utilizaron placas de Petri y portaobjetos para la manipulación de los hilos. Espátula de Drigalsky.

2.1.3 Equipos

Los equipos utilizados para la obtención de las fibras modificadas y su posterior análisis fueron:

- Balanza digital marca SCALTEC - SBA32, con un error de 0,0001g; perteneciente a la Planta Piloto de la FCEFyN.
- Estufa marca Marne, perteneciente a la Planta Piloto de Ingeniería Química (UNC).
- Microscopio óptico con FT-IR integrado - Nicolet iN10 perteneciente a la Facultad de Ciencias Químicas de la UNC.
- Colorímetro CR-400, marca Konica Minolta Sensing, del Instituto Superior de Investigación, Desarrollo y Servicios en Alimentos (ISIDSA).
- Equipo de tracción (texturómetro) Instron 2519-104, del ISIDSA.
- Microscopio óptico Leica DM750 perteneciente al departamento de Química Industrial y Aplicada (FCEFyN-UNC).
- Microscopio electrónico de barrido LEO, EVO 40-XVP.

2.2 Reacciones de modificación

Las fibras de algodón se trataron con los ácidos seleccionados de acuerdo a las condiciones que se detallan a continuación.

2.2.1 Parámetros y condiciones generales de las experiencias realizadas

Para llevar a cabo las reacciones de modificación de las fibras de algodón se seleccionaron como variables de reacción el tiempo y la concentración de los ácidos BTCA y PA. Basándose en la bibliografía consultada [20], se eligió como temperatura de curado 160 °C y se mantuvo constante la relación molar ácido: catalizador (1:1) [20, 44].

Se utilizó un diseño experimental basado en la metodología de superficie de respuesta, para minimizar el número de experiencias y poder analizar el efecto de interacción entre las variables de reacción. En esta clase de diseños se utiliza una matriz geométrica para obtener los puntos necesarios para realizar el análisis dependiendo de la cantidad de factores y puntos iniciales.

Se adoptó el modelo de Doehlert para dos variables, el conjunto de puntos del sistema se distribuye uniformemente en un hexágono alrededor de un valor central [45].

Dada la elección de dos factores (tiempo y concentración), el diseño indicó que debían realizarse 7 experimentos, para cada tipo de fibra (blanca y negra) y para cada ácido (BTCA y PA), con 5 valores de tiempo distintos y 3 de concentración (Tabla 1). El rango de trabajo elegido fue tiempos entre 10 y 30 min y concentraciones de 5 a 10 % p/p.

Además se incluyó el valor codificado de los datos, necesarios para el análisis de superficie de respuesta en el software Statgraphics.

Tabla 1. Matriz de diseño de experimentos: Doehlert para dos factores

Muestra	Tiempo		Concentración	
	Codificado (X1)	Real (min)	Codificado (X2)	Real (%p/p)
1	-0,5	15	-0,866	5
2	0,5	25	-0,866	5
3	-1	10	0	7,5
4	0	20	0	7,5
5	1	30	0	7,5
6	-0,5	15	0,866	10
7	0,5	25	0,866	10

Además de las muestras señaladas, se preparó una muestra de referencia, llamada mezcla física (MF), tratada de igual manera, pero sin el curado a 160 °C, con la inmersión en ácidos a una concentración de 7,5 % p/p.

2.2.2 Metodología general para la preparación de muestras

El procedimiento aplicado para el tratamiento de los hilos se describe a continuación y también puede observarse el esquema simplificado en la Figura 6.

- 1- Se cortaron hilos de ambos colores de una longitud de 1,05 m para cada ensayo, y se dispusieron alrededor de un portaobjetos de manera de individualizarlos para la reacción.
- 2- Se prepararon 20 mL de las soluciones de los ácidos BTCA y PA en sus distintas concentraciones, usando como solvente una mezcla 8:12 v:v de agua y etanol (96 % v/v). En la misma solución fue agregado el catalizador SHP de forma tal que su relación molar fuera 1:1 con los distintos ácidos.

- 3- Las muestras de hilos fueron acondicionadas a 19 ± 2 °C y $60\pm 4\%$ de humedad, utilizando un climatizador (recipiente hermético conformado por agua y glicerina), de manera tal que las condiciones se mantuvieran constantes antes de tomar contacto con los ácidos.
- 4- Las muestras de hilo se sumergieron en las soluciones durante 30 segundos, luego se pusieron sobre un papel absorbente para eliminar la solución excedente durante 10 segundos. Para asegurar que las muestras absorbieran la misma cantidad de solución se realizó un pesaje antes de la inmersión e inmediatamente después de la eliminación del excedente. Se determinó de esta manera que las fibras absorbieron aproximadamente 100% su peso de solución.
- 5- Las fibras embebidas con los reactivos se secaron a temperatura ambiente.
- 6- Se colocaron las muestras en la estufa a 160 °C, en los tiempos establecidos por el diseño experimental.
- 7- Se guardaron las muestras en films herméticos para posterior análisis.

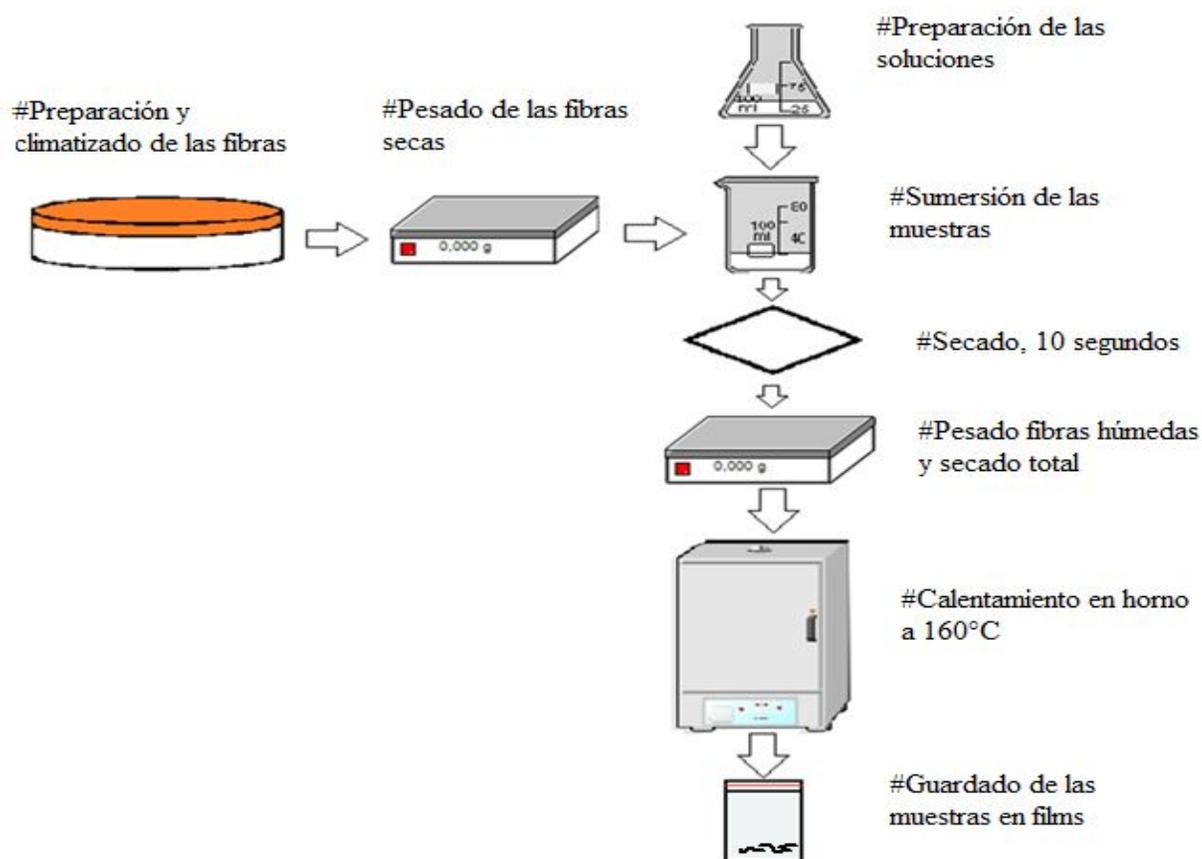


Figura 6. Esquema de las experiencias realizadas

2.3 Caracterización

A continuación se detallan los equipos y procedimientos utilizados para los ensayos de caracterización de las fibras modificadas.

2.3.1 Espectroscopía infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR)

La espectroscopía es el estudio de la interacción entre la radiación electromagnética y la materia con absorción o emisión de energía radiante. La espectroscopía infrarroja es una herramienta poderosa para identificar compuestos orgánicos e inorgánicos puros porque a excepción de las moléculas homonucleares como O₂, Cl₂ y N₂; todas las especies químicas moleculares absorben radiación infrarroja. La energía de la radiación infrarroja puede excitar transiciones vibratorias y rotatorias, pero es insuficiente para excitar transiciones electrónicas [46].

En los instrumentos de transformada de Fourier todas las longitudes de onda son detectadas y medidas simultáneamente utilizando un interferómetro de Michelson. Para separar las longitudes de onda es necesario modular la señal de la fuente y pasarla a través de la muestra en una forma tal que pueda ser registrada por un interferograma. El interferograma es decodificado mediante una transformación de Fourier, operación matemática que se efectúa por una computadora (parte integral de los espectrómetros) [46].

Los espectros de absorción de los componentes puros y de las muestras preparadas se obtuvieron en un microscopio óptico con FTIR integrado - Nicolet iN10 perteneciente a la Facultad de Ciencias Químicas de la UNC. Los espectrogramas fueron tomados utilizando un ancho espectral desde 600 a 4000 cm⁻¹ con una resolución de 4 cm⁻¹ y una acumulación de 16 barridos. Para este análisis, 5 cm de cada fibra se sometieron a lavados sucesivos con abundante agua destilada y etanol (96% v/v) para eliminar los excedentes de reactivos. Debido a que las bandas del grupo éster formado durante la reacción y del carboxilo libre no reaccionado se superponen a 1,720 cm⁻¹, las muestras fueron también tratadas durante 3,5 min con una solución de NaOH para convertir los ácidos carboxílicos libres a carboxilatos. Así la intensidad del éster puede ser medida y usada como base del análisis cuantitativo del éster formado entre el BTCA-celulosa y PA-celulosa [20].

2.3.2 Color

El color se define como la parte visible del espectro electromagnético que puede ser captado e interpretado por el sentido de la vista. Cuando la luz toca alguna superficie, esta refleja una parte. Esta parte que se refleja de la luz es captada por el ojo humano e interpretada como color.

El colorímetro es un dispositivo que permite la cuantificación de un color y su comparación con otro. El valor numérico asignado al color permitirá su adecuada clasificación en la escala de colores. El colorímetro tiene tres funciones específicas: 1) Determinar un valor numérico de un color, 2) llevar a cabo una comparación entre colores y 3) establecer la intensidad y los matices de los colores estudiados [47].

La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), ha definido espacios de color incluyendo CIE XYZ, CIE L*C*h, y CIE L*a*b*, para comunicar y expresar el color objetivamente. El espacio de color L*a*b también referido como CIELAB es uno de los más uniformes para evaluar el color de un objeto y correlaciona los valores numéricos del color con la percepción humana visual. El espacio de color L*a*b fue modelado en base a una teoría de color oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo (Figura 7) [48]:

- L*: Indica luminosidad
- a*: coordenadas rojo/ verde (+a indica rojo, -a indica verde).
- b*: coordenadas azul/ amarillo (+b indica amarillo, -b indica azul).

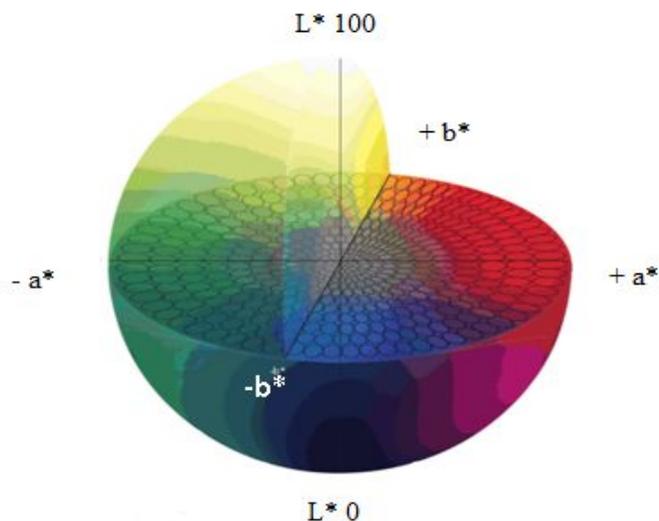


Figura 7. Representación coordenadas CIE L*a*b*

En este estudio, el color es una característica muy importante para la presentación de las fibras. Se pretende que las variaciones del color sean mínimas en las muestras modificadas respecto de las muestras sin modificar, ya que grandes alteraciones en el color causarían rechazos en el producto.

Dicho parámetro fue medido por un colorímetro CR-400, marca Konica Minolta Sensing, del ISIDSA.

Para realizar las mediciones, se tomó cada muestra (1 m), se manipuló la misma para crear una superficie homogénea y se realizaron tres mediciones modificando la superficie de la muestra en cada medición, asegurando que los valores recogidos fuesen sobre puntos distintos.

Se tomaron las medidas de los parámetros L^* , a^* y b^* para el blanco (fibra sin modificar) y para los distintos tratamientos.

2.3.3 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de las fibras, tales como el módulo elástico, elongación porcentual y la resistencia a la tracción, son muy importantes ya que determinarían, en conjunto con otras propiedades, la durabilidad de las fibras con el uso y en el tiempo. Estas propiedades podrían ser modificadas por el tratamiento realizado y por ello la importancia de su determinación [24].

Para estas mediciones se utilizó un equipo de tracción (texturómetro) Instron 2519-104, con una carga de 0,5 kN, y una velocidad de separación de las mordazas de 30 mm/min.

Para llevar a cabo el ensayo se prepararon 10 probetas de cada una de las fibras blancas, de 10 cm de longitud y 1cm de ancho cada una, y se dispusieron entre dos mordazas en el texturómetro, como se muestra en la Figura 8.

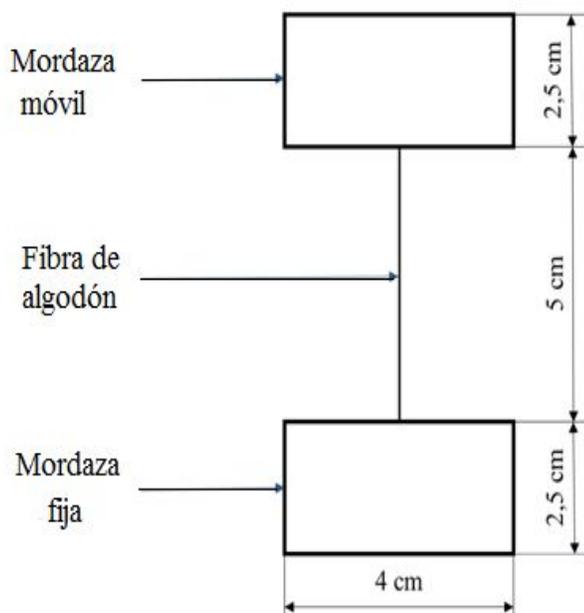


Figura 8. Esquema de probeta de ensayo

2.3.4 Capacidad antifúngica

En estas pruebas se establecieron las propiedades antifúngicas contra *C. albicans* de las fibras modificadas. Se seleccionó este microorganismo ya que es el hongo que causa más frecuentemente candidiasis cutánea, una infección bastante común de la piel. Esta infección puede comprometer casi cualquier piel en el cuerpo, pero comúnmente se produce en áreas cálidas, húmedas y con pliegues como las axilas, la ingle y la zona interdigital, zonas que pueden entrar en contacto con prendas textiles.

Para este análisis se utilizaron las siguientes muestras:

- Fibra virgen (FV), sin realizarle alteraciones, en las mismas condiciones en las cuales fue recibida.
- Fibra modificada (FM), tratamiento con 5% de BTCA y 10 minutos de curado a 160 °C (condiciones establecidas según los resultados obtenidos por el Método de Superficie de Respuesta, ver Capítulo 3, sección 3.2.4).
- Fibra modificada y lavada (FML), mismas condiciones de la fibra modificada, pero luego lavada con abundante agua y etanol (96% v/v).

En cada placa de cultivo se colocó 1 cm de FV, FM y FML, realizándose por triplicado. Se utilizaron solamente fibras blancas por motivos que se detallarán en el Capítulo 3.

Las cepas de *C. albicans* fueron aisladas inicialmente en el medio de cultivo selectivo Yeast Mold o Yeast Malt (YM) sin agar. Después de 24 horas de crecimiento en el medio, se separaron del mismo mediante centrifugación y se colocaron en agua peptonada buferada ajustándose la turbidez a 0,5 Mc Farland ($1 \times 10^6 - 5 \times 10^6$ UFC/mL), luego se volvió a diluir 1:2000 (concentración de $0,5 \times 10^3 - 2,5 \times 10^3$ UFC/mL) Mc Farland, concentración final para el inoculado de 1 mL en las placas previamente preparadas con el medio SDA. Finalmente se colocaron las fibras de algodón (FM, FML y FV) en las placas.

Para observar la adherencia de los microorganismos sobre las fibras se utilizó Microscopía Óptica (MO) y Microscopía Electrónica de Barrido (SEM).

2.3.4.1 Microscopía óptica (MO)

El microscopio óptico permite aumentar las imágenes hasta mil veces y tener un acceso a detalles hasta de 0,2 μm . En esta técnica se requieren tres elementos para visualizar y debe proyectarse una luz brillante en la muestra por los lentes del condensador. Para el estudio en este trabajo se

utilizó el microscopio óptico Leica DM750 perteneciente al departamento de Química Industrial y Aplicada (FCEFYN-UNC).

2.3.4.2 Microscopía electrónica por barrido (SEM)

En el microscopio electrónico de barrido la muestra, cubierta por una película muy delgada de metal pesado, es barrida por un haz de electrones dirigido a un foco por bobinas electromagnéticas que actúan como lentes. El detector mide la cantidad de electrones dispersados o emitidos cuando el haz bombardea cada punto de la superficie. Esta cantidad se utiliza para controlar la intensidad de los puntos sucesivos en una imagen formada.

Para llevar a cabo estas mediciones se utilizó el microscopio electrónico de barrido LEO, EVO 40-XVP operado a 7 kV y una magnificación de 10000x, 5000x y 1500x.

Para fijar los microorganismos a las fibras se utilizó una solución de glutaraldehído 2,5 % v/v en buffer fosfato 0,067 M a pH 7,2. Se almacenó a una temperatura de 4 °C durante 12 horas. Luego se lavaron las muestras con la solución buffer, 3 veces durante 15 minutos.

Se eliminó el agua en las muestras a través de una serie de tratamientos con soluciones hidroalcohólicas que oscilaban entre el 10 y el 100%, y posteriormente con soluciones de acetona/alcohol etílico de concentraciones 50 y 100%. Finalmente se realizó el secado por punto crítico, utilizando CO₂ como solvente.

Luego del tratamiento, cada muestra se montó sobre un trozo de aluminio y se le realizó un baño de oro, necesario para su posterior evaluación morfológica.

CAPÍTULO 3

Resultados y discusión

3.1 Ensayos realizados

Las pruebas efectuadas pueden ser distinguidas en dos grupos. El primero comprende la caracterización físico-química, como lo son el avance de la reacción, el color y las propiedades mecánicas con el objetivo de establecer las condiciones óptimas de la reacción. Tales ensayos se realizaron probando tres concentraciones y cinco tiempos de curado diferentes para cada ácido, sobre las siete muestras modificadas de fibras blancas, las siete de fibras negras, las mezclas físicas y los blancos de comparación de cada color; siguiendo el diseño Doehlert.

El segundo grupo de pruebas fue aplicado a las fibras modificadas utilizando las condiciones óptimas encontradas en la primera parte y al blanco para su comparación. Dentro de estos ensayos se encuentra la caracterización de la actividad antimicrobiana, además de color y propiedades mecánicas incluidas en el grupo anterior.

3.2 Optimización de la reacción

Se debe considerar que la fibra modificada podría ser utilizada para la fabricación de tejidos que deben cumplir con ciertas especificaciones técnicas y estéticas fundamentales, tales como resistencia mecánica suficiente para soportar los procesos de hilado y/o entramado y la conservación del color original. Por este motivo, además del avance de la reacción, se seleccionaron algunas propiedades finales, como las mecánicas y el color, como principales para la optimización de la reacción utilizando la Metodología de Superficie de Respuesta.

3.2.1 Análisis de ocurrencia y avance de la reacción

Este primer ensayo se realizó para determinar la ocurrencia de la reacción deseada mediante FTIR. Para este análisis las muestras fueron lavadas intensamente con agua y etanol, para eliminar los reactivos no reaccionados y poder lograr una mejor caracterización. Además, como fue mencionado anteriormente, las muestras fueron lavadas con una solución de NaOH para neutralizar los ácidos carboxílicos libres luego de la reacción y poder de esta manera tener una adecuada definición del pico éster característico de la reacción.

En la Figura 9 se muestran los espectros FTIR de la fibra antes y después de la modificación, tanto con BTCA como con PA. Se puede ver en la fibra modificada con BTCA la presencia de dos nuevos picos, uno a 1720 cm^{-1} , característico del enlace éster formado durante la reacción y otro a 1580 cm^{-1} correspondiente a los carboxilatos resultantes de la neutralización de los carboxilos libres [20].

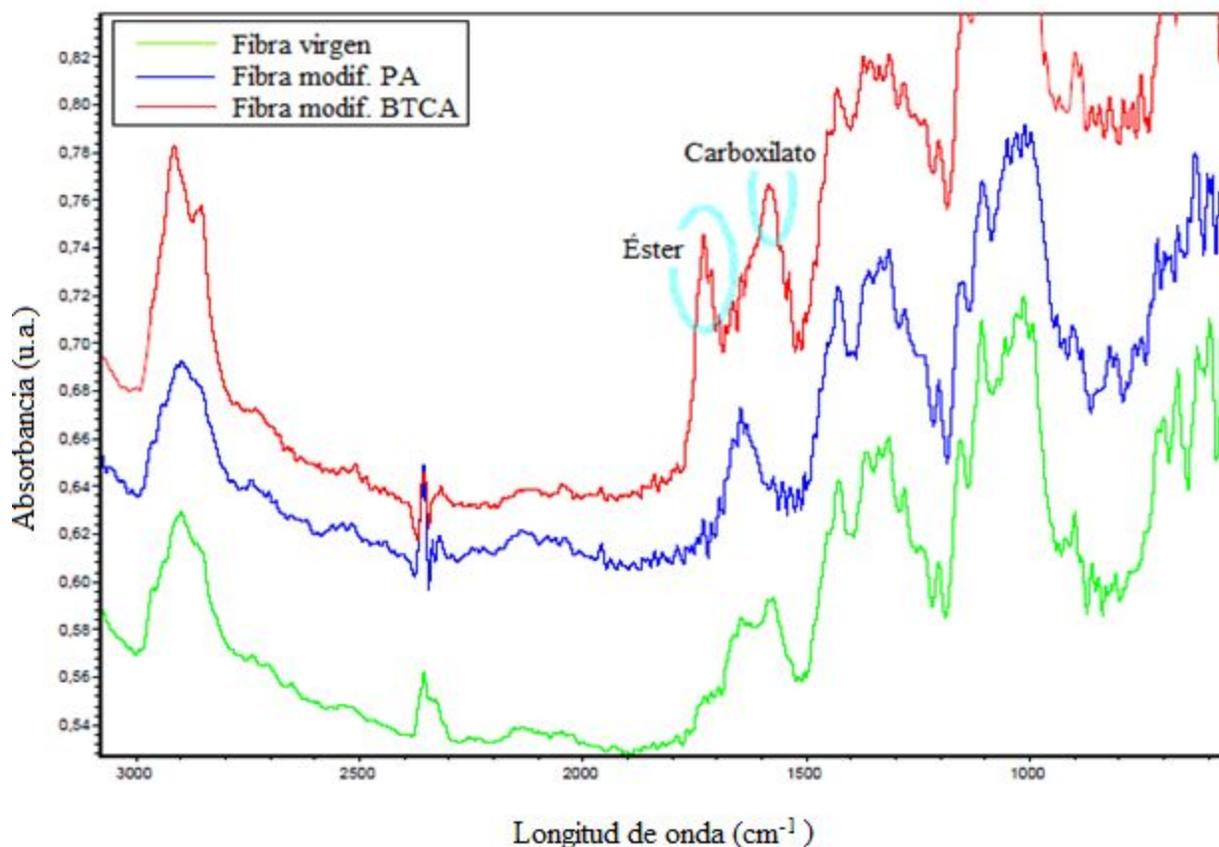


Figura 9. Espectro FTIR de fibra virgen, fibra modificada con BTCA y fibra modificada con PA

Sin embargo, el pico característico del enlace éster a 1720 cm^{-1} y el de los carboxilatos a 1580 cm^{-1} no pueden ser detectados en la fibra modificada con PA. Esta falta de señal propia del enlace éster indica que el PA no fue injertado sobre la celulosa. Probablemente las condiciones de reacción, temperatura y tiempo de curado, son distintas a la del BTCA.

A causa de la imposibilidad de obtener celulosa injertada con PA con las condiciones de reacción propuestas, se decidió seguir con los ensayos subsecuentes analizando sólo las fibras modificadas con BTCA, según el diseño experimental planteado inicialmente.

Una vez determinada la ocurrencia de la reacción, se analizó el efecto de las condiciones de reacción sobre el avance de la misma. Esto se realizó también mediante FTIR, siguiendo la intensidad del pico éster, que da una idea del grado de reacción del BTCA, y la relación de picos carboxilato/éster que da indicio del grado de sustitución del ácido policarboxílico. Para una correcta comparación, las intensidades de los picos fueron normalizadas con la altura del pico a

1318 cm⁻¹, banda asociada con la flexión del enlace C–H de la celulosa [20]. Los resultados obtenidos para cada una de las muestras preparadas, blancas y negras, se muestran en las Tablas 2 y 3; y son el resultado de tres mediciones.

Tabla 2. Intensidad relativa del pico éster y relación pico carboxilato/éster. Fibras blancas

Muestra	Intensidad Relativa del pico éster	Relación del pico carboxilato/éster
1	0,624 ± 0,006	1,112 ± 0,011
2	0,580 ± 0,070	1,330 ± 0,211
3	0,640 ± 0,066	1,242 ± 0,117
4	0,592 ± 0,015	1,241 ± 0,024
5	0,619 ± 0,061	1,168 ± 0,101
6	0,618 ± 0,112	1,275 ± 0,234
7	0,614 ± 0,041	1,316 ± 0,037

Tabla 3. Intensidad relativa del pico éster y relación pico carboxilato/éster. Fibras negras

Muestra	Intensidad Relativa del pico éster	Relación del pico carboxilato/éster
1	0,628 ± 0,037	1,267 ± 0,076
2	0,637 ± 0,045	1,248 ± 0,042
3	0,580 ± 0,050	1,320 ± 0,061
4	0,674 ± 0,012	1,097 ± 0,005
5	0,655 ± 0,004	1,131 ± 0,011
6	0,646 ± 0,027	1,163 ± 0,079
7	0,597 ± 0,052	1,258 ± 0,041

Según puede observarse en la Figura 10 y en las Tablas 2 y 3, el grado de modificación alcanzada en las fibras blancas y negras es muy similar, y por esta razón se decidió mostrar en adelante únicamente los resultados obtenidos para las blancas, con el fin de facilitar el análisis de los resultados y su lectura.

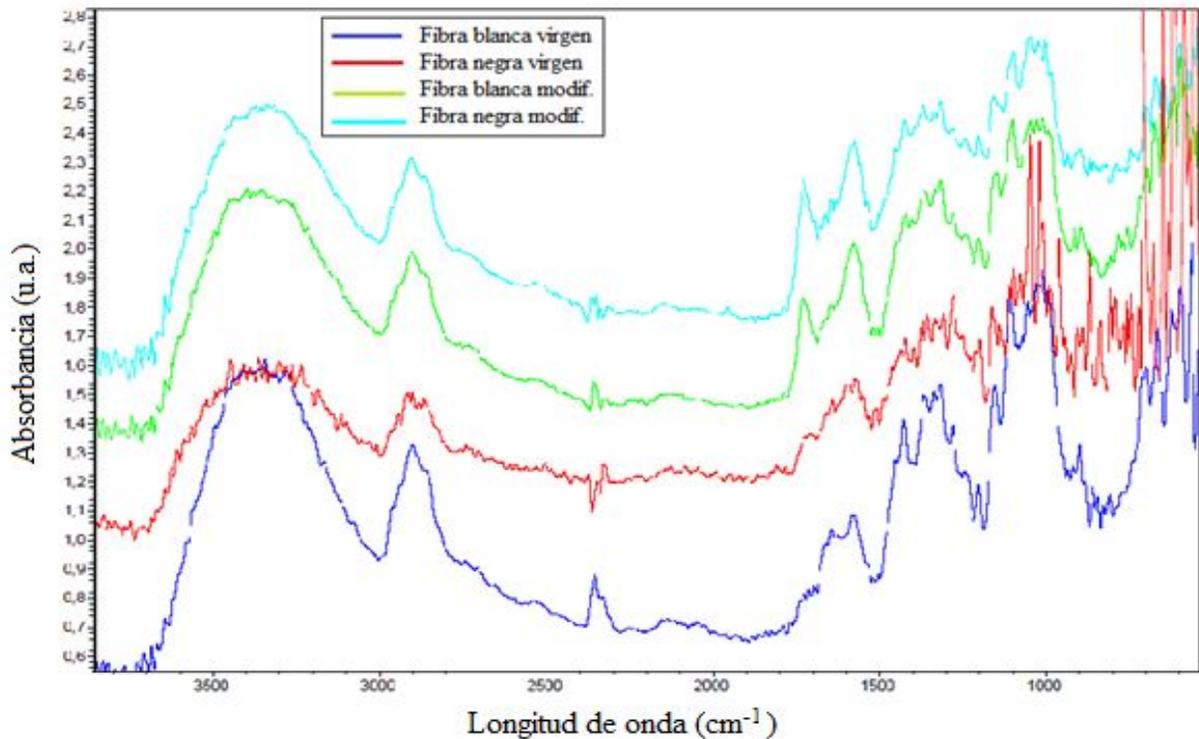


Figura 10. Espectros FTIR de fibras vírgenes y fibras modificadas. Blancas y negras

En la Figura 11 se muestra la superficie de respuesta obtenida para intensidad del pico éster, como función de la concentración de ácido y tiempos de reacción.

La ecuación del modelo ajustado, con sus términos significativos, resultó ser la siguiente:

$$\text{IR1720} = 0,593 + 0,009 \cdot \text{Concentración} - 0,014 \cdot \text{Tiempo} + 0,012 \cdot \text{Concentración}^2 + 0,025 \cdot \text{Concentración} \cdot \text{Tiempo} + 0,035 \cdot \text{Tiempo}^2$$

R-cuadrada = 10,28 %

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 10,28% de la variabilidad en IR1720 cm⁻¹, lo cual no es un ajuste muy adecuado. Este ajuste pobre puede deberse a la poca variación de la intensidad del pico éster en las distintas mediciones, debidas principalmente a variaciones dentro del error experimental, lo cual podría dar una respuesta o variación aleatoria, difícil de ajustar a una superficie representada por la ecuación seleccionada.

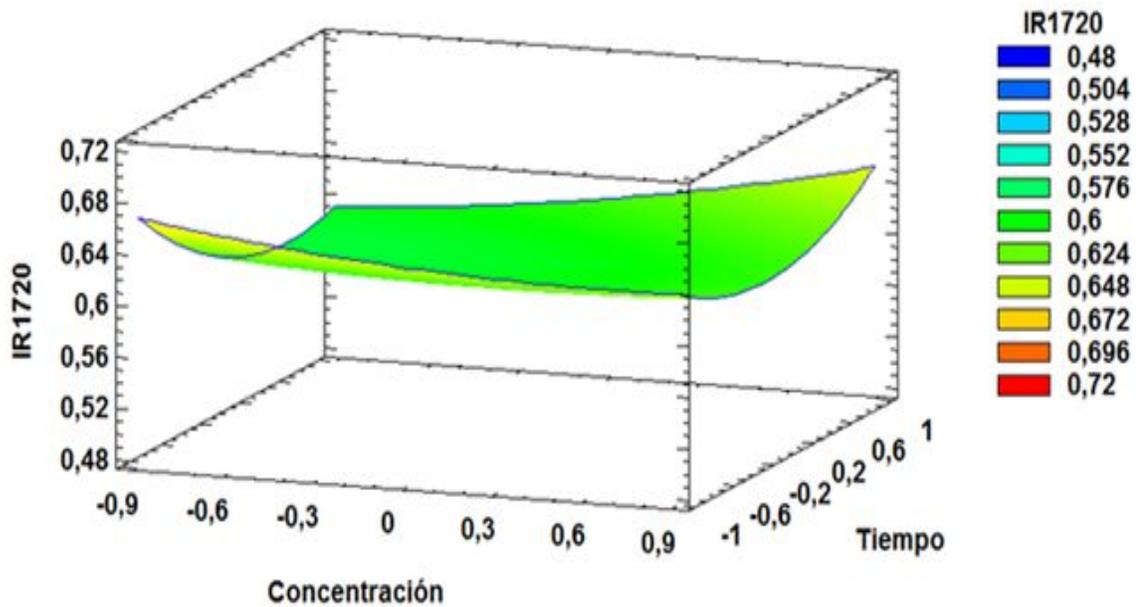


Figura 11. Superficie de respuesta estimada para la intensidad del pico éster de fibras blancas

En el gráfico de Pareto estandarizado (Figura 12) cada efecto es transformado a un estadístico-t dividiéndolo entre su error estándar. Esta estandarización de efectos es graficada en orden decreciente de la magnitud absoluta. En adición, una línea es dibujada sobre el gráfico para determinar si un efecto es estadísticamente significativo en un nivel de significancia del 5%. En este gráfico (Figura 12) se evidencia que ningún efecto es significativo, y el tiempo tiene un efecto estimado absoluto mayor que la concentración de BTCA.

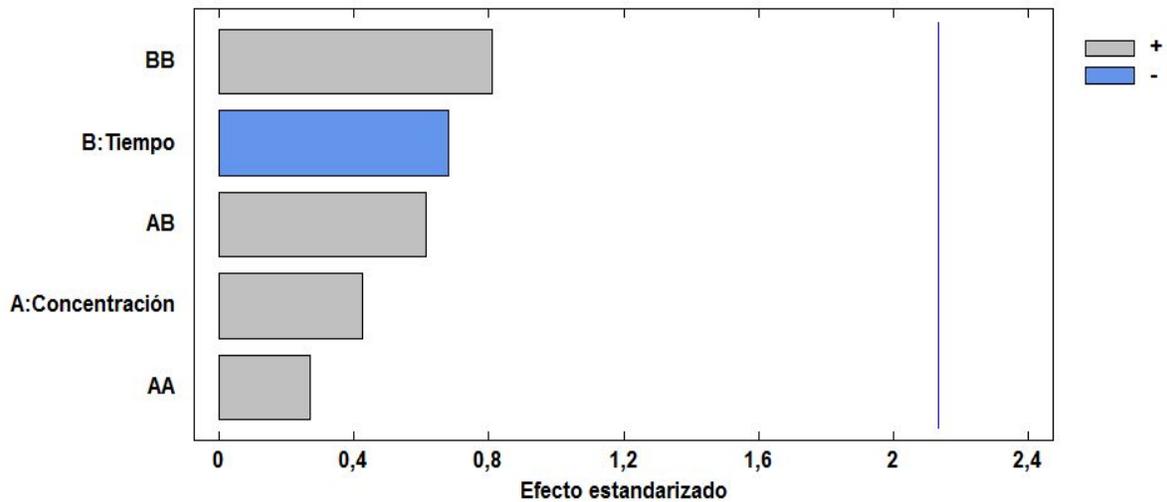


Figura 12. Diagrama de Pareto estandarizado de los factores de las superficies de respuesta para el pico éster. Fibras blancas

En la Figura 13 se pueden observar los efectos principales sobre la intensidad del pico éster, determinándose un efecto cuadrático producido sobre el pico éster a 1720 cm^{-1} , tanto de la concentración como del tiempo, siendo más pronunciado para este último factor. Se presentan valores altos del pico éster a concentraciones altas y tiempos altos, como así también a concentraciones bajas y tiempos bajos. Estos efectos no son esperables y pueden deberse a valores dentro del error experimental o a un ajuste no adecuado de la superficie de respuesta.

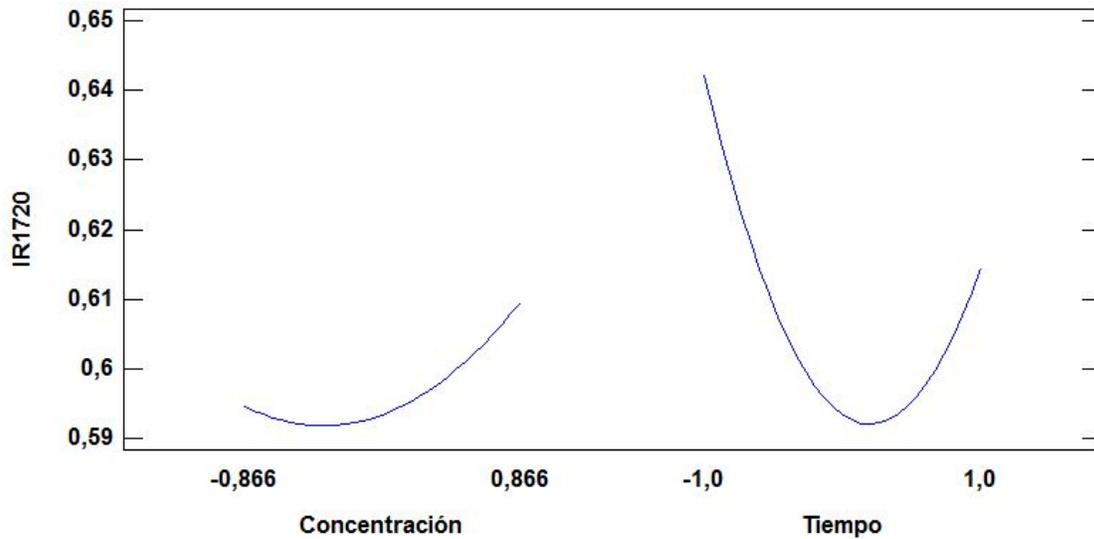


Figura 13. Gráfica de efectos principales para el pico éster. Fibras blancas

Además de la intensidad del pico éster, también se analizó mediante FTIR la relación de la intensidad de picos carboxilato/éster, para analizar el avance de la reacción. En la Figura 14 se muestra la superficie de respuesta obtenida para esta relación como función de las variables de reacción. Además, la ecuación de regresión obtenida es la siguiente:

$$IR1580/1720 = 1,241 + 0,043*Concentración + 0,018*Tiempo + 0,035*Concentración^2 - 0,102*Concentración*Tiempo - 0,036*Tiempo^2$$

R-cuadrada = 15,11 %

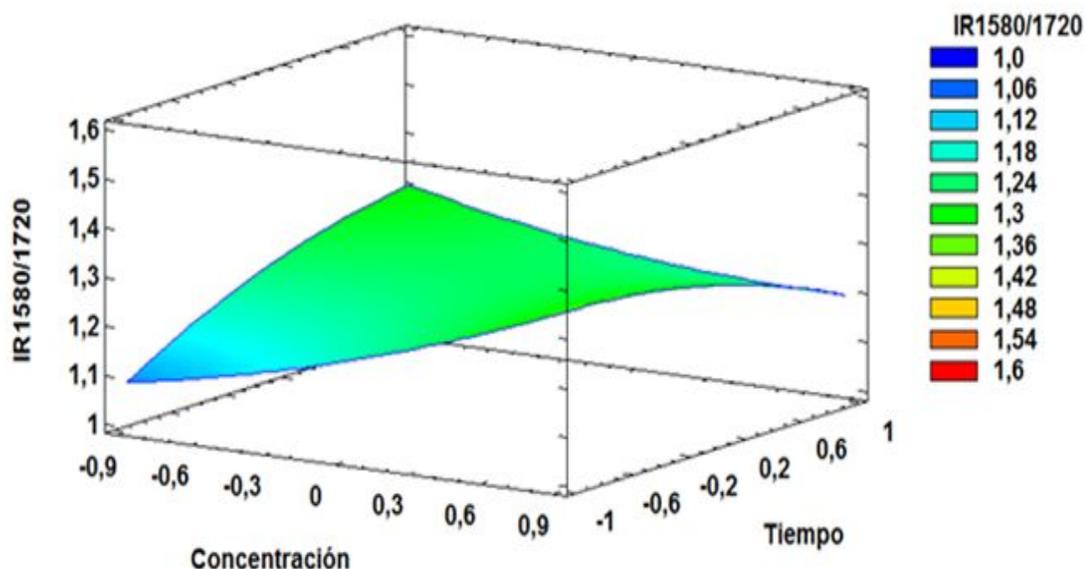


Figura 14. Superficie de respuesta para la relación de picos carboxilato/éster de fibras blancas

Asimismo, el efecto principal de cada factor se resume en la Figura 15. De esta manera, de acuerdo a las Figuras 14 y 15, la relación de los picos carboxilato/éster incrementa con el tiempo y la concentración de BTCA. Este incremento en la relación indica un menor grado de sustitución del BTCA durante la reacción debido al entrecruzamiento de la celulosa. Como fue observado por otros autores, existen tres tipos de uniones entre BTCA y celulosa: intramoleculares, intermoleculares y con un sólo grupo carboxílico reaccionado formando un injerto lateral [49]. A concentraciones bajas de ácido predominan las dos primeras, generando entrecruzamientos de la celulosa y reduciendo el valor de la relación carboxilato/éster. A concentraciones altas comienzan a incrementar las uniones BTCA como injertos laterales, con un solo ácido carboxílico unido a la celulosa, lo que produce un incremento del número de carboxilatos frente a las uniones ésteres. Por otra parte, la dependencia con el tiempo tiene un efecto cuadrático, mostrando un aumento y luego un descenso a altos tiempos de reacción, lo cual no es un efecto esperable y puede deberse a valores dentro del error experimental o a un ajuste no adecuado de la superficie de respuesta.

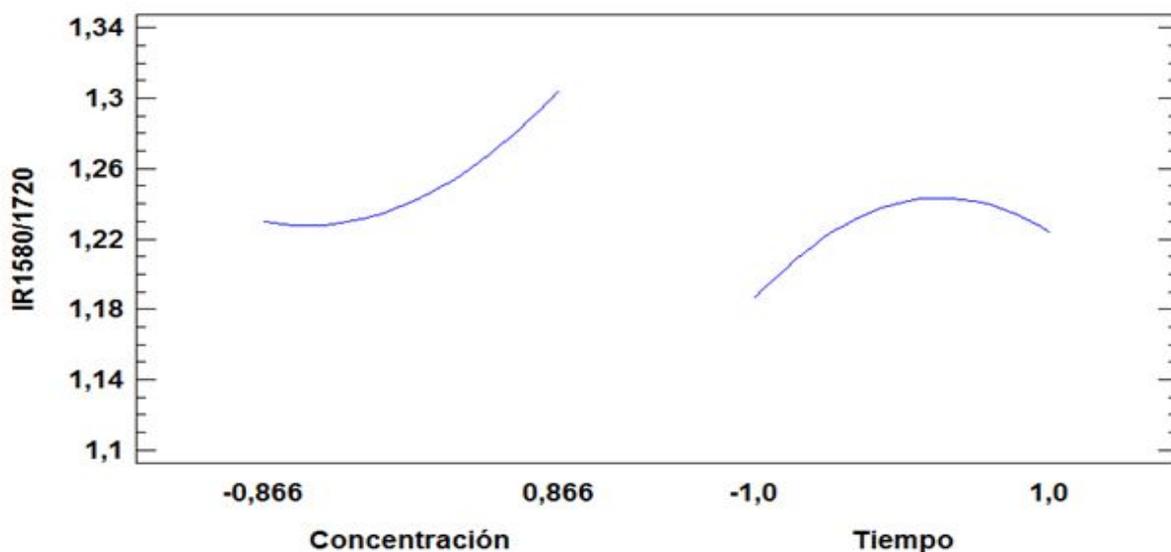


Figura 15. Efectos principales para la relación de picos carboxilato/éster. Fibras blancas

La tabla ANOVA (Tabla 4) particiona la variabilidad del cociente de absorbancias IR 1580/1720 en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, ningún efecto tiene un valor-P menor que 0,05, indicando que no son significativamente diferentes entre sí con un nivel de confianza del 95,0%. De esta manera los efectos no esperados con el tiempo y la concentración están dentro del error experimental, lo cual también podría explicar el bajo R^2 del ajuste de la superficie de respuesta, mostrando variaciones aleatorias en los distintos puntos y haciendo dificultoso el ajuste de la superficie.

Tabla 4. Análisis de Varianza (ANOVA) para IR 1580/1720. Fibras blancas

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Concentración	0,0167	1	0,0167	0,82	0,3792
B:Tiempo	0,0030	1	0,0030	0,15	0,7037
AA	0,0024	1	0,0024	0,12	0,7339
AB	0,0232	1	0,0232	1,14	0,3024
BB	0,0026	1	0,0026	0,13	0,7250
Error total	0,3054	15	0,0203		
Total (corr.)	0,3598	20			

3.2.2 Color

Los ensayos de color se realizaron sobre las siete muestras blancas obtenidas en la modificación, las fibras vírgenes y la fibra impregnada, llamada mezcla física (MF), tomada como referencia, la cual fue descrita en la sección 2.3.1 del Capítulo 2.

En la Tabla 5 se muestran los valores de acuerdo al espacio CIELab obtenidos con el colorímetro para cada una de las muestras. Como se mencionó en el Capítulo 2, se tomaron 3 mediciones por cada muestra.

Tabla 5. Valores de acuerdo al espacio CIELab para fibras blancas

1	L	90,04	91	91,98	6	L	92,18	89,85	93,48
	a	0,26	-0,06	-0,14		a	-0,66	-0,18	-0,53
	b	-2,56	-1,75	-1,67		b	-0,74	-1,35	0,01
2	L	90,45	92,55	91,5	7	L	93,6	92,22	93,26
	a	0,18	-0,46	-0,2		a	-0,31	-0,39	-0,55
	b	-2,57	-1,02	-1,32		b	-1,08	-1,41	-0,89
3	L	94,81	91,06	92,09	MF	L	93,84	93,89	90,92
	a	-0,33	0,15	-0,33		a	-0,49	-0,54	-0,6
	b	-2,12	-2,22	-2,02		b	-2,24	-1,58	-1,58
4	L	92,5	92,49	93,26	Blanco	L	93,43	94,34	91,02
	a	-0,31	-0,48	-0,39		a	0,67	0,64	0,8
	b	-1,7	-0,79	-1,32		b	-4,39	-4,33	-3,93
5	L	92,33	91,78	91,9					
	a	-0,5	-0,66	-0,68					
	b	-0,74	-0,73	-0,21					

Para una mejor comparación entre los datos obtenidos, se utiliza la siguiente fórmula que relaciona los valores de L, a y b [20]:

$$(\Delta E)^2 = (\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2$$

Esta fórmula relaciona la diferencia de color de la fibra modificada con la fibra virgen. En la Tabla 6 se muestran los valores obtenidos para fibras blancas.

Tabla 6. Variación de color (E). Fibras blancas

Muestra	Variación del color (E*)
Blanco	0
1	3,143 ± 0,267
2	3,267 ± 0,214
3	2,787 ± 0,215
4	3,171 ± 0,455
5	4,002 ± 0,326
6	4,182 ± 0,330
7	3,343 ± 0,238
MF	3,038 ± 0,541

A continuación, en las Figuras 16, 17 y 18 se muestran el gráfico de superficie de respuesta, el gráfico de efectos principales y el diagrama de Pareto obtenidos para la variación del color, respectivamente, mientras que en la Tabla 7 se muestra el análisis de la varianza (ANOVA).

La superficie de respuesta de las fibras blancas fue ajustada de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Color} = 3,171 + 0,322 * \text{Concentración} + 0,286 * \text{Tiempo} + 0,342 * \text{Concentración}^2 - 0,555 * \text{Concentración} * \text{Tiempo} + 0,223 * \text{Tiempo}^2$$

R-cuadrada = 45,21 %

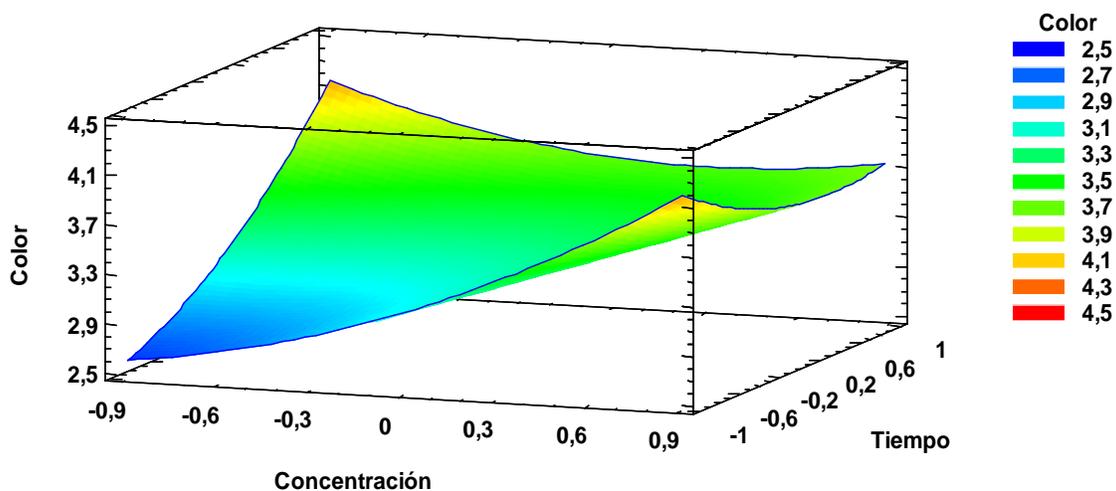


Figura 16. Superficie de respuesta estimada para el color de fibras blancas

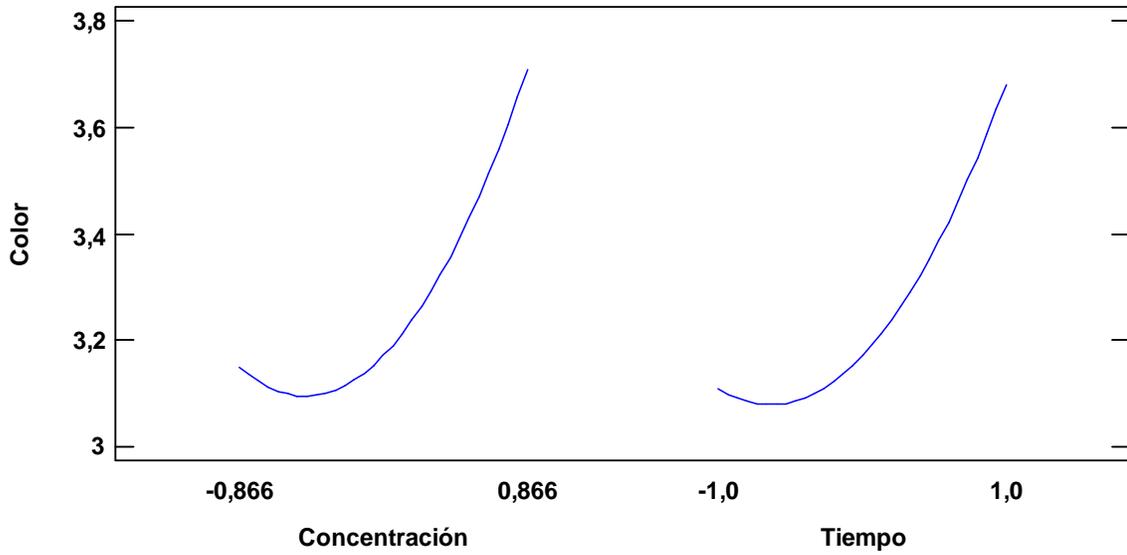


Figura 17. Efectos principales para la variación de color de fibras blancas

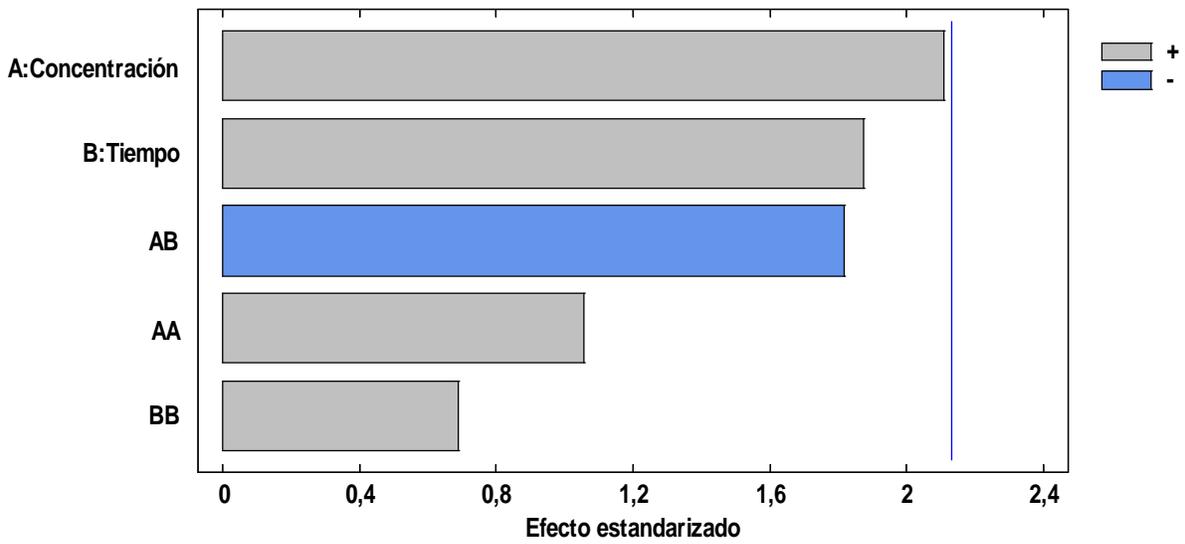


Figura 18. Diagrama de Pareto estandarizado de los factores de las superficies de respuesta para el color

Tabla 7. Análisis de Varianza (ANOVA) para color. Fibras blancas

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Concentración	1,7014	1	1,7014	3,19	0,0944
B:Tiempo	0,2976	1	0,2976	0,56	0,4667
AA	0,2672	1	0,2672	0,50	0,4900
AB	0,5832	1	0,5832	1,09	0,3124
BB	0,0059	1	0,0059	0,01	0,9170
Error total	8,0053	15	0,5336		
Total (corr.)	10,9180	20			

En superficie de respuesta (Figura 16) como así también el gráfico de efectos principales (Figura 17) puede verse que el incremento de ambas variables produce un aumento de la variación del color. Si bien tanto en el diagrama de Pareto (Figura 18) como en la Tabla ANOVA (Tabla 7) puede verse que las variaciones no son estadísticamente significativas, el comportamiento del cambio de color frente a ambas variables tiene una tendencia lógica. Los cambios de color se producen principalmente por reacciones de oxidación y escisión de las cadenas de celulosa y otros componentes no-celulósicos como lignina remanente o aditivos, las cuales son favorecidas por altas temperaturas y tiempos prolongados [50, 51]. El proceso de amarilleo observado incluye la degradación de las cadenas de polisacáridos para dar productos o monómeros de azúcar de cadenas más cortos, especialmente productos de bajo peso molecular derivados del furano, los cuales son los principales constituyentes de las sustancias coloreadas. Esta degradación es facilitada por bajos pH y la presencia de grupos carbonilos y carboxilos además generan mayor sensibilidad al calor [52]. De este modo, una mayor concentración de ácido provoca una disminución del pH lo cual favorece la reacción, como así también ocurre con el incremento del tiempo.

Es importante destacar que si bien es medible un cambio de color, el mismo es poco perceptible al ojo humano y las fibras obtenidas presentan un buen aspecto final luego de la reacción. Además, puede verse en las Tablas 5 y 6 que sólo el agregado de los reactivos, esto es las muestras físicas (MF) preparadas, produce un cambio de color respecto a las fibras vírgenes.

3.2.3 Propiedades Mecánicas

Las propiedades mecánicas se midieron sobre las muestras de los 7 tratamientos, las fibras vírgenes y las mezclas físicas.

En carácter representativo, en la Figura 19 se grafican el comportamiento tensión-deformación de una probeta de cada muestra.

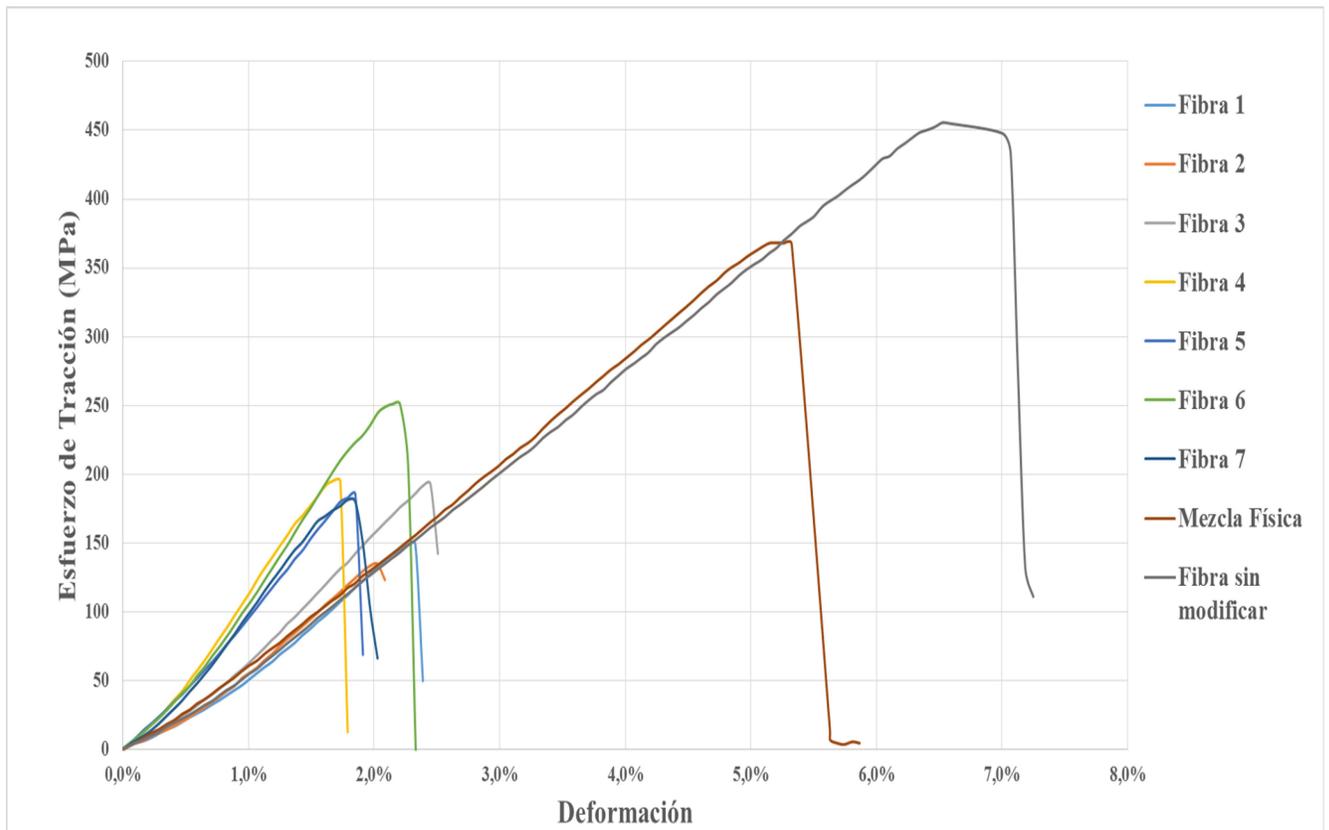


Figura 19. Gráfico tensión-deformación para fibras blancas

A partir de esta gráfica (Figura 19) puede observarse una rigidización del material, debido a que se observa una disminución en la elongación a la rotura y un incremento en el módulo elástico para todas las muestras reaccionadas.

En la Tabla 8 se muestran las propiedades mecánicas de todas las muestras ensayadas.

Tabla 8. Propiedades mecánicas de fibras blancas.

	Elongación (%)	Módulo (MPa)	Resistencia a la Tracción (MPa)
Fibra sola	6,659% ± 0,780%	6794,37 ± 875,477	423,466 ± 37,404
1	2,307% ± 0,373%	6149,871 ± 1418,261	133,824 ± 28,800
2	2,172% ± 0,384%	6912,111 ± 841,526	144,020 ± 27,537
3	2,293% ± 0,344%	8807,508 ± 1102,972	191,027 ± 22,231
4	1,747% ± 0,278%	9838,679 ± 499,559	185,689 ± 28,052
5	1,776% ± 0,466%	9448,531 ± 962,641	172,774 ± 44,434
6	2,024% ± 0,294%	9878,069 ± 385,580	236,953 ± 47,177
7	1,759% ± 0,442%	10368,102 ± 3588,530	187,455 ± 52,967
Mezcla Física	5,035% ± 0,461%	7288,308 ± 889,355	353,163 ± 57,618

A continuación se muestran las superficies de respuesta obtenidas para las distintas propiedades, módulo elástico (Figura 20), resistencia a la tracción (Figura 21) y elongación (Figura 22), con sus respectivas ecuaciones de ajuste, expresadas en la Tabla 9.

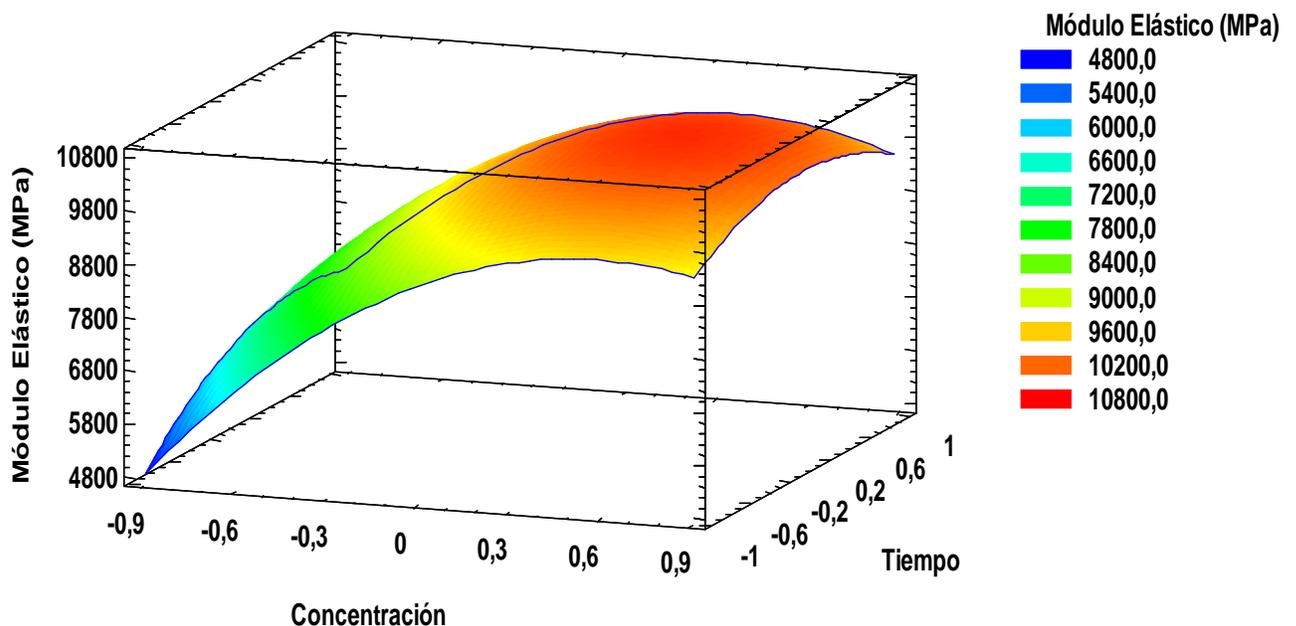


Figura 20. Superficie de respuesta para módulo elástico de fibras blancas

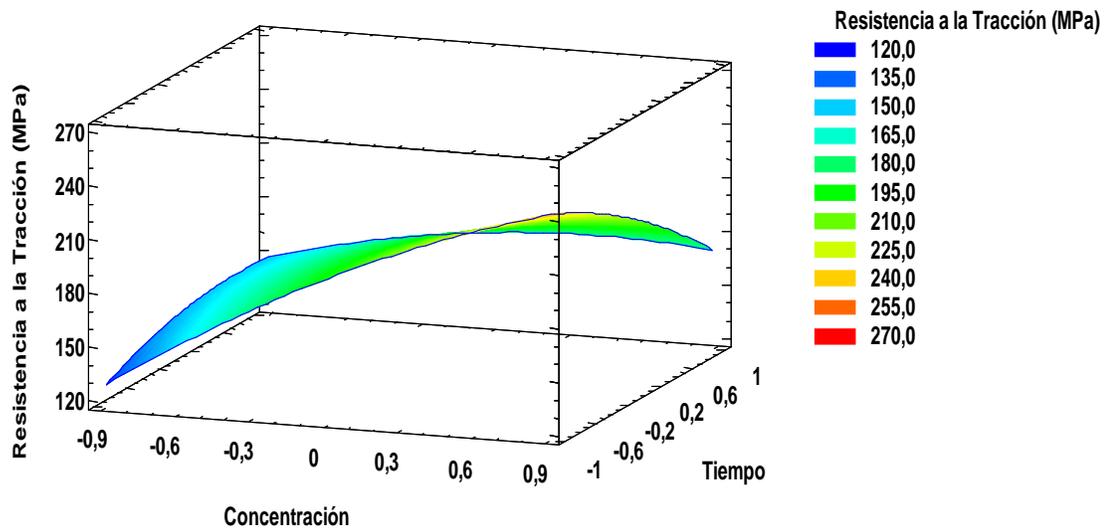


Figura 21. Superficie de respuesta para resistencia a la tracción de fibras blancas

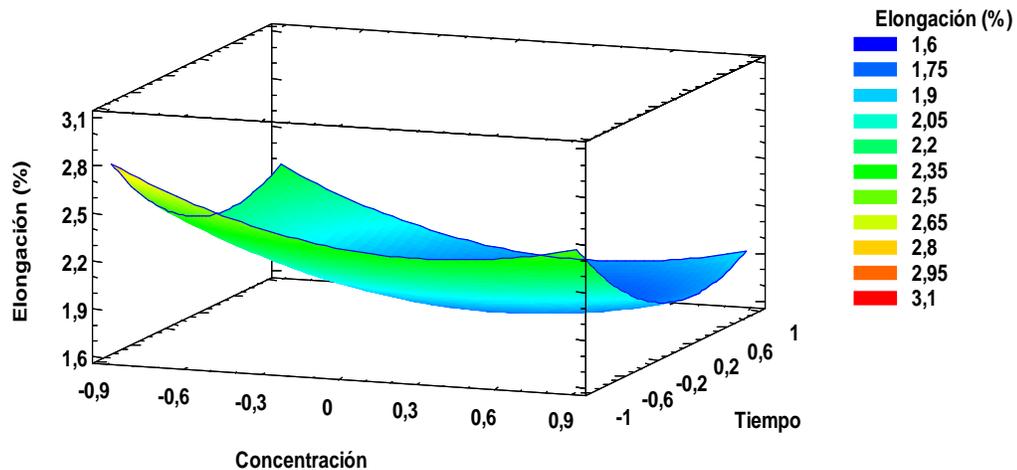


Figura 22. Superficie de respuesta para elongación (%) de fibras blancas

Tabla 9. Ecuaciones de modelo ajustado para fibras blancas

Propiedad	Ecuación
Módulo	$\text{Módulo (MPa)} = 9989,870 + 2028,430 * C (\%) + 507,516 * t (\text{min}) - 2080,530 * C^2 (\%)^2 - 413,264 * C (\%) * t (\text{min}) - 744,740 * t^2 (\text{min})^2$ R-cuadrada= 98,66 %
Esfuerzo	$\text{Esfuerzo (MPa)} = 191,667 + 37,760 * C (\%) - 12,892 * t (\text{min}) - 14,556 * C^2 (\%)^2 - 25,11 * C (\%) * t (\text{min}) - 7,563 * t^2 (\text{min})^2$ R-cuadrada= 87,18 %
Elongación	$\text{Elongación (\%)} = 1,767 - 0,196 * C (\%) - 0,260 * t (\text{min}) + 0,333 * C^2 (\%)^2 - 0,001 * C (\%) * t (\text{min}) + 0,329 * t^2 (\text{min})^2$ R-cuadrada= 92,98 %

Como se puede ver en las gráficas de superficie de respuesta (Figuras 19, 20, 21 y 22) y en la gráfica de efectos principales (Figura 23), para fibras blancas se producen modificaciones de las propiedades mecánicas, producto de los cambios producidos durante la reacción.

El módulo elástico aumenta al aumentar ambas variables (concentración y tiempo), pero se puede apreciar un incremento mayor con la variable concentración (Figuras 20 y 23). Esto se debería a un aumento en el grado de entrecruzamiento de las moléculas de las zonas amorfas de la celulosa, a causa de la reacción de esterificación, lo que provocaría un endurecimiento de la red macromolecular de las fibras con ambas variables [53–55]. Como se vio un aumento leve de la reacción a medida que aumenta la concentración de BTCA, según el análisis FTIR (Figura 13). A concentraciones mayores, el módulo decrece lo que podría indicar una degradación de la celulosa producto de la acidez del medio [56], como se pudo observar a través de los cambios en el color. Probablemente ambas reacciones se den en simultáneo (entrecruzamiento y degradación), y el efecto relativo de cada una sobre las propiedades finales podrá variar de acuerdo a la concentración de ácido y el tiempo utilizados en la reacción. La resistencia a la tracción aumenta en gran medida con un aumento de la concentración de BTCA, pero disminuye al aumentar el tiempo de tratamiento. Este incremento en la resistencia con la concentración se debe principalmente al entrecruzamiento de la celulosa, como se observó anteriormente para el módulo. Por su parte, esta resistencia parece decaer ligeramente con el tiempo, lo cual puede deberse a un mayor efecto de la reacción de degradación al incrementar el tiempo de exposición a altas temperaturas y pH bajos.

También se puede observar en el gráfico de elongación (%) (Figura 23), un comportamiento cuadrático con la concentración. Esto puede explicarse por las diferentes reacciones que tienen lugar durante el proceso de modificación. Por un lado, la degradación ácida producirá cadenas más cortas, lo cual explica la disminución de la elongación en general con el incremento de la concentración y respecto al material virgen. Además, como se mencionó anteriormente, existen tres tipos de uniones entre BTCA y celulosa: intramoleculares, intermoleculares y con un sólo grupo carboxílico reaccionado formando un injerto lateral [49]. A concentraciones bajas e intermedias de ácido predominan las dos primeras, lo cual genera una mayor rigidización del material por entrecruzamiento, reduciendo también la capacidad de elongación de la cadena de celulosa y por ende de las fibras. A concentraciones altas comienzan a incrementar las uniones BTCA como injertos laterales haciendo que se recupere un poco la elongación [57], y produciendo así el efecto cuadrático observado. El incremento del tiempo de reacción también

produce una disminución de la elongación a la rotura por mayor incremento de las reacciones mencionadas.

En la tabla ANOVA (Anexo B) para módulo elástico, resistencia a la tracción, y elongación porcentual a la rotura, las dos variables, concentración y tiempo, poseen un valor-P menor que 0,05 indicando que son significativamente diferentes con un nivel de confianza del 95%. Esto también se muestra en el diagrama de Pareto estandarizado (Anexo B). Además, se observa que la variable más influyente para módulo y la resistencia a la tracción, es la concentración y para la elongación a la rotura es el tiempo.

De esta manera, se puede advertir estadísticamente, para fibras blancas, que la modificación de dichas variables afecta las propiedades mecánicas, como era de esperarse.

Como puede observarse en la Tabla 9, para las propiedades mecánicas estudiadas se obtuvieron coeficientes de determinación R^2 mayores al 80%. Con lo cual los modelos ofrecen una buena relación entre los factores y las respuestas analizadas.

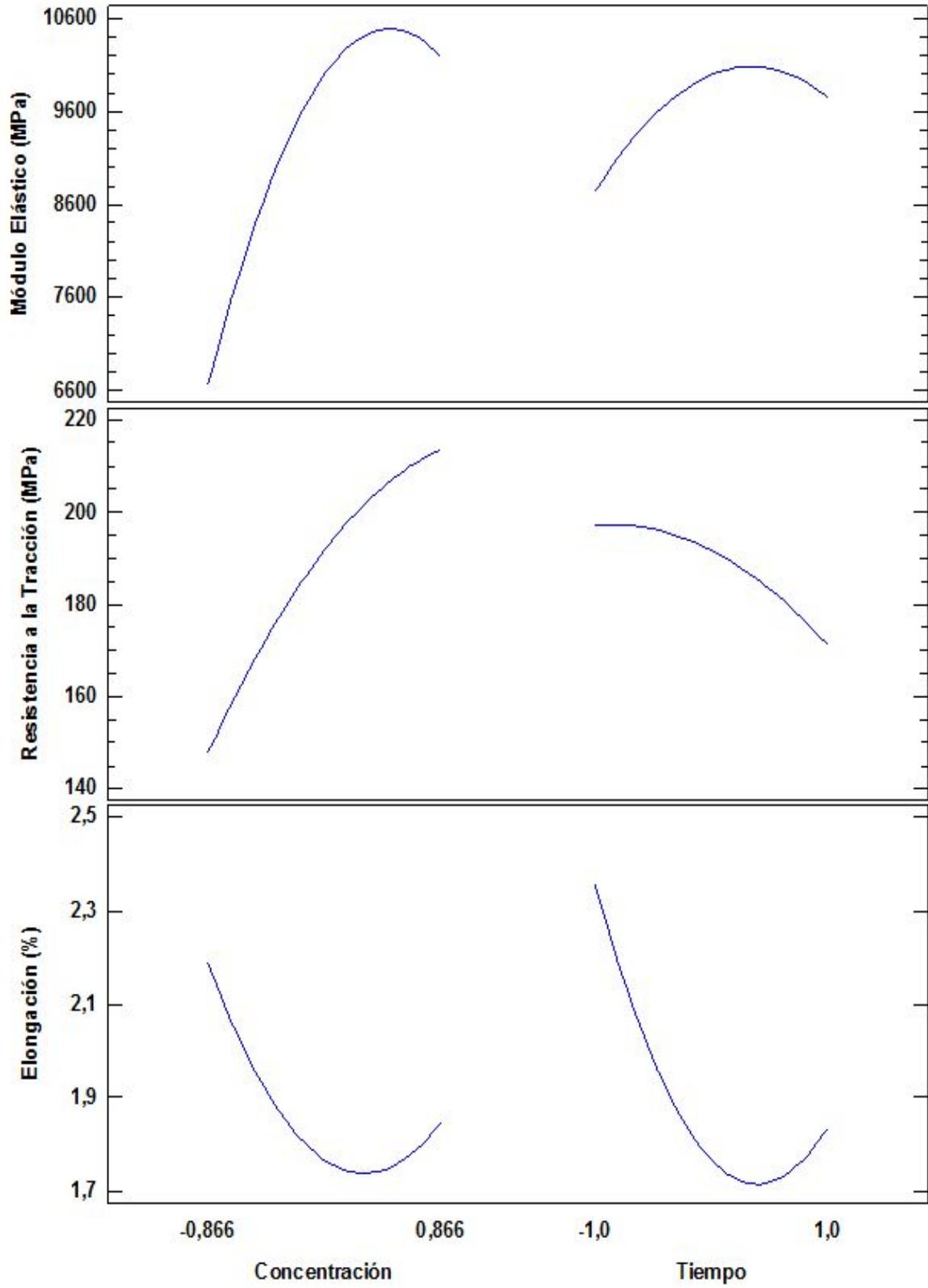


Figura 23. Gráficas de efectos principales para propiedades mecánicas de fibras blancas

3.2.4 Optimización. Función de deseabilidad

Con el objetivo de seleccionar la muestra modificada óptima, con la menor alteración de sus propiedades en cuanto a color y elongación, y la máxima reacción de formación del enlace éster, se utilizó la aplicación StatAdvisor del software Statgraphics en la cual se relacionaron las variables color, elongación porcentual, e intensidad de pico del enlace éster, según estas variables pueden determinarse las mejores condiciones de modificación de las fibras.

Este procedimiento ayuda a determinar la combinación de los factores experimentales que simultáneamente optimiza varias respuestas. Lo hace maximizando la función de deseabilidad. En este caso, se buscó maximizar la reacción de formación del enlace éster y la elongación a la rotura y minimizar la variación de color, utilizando estas tres variables respuesta se obtuvieron las condiciones óptimas.

En la Figura 24 se muestra la superficie de respuesta estimada para la optimización de fibras blancas provista por el software mencionado.

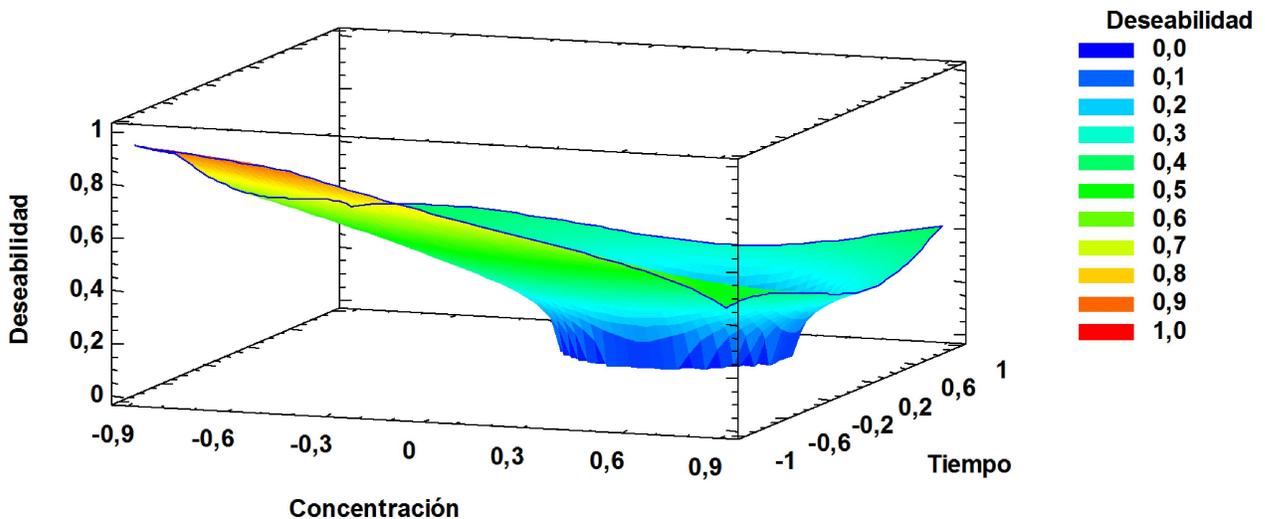


Figura 24. Superficie de respuesta estimada para la optimización de fibras blancas

De acuerdo al análisis para las fibras blancas, las condiciones óptimas para la reacción a 160 °C son 10 min y 5 % de BTCA.

3.3 Propiedades antifúngicas

A continuación, se analizan las propiedades antifúngicas de las fibras modificadas utilizando las condiciones óptimas determinadas.

Como puede observarse en la Figura 25, no hay una zona de inhibición clara del crecimiento del microorganismo alrededor de las fibras. Para el caso de las fibras modificadas, esto podría deberse a que la cantidad de ácido presente no es suficiente para difundir a través del medio de cultivo por lo que no se observa macroscópicamente una marcada inhibición. Por esta razón, se analizó la inhibición por MO y la adherencia del microorganismo por SEM. Para ello, se tomaron fotografías con un MO, en todas las placas y a lo largo de toda la fibra. En la Figura 26 se muestran aquellas que mejor representan lo observado.

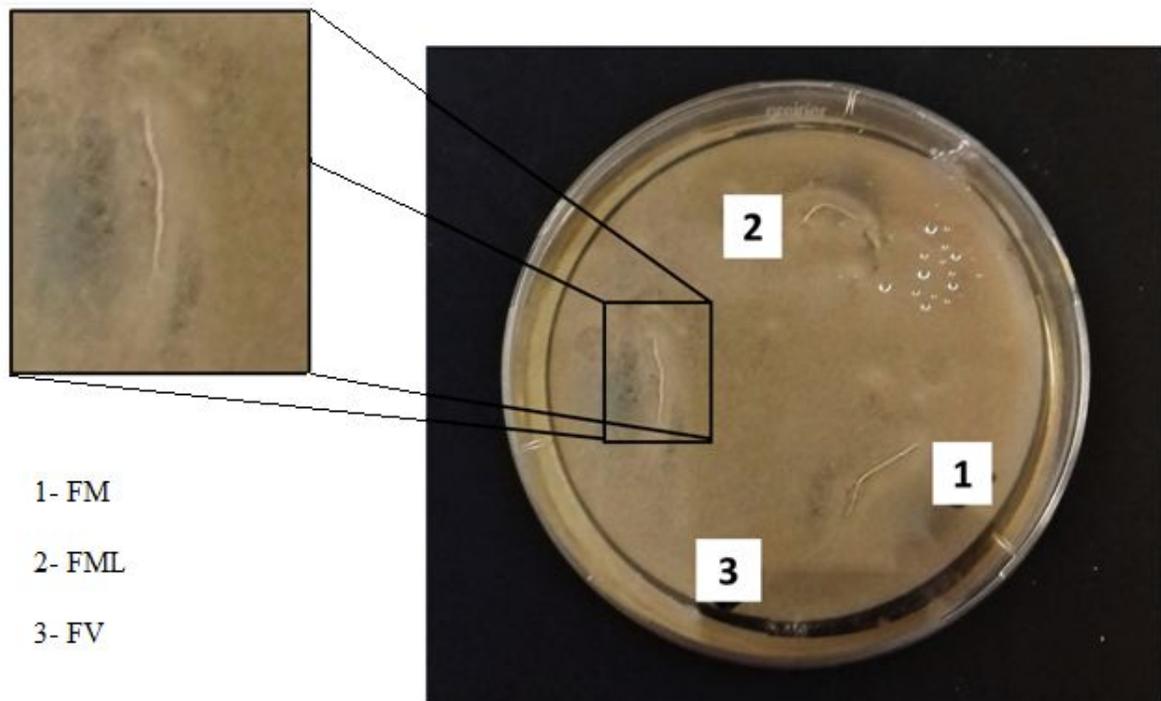


Figura 25. Cultivo de *C. albicans* en medio SDA

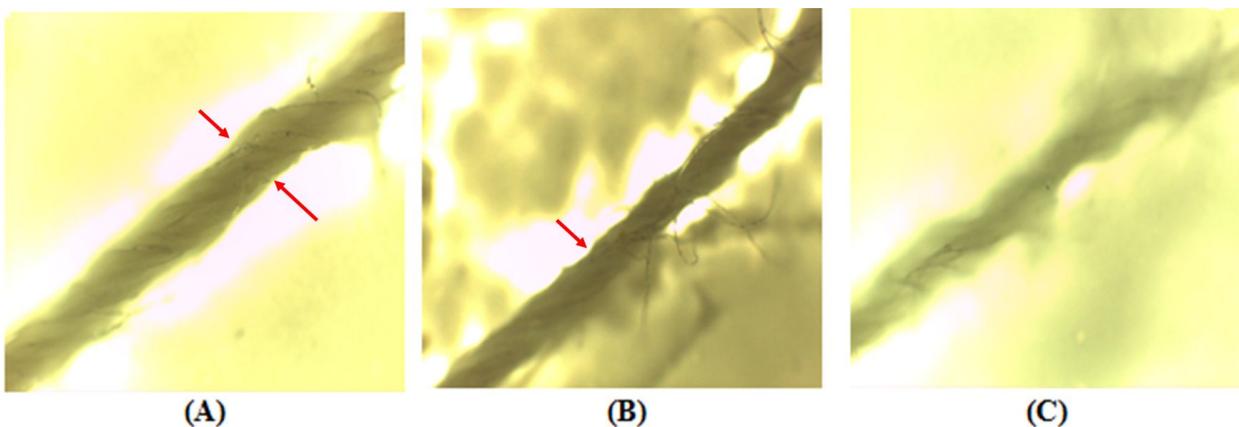


Figura 26. Micrografías de *C. albicans* en MO, donde las flechas rojas destacan la zona de inhibición. (A) FM, (B) FML, (C) FV

Se puede observar que tanto la FM como la FML presentan zonas de inhibición del microorganismo alrededor de ellas, siendo mayor en la FM debido al ácido remanente de la reacción. Asimismo, la FML conserva la actividad inhibitoria aunque ésta se ve reducida luego del lavado, confirmando la eficacia del injerto del ácido y su acción antifúngica posterior al tratamiento. Las micrografías de *C. albicans* en SEM se muestran en las Figuras 27 y 28; donde se puede observar que no hay una adhesión de la levadura sobre la fibra tratada (FM) y en menor medida en la fibra tratada lavada (FML), pero sí en la fibra virgen (FV), coincidiendo con lo mostrado en la Figura 26. Estos resultados indican que el tratamiento proporciona un efecto antimicrobiano eficaz contra *C. albicans*, inhibiendo su crecimiento sobre las fibras.

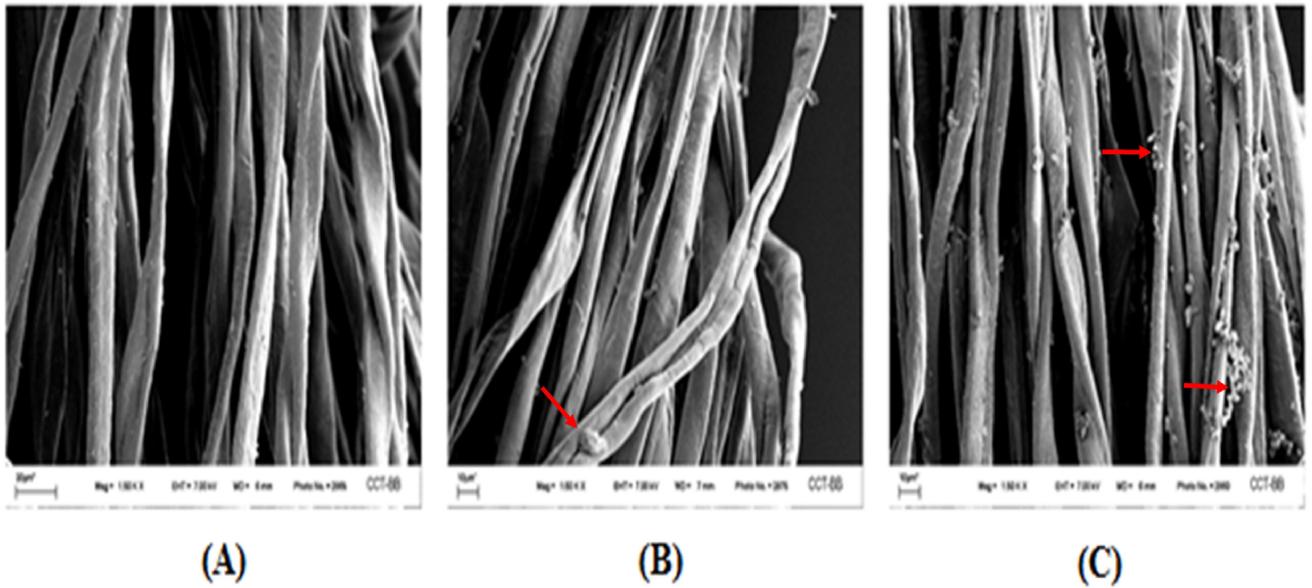


Figura 27. Micrografías de fibras de algodón en SEM 1500x, donde las flechas rojas indican la presencia de células de levadura. (A) FM, (B) FML, (C) FV

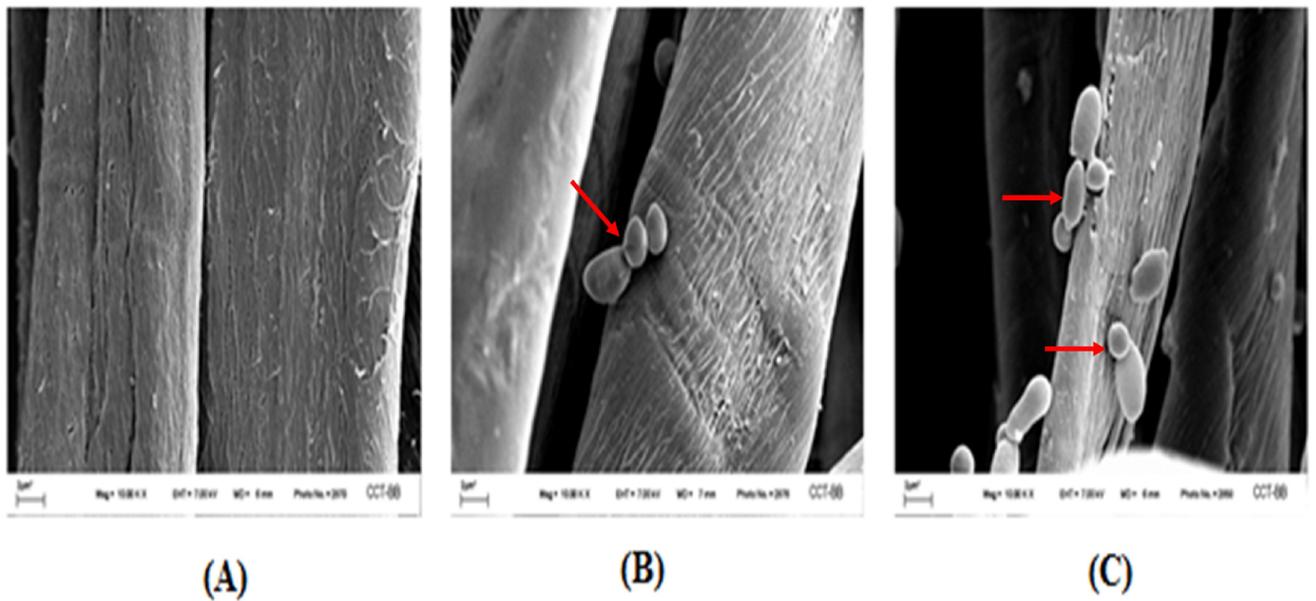


Figura 28. Micrografías de fibras de algodón, donde las flechas rojas indican la presencia de células de *C. albicans* en SEM 10000x. (A) FM, (B) FML, (C) FV

CAPÍTULO 4

Propuesta de producción industrial de fibras modificadas

4.1 Contexto actual de la industria textil argentina

Durante el año 2016 la producción industrial textil del país sufrió una fuerte caída, rondando el 26%, debido a la contracción del consumo interno sumado al incremento sostenido de las importaciones. Esto conllevó a una pérdida sustancial de la participación de la producción nacional en el mercado interno, a una disminución de la utilización de la capacidad instalada (48,9% en diciembre de 2016, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)) además de una fuerte caída en los niveles de empleo del sector donde se perdieron entre 10 mil y 20 mil puestos de trabajo. Los representantes del sector mencionaron tres factores centrales que ocasionaron la grave situación: la apertura de las importaciones, la pérdida de poder adquisitivo y la reducción del mercado interno.

Sin embargo, según los datos del Estimador Mensual Industrial publicado por INDEC, en enero de 2017, la producción cayó un 11,1%, desacelerando la caída de la actividad. La retracción observada se explica por la caída del 28% anual en la producción de hilados de algodón y del 6,7% anual en la elaboración de tejidos. La caída en el nivel de actividad del sector textil también se ve reflejado en la merma de la producción de fibras sintéticas o artificiales, que registró en el mes de noviembre de 2016 una caída de 29,7% con respecto al mismo mes del año anterior. No obstante, las importaciones continúan su dinámica alcista. Cuando entra un producto terminado para el consumo, deja de trabajar toda la cadena, y si sobra algodón se exporta sin valor agregado.

Debido al escenario actual, es necesario reactivar la industria textil argentina elaborando propuestas suficientemente competitivas como para imponer la producción a nivel internacional, buscar nuevos mercados, orientar la producción hacia segmentos de alta calidad con mayor valor agregado, entre otras acciones posibles. Para ello es imprescindible producir artículos de calidad a precios de mercado, por lo que aspectos como la eficiencia y la competitividad son claves.

Para satisfacer las demandas de mejora de eficiencia y calidad de los productos y poder dar un salto cualitativo, los ingenieros juegan un importante rol aportando capacidades técnicas profesionales e infraestructura tecnológica de relevancia aplicada a los procesos de toda la cadena productiva y para el desarrollo de soluciones industriales innovadoras que incrementen la productividad y la competitividad de la industria nacional.

Aunque los actuales procesos de producción están muy perfeccionados, la presión de la competencia y la necesidad de adaptarse al nuevo entorno productivo industrial, alientan a asociaciones y fabricantes individuales a buscar nuevos métodos y máquinas más eficaces para

procesar el algodón que puedan reemplazar a los actuales. Además, es muy importante tener en cuenta la aplicación de Sistemas de Gestión de la Calidad y del Medio Ambiente en pos de lograr productividad y excelencia.

Este proyecto integrador está destinado a industrias dedicadas tanto a la fabricación de hilos como de textiles, con el fin de otorgarles valor agregado a los productos terminados. Por ejemplo, la modificación de hilos de algodón con BTCA para otorgar propiedades antimicrobianas contra el crecimiento de microorganismos *C. albicans*, puede ser muy útil como tratamiento previo a la fabricación industrial de textiles de uso prolongado en contacto con la piel, como ropa interior; pudiendo lograr una importante diferenciación del producto y satisfaciendo las necesidades del mercado nacional e internacional.

4.2 Proceso de producción

El proceso de hilatura requiere una secuencia de operaciones que transforman las fibras de algodón en rama en un hilo adecuado para varios productos finales. Se producen hilos de diversos diámetros y pesos diferentes por unidad de longitud para infinidad de productos finales, tejidos o tricotados (prendas de vestir o tejidos industriales), hilos de costura y cordelería. Se requieren varios procesos de acabado para obtener un hilo uniforme, fuerte y limpio, apto para la fabricación de telas.

Tejer y tricotar son los dos métodos principales de fabricación de tejidos. En la industria, estas operaciones se llevan a cabo con máquinas eléctricas automáticas, que se programan según el efecto que se desee.

La tejeduría es una operación que consiste en entrelazar perpendicularmente dos o más hilos estirados. Los hilos de la urdimbre provienen de una gran bobina llamada plegador, montada en la parte posterior del telar. El extremo de cada hilo de la urdimbre se enhebra a un cuadro de lizos. Este sube o baja los hilos a medida que se teje.

Se llama tricotado mecánico al entrelazamiento de bucles de hilo en máquinas automáticas, llamadas tricotosas.

Las máquinas están equipadas con hileras de pequeñas agujas terminadas en un gancho que tiran de los bucles de hilo recién formado para pasarlos a través de los formados en la pasada anterior. Las agujas tienen un pestillo especial que cierra el gancho para tirar mejor del hilo y después lo abre para soltarlo.

El procedimiento para la modificación de las fibras a escala laboratorio fue determinado pensando en un escalado del proceso. Se pensó en un proceso que pueda ser aplicado al final de la hilatura, luego del teñido y al inicio de la fabricación de telas, en una etapa preliminar al enconado. En la Figura 29 se muestra el proceso parcial con la incorporación de la etapa propuesta. Se propone el acabado antimicrobiano como etapa inicial en el proceso de confección de telas de algodón, en el cual se preparan los hilos para las operaciones posteriores de tejeduría.

Hay que tener en cuenta que existen diferencias entre el proceso industrial y el de las pruebas en laboratorio como el tipo de curado y el agregado de los reactivos, que pueden llevar a que el producto final obtenido no sea exactamente igual.

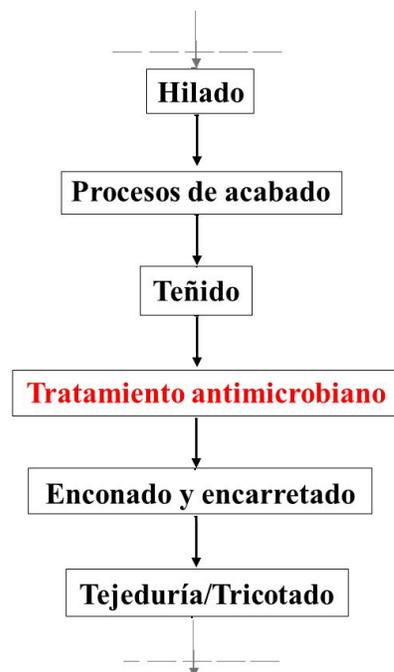


Figura 29. Incorporación de etapa de tratamiento antimicrobiano al proceso productivo

4.2.1 Enconado y encarretado

Luego del teñido, el paso siguiente es el bobinado, encarretado y/o retorcido, que son fases preparatorias para tejer o tricotar en la industria textil.

El tipo de acondicionamiento se elige en función del destino del hilo: tejido o tricotado. En general, el producto del encarretado se utiliza como hilo de urdimbre, el que recorre el tejido

longitudinalmente, y el de enconado como hilo de relleno o hilo de trama, que se dispone transversalmente al tejido.

El enconado de los hilos es un paso preliminar que sirve para disponer las fibras en conos que luego se llevan a climatizar en una sala con humedad y temperatura controladas. Los hilos se reciben en bobinas y se devanan a través de máquinas bobinadoras que realizan el enconado automáticamente, en las mismas pueden programarse la velocidad de enconado y la tensión, además de otras variables que le dan gran precisión. Un proceso de bobinado correcto es la condición para lograr resultados óptimos en el tejido, esto logra un rendimiento técnico y económico exitoso, alcanzando productos de alta calidad.

La operación se realiza tanto con hilos que se usarán en tejidos de un solo color como con hilos que se entrelazan mediante un retorcido previo, que consigue un hilo multicolor.

En la Figura 30 se muestra una bobinadora industrial de funcionamiento muy sencillo que se utiliza en la fabricación de textiles de algodón.



Figura 30. Bobinadora industrial de hilos

4.4.2 Incorporación al proceso de acabado antimicrobiano

El proceso de fabricación textil actual puede ser adaptado para la producción de hilos modificados con BTCA para la fabricación de productos con efecto antimicrobiano.

Debido a que el procedimiento para el tratamiento de las fibras de algodón a escala de laboratorio que se desarrolló requirió tiempos de curado en horno de 10 minutos, y a que numerosos artículos

bibliográficos consultados señalaban que era posible obtener reacción apreciable en menor tiempo con otros métodos de transmisión de calor; se realizaron pruebas posteriores calentando las fibras embebidas en ácido y catalizador con una plancha de uso doméstico. Se estableció mediante mediciones de FTIR que el curado mediante transferencia directa de calor con la plancha a aproximadamente 160 °C producía la reacción dando intensidades relativas del pico éster de valores muy cercanos al establecido en el óptimo (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación entre ocurrencia de la reacción mediante distintos mecanismos de transferencia de calor

Curado mediante	Tiempo (min)	Concentración (p/p)	Intensidad relativa del pico Ester
Plancha	0,17	5%	0,635 ± 0,069
Plancha	0,25	5%	0,675 ± 0,015
Horno	10	5%	0,624 ± 0,079

Esta nueva prueba demostró que es aún más factible la adaptación al proceso, acortando apreciablemente el tiempo de producción y el costo energético.

La propuesta se detallará a continuación, incorporando un paso previo al enconado con el fin de impartir un acabado antimicrobiano a los hilos que luego serán utilizados en la confección de productos textiles. En la Figura 31 se expone una representación del proceso propuesto.

Se colocará el dispositivo para el tratamiento de los hilos antes de la entrada a la bobinadora, que ajustará la velocidad de bobinado a los tiempos necesarios para que los hilos puedan impregnarse y la reacción de esterificación de la celulosa se produzca mediante el curado.

El hilo procedente de la etapa de teñido se va desenrollando y comienza a pasar por un par de rodillos de radio pequeño que lo sumergen en la solución de BTCA y SHP preparada, ubicada en un depósito o cubeta que se renueva periódicamente. El rodillo superior está en una posición fija con el rodillo inferior pero puede moverse verticalmente para formar un estrechamiento. La presión sobre la fibra en este estrechamiento está regulada por la tensión total de la fibra, los rodillos no ejercen presión.

Una vez que el material pasa a través del baño se dirige a una línea de contacto (par de rodillos 3-4), que elimina cualquier exceso de producto químico y a su vez seca la fibra. También ajusta la velocidad global de la línea y mantiene la tensión constante de la fibra.

Después de que la fibra ha pasado la zona de escurrido-secado, es llevada al último sistema de rodillos, el de curado, donde se produce la reacción. La temperatura del rodillo calefactor es de aproximadamente 160 °C, una resistencia eléctrica con un termostato serían apropiados para tal fin. El uso de cilindros calefactores permite una transmisión de calor rápida y homogénea, asegurando que la reacción se produzca efectivamente en todas las partes del hilo y en tiempos asimilables al bobinado, acoplándose en un proceso continuo. A la salida de este sistema de rodillos el hilo estaría valorizado con un acabado con capacidad antimicrobiana, continuando en la misma línea hacia la bobinadora para luego seguir la cadena de producción.

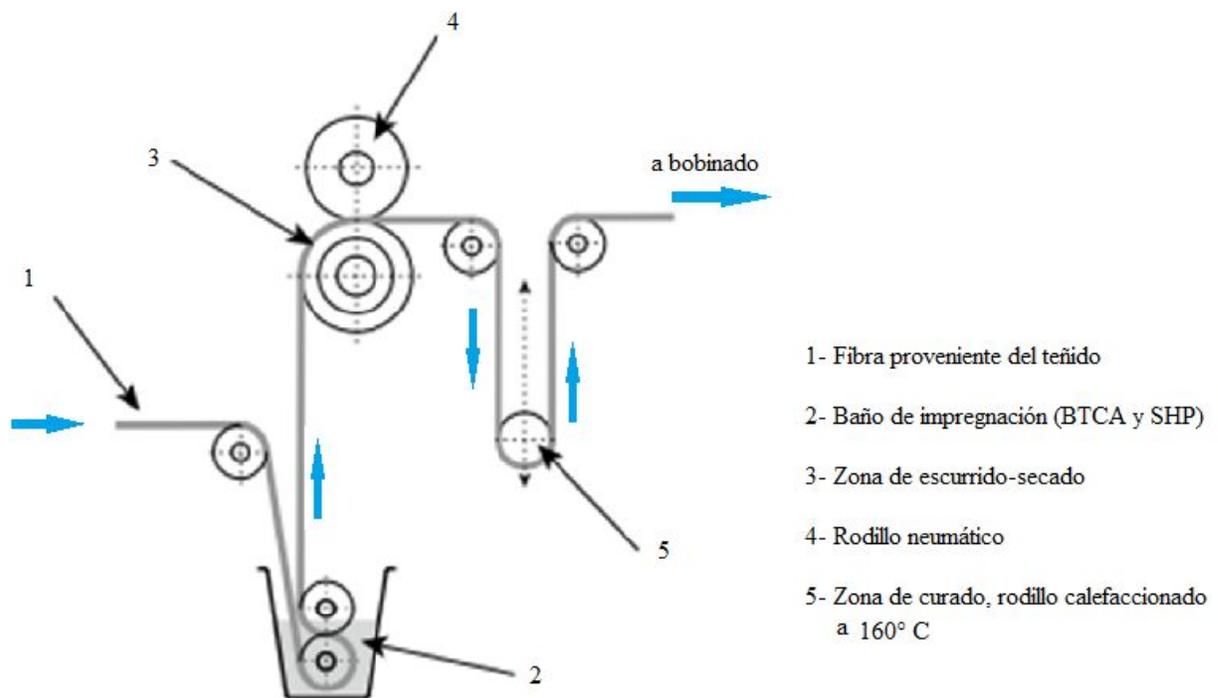


Figura 31. Esquema del proceso propuesto

CAPÍTULO 5

Conclusiones y trabajos futuros

5.1 Conclusiones

En este trabajo se propuso la modificación de fibras de algodón mediante el injerto de ácido policarboxílico sobre celulosa, con el fin de otorgarle capacidad antimicrobiana a las mismas. Como se demostró en este trabajo se consiguió una metodología sencilla y de fácil aplicación industrial para la obtención de fibras con capacidad antifúngica contra *C. albicans*.

A continuación, se detallan algunos puntos que exponen lo anteriormente dicho.

Se desarrolló una metodología de trabajo a escala laboratorio que permitió llevar a cabo las reacciones de injerto de ácidos policarboxílicos sobre las fibras de algodón, tomando como referencia datos de bibliografía y antecedentes de otro proyecto integrador relacionado. Inicialmente se estudió el injerto de dos ácidos, BTCA y PA, y se analizó el efecto de dos variables de reacción: concentración de ácido policarboxílico y tiempo de reacción.

Los ensayos realizados determinaron en primer lugar que la reacción deseada tuvo lugar cuando se utilizó BTCA como ácido para injerto, mientras que cuando se utilizó PA no se observó un avance de reacción importante. Por esta razón, se continuó sólo la caracterización de las fibras modificadas BTCA y las conclusiones posteriores serán relacionadas al uso de este ácido. En las condiciones estudiadas no se observó un efecto significativo de las variables estudiadas sobre la formación del enlace éster, mientras que se observó un incremento del entrecruzamiento (menor relación carboxilato/éster) con el avance del tiempo. Además, aunque se observó que la reacción de modificación deteriora levemente las propiedades de la fibra en cuanto a la resistencia mecánica y el color pero el método es adecuado ya que los hilos presentan características dentro de los rangos aceptables para su uso en la industria textil. Similares resultados se encontraron para las fibras blancas y negras estudiadas.

Las herramientas de diseño experimental y análisis estadístico demostraron nuevamente su capacidad de analizar paralelamente diferentes variables y las interacciones entre las mismas a partir de un trabajo experimental eficiente. La función deseabilidad obtenida a partir de la respuesta de avance de reacción, color y propiedades mecánicas, permitió establecer las condiciones óptimas de la reacción a temperatura tiempo 10 minutos y porcentaje de BTCA 5%.

En cuanto a los análisis de las propiedades antimicrobianas realizados sobre fibras modificadas en las condiciones óptimas de reacción, se demostró que el tratamiento fue efectivo contra *C. albicans* no observándose adherencia de los microorganismos sobre la fibra modificada. En la última etapa del proyecto, con la ayuda de las experiencias llevadas a cabo y una investigación

bibliográfica adicional, se realizó una propuesta de diseño del proceso de producción en escala industrial. Se determinó así, que el proceso de producción propuesto es relativamente sencillo y no implica grandes modificaciones e inversiones de equipos respecto al proceso tradicional de producción textil.

Finalmente, se considera que, debido a las características encontradas en las muestras y su verificación con los ensayos llevados a cabo (propiedades mecánicas, color y actividad antimicrobiana contra *C. albicans*), el material sería apto para comenzar posteriores estudios y desarrollo para producir hilos que demuestren en su totalidad los efectos antimicrobianos que tiene el injerto de ácidos policarboxílicos sobre fibras de algodón.

5.2 Trabajos futuros

Se proponen líneas de investigación a seguir con el fin de ampliar el campo de conocimiento en torno a la modificación de las fibras de algodón para lograr actividad antimicrobiana sobre las mismas. Dentro de las propuestas de trabajo futuros podemos mencionar:

- Á Analizar profundamente la reacción de celulosa con ácido ftálico, con el fin de poder establecer variables óptimas de reacción, tales como relación de concentraciones, temperatura y tiempo de curado. Este ácido podría tener la ventaja de no producir el entrecruzamiento de las fibras, evitando de esta manera la rigidización de la fibra.
- Á Analizar otras propiedades finales sobre las fibras preparadas, como por ejemplo: capacidad de absorción de agua y grasas, antipilling, resistencia a rayos UV, ignífuga, y otras propiedades deseadas en fibras de algodón; con el fin de ampliar las posibilidades de aplicación de ácidos como el BTCA y el PA en los acabados de materias primas textiles.
- Á Utilizar un método alternativo en el curado de las fibras modificadas, como podría ser calentamiento por conducción utilizando rodillos calefaccionados, o curado infrarrojo, con el objetivo de disminuir los tiempos de reacción.

- Á Construir un equipo piloto en el cual se pueda probar el proceso planteado y analizar las características del producto preparado, para poder acercarse de manera más real al proceso de fabricación industrial.

- Á Probar el injerto de fibras con otros ácidos carboxílicos, o usando estos ácidos como ligandos de otros compuestos bioactivos que puedan llegar a presentar mejor actividad antimicrobiana.

- Á En lo que concierne al escalado industrial, se sugiere realizar un estudio más detallado sobre viabilidad técnica y económica, como así también un diseño del proceso, con el respectivo diseño de los equipos y cálculos energéticos asociados.

- Á Realizar un trabajo conjunto con dermatólogos para evaluar la compatibilidad dérmica del producto obtenido.

REFERENCIAS

- [1] F. Uddin, “ Cellulose Fibers : Antimicrobial finishing”. In Encyclopedia of Biomedical Polymers and Polymeric Biomaterials. Taylor and Francis: New York, 2014. Published online: 26 Jan 2016; 1423-1440.
- [2] N. R. Bertoniere and W. D. King, “Pore structure of cotton fabrics crosslinked with formaldehyde-free reagents,” *Text. Res. J.*, vol. 62, pp. 349–356, 1992.
- [3] C. Q. Yang, D. Chen, J. Guan and Q. He, “Cross-Linking cotton cellulose by the combination of maleic acid and sodium hypophosphite: 1 . Fabric Wrinkle Resistance,” *Ind. Eng. Chem. Res.*, vol. 49, pp. 8325–8332, 2010.
- [4] S. A. Aksoy and E. Genc, “Functionalization of cotton fabrics by esterification cross-linking with 1,2,3,4-butanetetracarboxylic acid (BTCA),” *Cellul. Chem. Technol.*, vol. 49, no. 5–6, pp. 405–413, 2015.
- [5] E. Bang, et al., “Durable antimicrobial finish of cotton fabrics,” *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 106, pp. 938–943, 2007.
- [6] Y. Kim, C. Nam, J. W. Choi, and J. Jang, “Durable antimicrobial treatment of cotton fabrics using chloride and polycarboxylic acids,” *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. 88, pp. 1567–1572, 2003.
- [7] A. S. Basra, “Cotton fibers : developmental biology, quality improvement, and textile processing.,” Food Prod. Press, 2000.
- [8] International Fiber Science and Technology, Cotton Fiber Chemistry and Technology. Taylor & Francis Group, LLC., 2007.
- [9] J. Santos, “Desenvolvimento de um sistema de análise da compatibilidade de corantes Reactivos no tingimento de fibras celulósicas,” Diss. Doutorado, Univ. do Minho, Guimarães, 2003.
- [10] A. Gutarowska and B. Michalski, “Microbial degradation of woven fabrics and protection against biodegradation,” *Woven Fabr. Prof. Han-Yong Jeon (Ed.)*, ISBN 978-953-51-

0607-4, InTech, pp. 267–296, 2012.

- [11] S. J. Kotowa, “Biodeterioration of textiles,” *Int. Biodeterior. Biodegradation*, vol. 53, pp. 165–170, 2004.
- [12] R. Purwar and M. Joshi, “Recent developments in antimicrobial finishing of textiles- A Review,” *AATCC Rev.*, vol. 4, no. 3, pp. 22–26, 2004.
- [13] D. Gupta and S. Bhaumik, “Antimicrobial treatments for textiles,” *Indian J. Fibre Text. Res.*, vol. 32, no. June, pp. 254–263, 2007.
- [14] N. Seventekin and O. Ucarci, “The damage caused by micro- organisms to cotton fabrics,” *J. Text. Inst.*, vol. 84, no. 3, pp. 304–313, 1993.
- [15] S. Jayapriya and G. Bagyalakshmi, “Textile antimicrobial testing and standards,” *Int. J. Text. Fash. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2013.
- [16] Chen.C.Y and Li Chiang.C, “Preparation of cotton fibers with antibacterial silver nanoparticles,” *Mater. Lett.*, no. 62, pp. 3607–3609, 2008.
- [17] Z. Foltynowicz, D. Gwiazdowska, D. Rodewald, A. Nowaczyk, and M. Filipiak, “Antimicrobial Properties of Socks Protected with Silver Nanoparticles,” *Fibres Text. East. Eur.*, vol. 21, no. 5(101), pp. 91–96, 2013.
- [18] X. H. Guan Y, Qian L, “Novel anti-microbial host-guest complexes based on cationic - cyclodextrin polymers and triclosan/butylparaben,” *Macromol. Rapid Commun.*, vol. 28, pp. 2244–2248, 2007.
- [19] R.S. Blackburn, A. Harvey, L. L. Kettle, J.D. Payne, and S.J. Russell, “Sorption of poly(hexamethylenebiguanide) on cellulose: mechanism of binding and molecular recognition,” *Langmuir*, no. 22, pp. 5636–5644, 2006.
- [20] R. Martini, L. Serrano, and J. Labidi, “Antifungal cellulose by capsaicin grafting,” vol. 21, no. 3, pp. 1909–1919, 2014.
- [21] C. Q. Yang and B. A. K. Andrews, “Infrared spectroscopic studies of non- formaldehyde durable press finishing of cotton fabrics by use of polycarboxylic acids,” *J. Appl. Polym.*

- Sci., vol. 43, pp. 1609–1616, 1991.
- [22] C. Q. Yang and X. Wang, “Formation of cyclic anhydride intermediates and esterification of cotton cellulose by multifunctional carboxylic acids: An infrared spectroscopy study,” *Text. Res. J.*, vol. 66, no. 9, pp. 595–603, 1996.
- [23] C. Q. Yang, X. Wang, and I. Kang, “Ester cross-linking of cotton fabric by polymeric carboxylic acids and citric acid,” *Text. Res. J.*, vol. 67, no. 5, pp. 334–342, 1997.
- [24] I. Kang, C. Q. Yang, W. Wei, and G. C. Lickfield, “Mechanical strength of durable press finished cotton fabrics. Part I: Effects of acid degradation and crosslinking of cellulose by polycarboxylic acids,” *Text. Res. J.*, vol. 68, no. 11, pp. 865–870, 1998.
- [25] W. Sricharussin, W. Ryo- Aree, W. Intasen, and S. Poungraksakirt, “Effect of boric acid and BTCA on tensile strength loss of finished cotton fabrics,” *Text. Res. J.*, vol. 74, no. 6, pp. 475–480, 2004.
- [26] C. Q. Yang, “FT-IR Spectroscopy Study of the Ester Cross-linking Mechanism of Cotton Cellulose,” *Text. Res. J.*, vol. 61, no. 433, 1991.
- [27] Lam et al., “Effect of metal oxide on anti-microbial finishing of cotton fabric,” *BioResources*, vol. 7, no. 3, pp. 3960–3983, 2012.
- [28] C. Yang, “Nonformaldehyde Durable Press Finishing of Cotton Fabric : FT-IR Spectroscopy Study,” *Text. Res. J.*, vol. 63, no. 12, pp. 706–711, 1993.
- [29] R. O. Brown and C. Tomasino, “Catalysis of 1,2,3,4-butanetetracarboxylic acid in the durable press finishing of cotton textiles,” *B. Pap. AATCC Int. Conf. Am. Assoc. Text. Chem. Color. Res. Triangle Park. NC*, no. 168–185, 1991.
- [30] E. S. Park, W. S. Moon, M. J. Song, M. N. Kim, K. H. Chung, and J. S. Yoon, “Antimicrobial activity of phenol and benzoic acid derivatives,” *Int. Biodeterior. Biodegradation*, vol. 47, pp. 209–214, 2001.
- [31] K. P. Vollhardt, “*Química Orgánica. 3.^a edición.*,” Omega. Madrid., pp. 849–850, 2000.

- [32] <http://www.cmbec.com/products/Detail.asp?ID=172&MaxID=29&SearchKeyword=&SearchSelect=&Page=1&Action=Show>.
- [33] P. M. Lorz, F. K. Towae, W. Enke, R. Jäckh, and N. Bhargava and W. Hillesheim, “Phthalic acid and derivatives,” Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry. 2007.
- [34] A. L. Ivester and J.L. Warshaw, “Industrias textiles y de la confección”, Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. 1998.
- [35] Council National Cotton, “Cotton : From Field to Fabric,” Cott. Counts, 2016.
- [36] A. Solé-Cabanés, “Hilatura del algodón,” Inst. tecnológico Text. España (AI TEX), 2012.
- [37] E. Vitoria, “Manual de química moderna,” Razón y Fe, vol. 121, no. 821, p. 386, 1940.
- [38] P. R. Wadje, “Textile - Fibre to fabric processing,” J. Inst. Eng. (India), Part TX Text. Eng. Div., vol. 90, pp. 28–36, 2009.
- [39] Tinto-limp, “Procesos Textiles,” no. I, pp. 16–19, 2011.
- [40] “Programa de Textilización - Ciencias Textiles : Capítulo 10 - La maquinaria de tintorería (teñido).”<http://programadetextilizacion.blogspot.com.ar/2015/02/capitulo-10-la-maquinaria-de-tintoreria.html>.
- [41] “Revista de la Cámara Algodonera Argentina,” I.S.S.N. 0236 - 1581, 2015.
- [42] “Complejo Algodonero-Textil,” Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Direcciones de Informacion y Analisis Regional y Sectorial, 2011.
- [43] B. Voncina and A. M. Le Marechal, “Grafting of cotton with Cyclodextrin via poly(carboxylic acid),” J. Appl. Polym. Sci., vol. 96, no. 4, pp. 1323–1328, 2005.
- [44] I. Laevsky, “Chapter 7,” pp. 105–113.
- [45] D. A. Skoog, D. M. West, and F. J. Holler, “Preparación de disoluciones estándar básicas.” 2015.
- [46] “El análisis de color: colorimetría y colorímetro. QuimiNet.com.[Online]. Available:

<http://www.quiminet.com/articulos/el-analisis-de-color-colorimetria-y-colorimetro-2704601.htm>.”

- [47] “Entendiendo el espacio de color CIE L*a*b*.” [Online]. Available: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>.”
- [48] W. Xu and Y. Li, “Crosslinking analysis of polycarboxylic acid durable press finishing of cotton fabrics and strength retention improvement,” *Text. Res. J.*, vol. 70, no. 7, pp. 588–592, 2000.
- [49] G. Dhoot, R. Auras, M. Rubino, K. Dolan, H. Soto-Valdez, “Determination of eugenol diffusion through LLDPE using FTIR-ATR flow cell and HPLC techniques,” *Polym. (Guildf.)*, vol. 50, no. 6, pp. 1470–1482, 2009.
- [50] X. Cheng, K. Ma, R. Li, “Antimicrobial coating of modified chitosan onto cotton fabrics,” *Appl. Surf. Sci.*, vol. 309, pp. 138–143, 2014.
- [51] K. Fischer and M. Beyer, “Comparison of light-induced and heat-induced yellowing of pulp,” *Lenzing. Ber.*, vol. 79, pp. 25–31, 2000.
- [52] C. Q. Yang and W. Wei, “Mechanical strength of durable press finished cotton fabric: part II: comparison of crosslinking agents with different molecular structures and reactivity,” *Text. Res. J.*, vol. 70, no. 2, pp. 143–147, 2000.
- [53] C.E. Morris and R.J. Harper Jr, ‘Resistance of durable press cotton fabrics to abrasion during laundering,’ *Am. Dyes*, 1994. [Online]. Available: https://scholar.google.com.ar/scholar?cluster=2328877595839516330&hl=es&as_sdt=2005&scioldt=0,5.
- [54] C. Zhou , “Cellulase treatment of durable press finished cotton fabric: effects on fabric strength, abrasion resistance, and handle,” *Text. Res. J.*, vol. 73, no. 12, pp. 1057–1062, 2003.
- [55] W. Xu, “Effect of crosslinking treatment on the crystallinity, crystallite size and strength of cotton fiber,” *Wuhan Inst. Sci. Technol.*, p. 433.436, 2003.

- [56] W. Xu, "Cotton Fabric Strength Loss from Treatment with Polycarboxylic Acids for Durable Press Performance," *Current*, vol. 70, no. November, pp. 957–961, 2000.
- [57] J. L. Garden, "Some theoretical considerations of cellulose cross-linking," *Text. Res. J.*, vol. 31, no. 2, pp. 160–171, 1961.

ANEXO A

SIGMA-ALDRICH

sigma-aldrich.com

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Versión 5.0 Fecha de revisión 03.10.2012

Fecha de impresión 02.05.2017

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA

1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : 1,2,3,4-Butanetetracarboxylic acid

Referencia : 257303

Marca : Aldrich

No. CAS : 1703-58-8

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich de Argentina S.R.L.
Estomba 835/837
1427 BUENOS AIRES
ARGENTINA

Teléfono : +54 +54 11 4556 1472

Fax : +54 +54 11 4552 1698

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : (56 2) 2777 1994

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 [UE-GHS/CLP]

Toxicidad aguda, Oral (Categoría 4)

Irritación ocular (Categoría 2)

Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

Nocivo por ingestión. Irrita los ojos.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 [UE-GHS/CLP]

Pictograma



Palabra de advertencia : Atención

Indicación(es) de peligro

H302

H319

Nocivo en caso de ingestión.

Provoca irritación ocular grave.

Declaración(es) de prudencia

P305 + P351 + P338

EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

Declaración Suplementaria del peligro : ninguno(a)

Peligro

De acuerdo con la Directiva Europea 67/548/CEE, y sus enmiendas.

Símbolo(s) de peligrosidad



Frase(s) - R

R22

Nocivo por ingestión.

R36

Irrita los ojos.

Frase(s) - S

S26

En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.

2.3 Otros Peligros - ninguno(a)

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

3.1 Sustancias

Formula : $C_8H_{10}O_8$

Peso molecular : 234,16 g/mol

Componente	Concentración
Butane-1,2,3,4-tetracarboxylic acid	
No. CAS	1703-58-8
No. CE	216-938-0

4. PRIMEROS AUXILIOS

4.1 Descripción de los primeros auxilios

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

sin datos disponibles

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

- 5.4 **Otros datos**
sin datos disponibles

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

- 6.1 **Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**
Utilícese equipo de protección individual. Evite la formación de polvo. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evitar respirar el polvo.
- 6.2 **Precauciones relativas al medio ambiente**
No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.
- 6.3 **Métodos y material de contención y de limpieza**
Recoger y preparar la eliminación sin originar polvo. Limpiar y traspalar. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.
- 6.4 **Referencia a otras secciones**
Para eliminación de desechos ver sección 13.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

- 7.1 **Precauciones para una manipulación segura**
Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evítese la formación de polvo y aerosoles. Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo. Disposiciones normales de protección preventivas de incendio.
- 7.2 **Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades**
Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.
- 7.3 **Usos específicos finales**
sin datos disponibles

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN INDIVIDUAL

8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad. Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad con protecciones laterales conformes con la EN166 Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser controlados antes de la utilización. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Protección Corporal

Traje de protección completo contra productos químicos, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria

Para exposiciones molestas use respirador de partículas tipo P95 (EE.UU.) o tipo P1 (UE EN 143). Para un nivel de protección mayor use cartuchos de respirador tipo OV/AG/P99 (EE.UU.) o

ABEK-P2 (UE EN 143). Usar respiradores y componenetes testados y aprobados bajo los estandards gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a) Aspecto	Forma: cristalino Color: beige
b) Olor	sin datos disponibles
c) Umbral olfativo	sin datos disponibles
d) pH	sin datos disponibles
e) Punto de fusión/ punto de congelación	Punto/intervalo de fusión: 195 - 197 °C - dec.
f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	sin datos disponibles
g) Punto de inflamación	sin datos disponibles
h) Tasa de evaporación	sin datos disponibles
i) Inflamabilidad (sólido, gas)	sin datos disponibles
j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	sin datos disponibles
k) Presión de vapor	sin datos disponibles
l) Densidad de vapor	sin datos disponibles
m) Densidad relativa	sin datos disponibles
n) Solubilidad en agua	sin datos disponibles
o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua	sin datos disponibles
p) Temperatura de auto-inflamación	sin datos disponibles
q) Temperatura de descomposición	sin datos disponibles
r) Viscosidad	sin datos disponibles
s) Propiedades explosivas	sin datos disponibles
t) Propiedades comburentes	sin datos disponibles

9.2 Otra información de seguridad

sin datos disponibles

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1 Reactividad

sin datos disponibles

10.2 Estabilidad química

sin datos disponibles

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

sin datos disponibles

10.4 Condiciones que deben evitarse

sin datos disponibles

10.5 Materiales incompatibles

Oxidantes

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 1.720 mg/kg

Corrosión o irritación cutáneas

Lesiones o irritación ocular graves

sin datos disponibles

Sensibilización respiratoria o cutánea

sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales

sin datos disponibles

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

sin datos disponibles

Peligro de aspiración

sin datos disponibles

Efectos potenciales sobre la salud

Inhalación	Puede ser nocivo si se inhala. Puede provocar una irritación en el tracto respiratorio.
Ingestión	Nocivo por ingestión.
Piel	Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Puede provocar una irritación de la piel.
Ojos	Provoca irritación ocular grave.

Signos y Síntomas de la Exposición

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

Información Adicional

RTECS: EK6100000

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

12.1 Toxicidad

sin datos disponibles

12.2 Persistencia y degradabilidad

sin datos disponibles

12.3 Potencial de bioacumulación

sin datos disponibles

12.4 Movilidad en el suelo

sin datos disponibles

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Versión 5.1 Fecha de revisión 17.01.2014

Fecha de impresión 02.05.2017

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : **Ácido ftálico**

Referencia : P8657

Marca : Sigma

REACH No. : Un número de registro no está disponible para esta sustancia, ya que la sustancia o sus usos están exentos del registro, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior

No. CAS : 88-99-3

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich de Argentina S.R.L.
Estomba 835/837
1427 BUENOS AIRES
ARGENTINA

Teléfono : +54 +54 11 4556 1472

Fax : +54 +54 11 4552 1698

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : (56 2) 2777 1994

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Irritación cutáneas (Categoría 2), H315

Irritación ocular (Categoría 2), H319

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3), H335

Para el texto integro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

Xi Irritante R36/37/38

El texto completo de las frases R mencionadas en esta Sección, se indica en la Sección 16.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma



Palabra de advertencia : Atención

Indicación(es) de peligro

H315

H319

H335

Provoca irritación cutánea.

Provoca irritación ocular grave.

Puede irritar las vías respiratorias.

Declaración(es) de prudencia
P261 Evitar respirar el polvo.
P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

Declaración Suplementaria del peligro ninguno(a)
Peligro

2.3 Otros Peligros - ninguno(a)

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.1 Sustancias

Formula : C₈H₆O₄
Peso molecular : 166,13 g/mol
No. CAS : 88-99-3
No. CE : 201-873-2

Ingredientes peligrosos de acuerdo con el Reglamento (CE) N° 1272/2008

Componente	Clasificación	Concentración
Phthalic acid		
No. CAS 88-99-3	Skin Irrit. 2; Eye Irrit. 2; STOT SE 3; H315, H319, H335	<= 100 %
No. CE 201-873-2		

Ingrediente peligroso según la Directiva 1999/45/CE

Componente	Clasificación	Concentración
Phthalic acid		
No. CAS 88-99-3	Xi, R36/37/38	<= 100 %
No. CE 201-873-2		

Para el texto completo de las frases de Riesgo y Seguridad mencionadas en esta Sección, ver la Sección 16

SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1 Descripción de los primeros auxilios

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

- 4.3 **Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente**
sin datos disponibles

SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

5.4 Otros datos

sin datos disponibles

SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Utilícese equipo de protección individual. Evite la formación de polvo. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras. Evitar respirar el polvo.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Recoger y preparar la eliminación sin originar polvo. Limpiar y traspalar. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento

7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evítese la formación de polvo y aerosoles.

Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo. Disposiciones normales de protección preventivas de incendio.

Ver precauciones en la sección 2.2

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

Temperatura de almacenaje recomendada: -20 °C

7.3 Usos específicos finales

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad.

Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad con protecciones laterales conformes con la EN166 Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Sumerción

Material: Caucho nitrilo

espesura mínima de capa: 0,11 mm

Tiempo de perforación: 480 min

Material probado: Dermatrill® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Talla M)

Salpicaduras

Material: Caucho nitrilo

espesura mínima de capa: 0,11 mm

Tiempo de perforación: 480 min

Material probado: Dermatrill® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Talla M)

origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail

sales@kcl.de, Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, ponerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación es meramente aconsejable y deberá ser evaluada por un responsable de seguridad e higiene industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

Protección Corporal

indumentaria impermeable, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria

Para exposiciones molestas use respirador de partículas tipo P95 (EE.UU.) o tipo P1 (UE EN 143). Para un nivel de protección mayor use cartuchos de respirador tipo OV/AG/P99 (EE.UU.) o ABEK-P2 (UE EN 143). Usar respiradores y componenetes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Control de exposición ambiental

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- | | |
|---|------------------------------------|
| a) Aspecto | Forma: cristalino
Color: blanco |
| b) Olor | sin datos disponibles |
| c) Umbral olfativo | sin datos disponibles |
| d) pH | sin datos disponibles |
| e) Punto de fusión/ punto de congelación | Punto/intervalo de fusión: 210 °C |
| f) Punto inicial de ebullición e intervalo de | sin datos disponibles |

ebullición

- | | |
|--|-----------------------|
| g) Punto de inflamación | sin datos disponibles |
| h) Tasa de evaporación | sin datos disponibles |
| i) Inflamabilidad (sólido, gas) | sin datos disponibles |
| j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos | sin datos disponibles |
| k) Presión de vapor | sin datos disponibles |
| l) Densidad de vapor | sin datos disponibles |
| m) Densidad relativa | sin datos disponibles |
| n) Solubilidad en agua | sin datos disponibles |
| o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua | log Pow: 1,415 |
| p) Temperatura de auto-inflamación | sin datos disponibles |
| q) Temperatura de descomposición | sin datos disponibles |
| r) Viscosidad | sin datos disponibles |
| s) Propiedades explosivas | sin datos disponibles |
| t) Propiedades comburentes | sin datos disponibles |

9.2 Otra información de seguridad
sin datos disponibles

SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad

- 10.1 Reactividad**
sin datos disponibles
- 10.2 Estabilidad química**
Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.
- 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas**
sin datos disponibles
- 10.4 Condiciones que deben evitarse**
sin datos disponibles
- 10.5 Materiales incompatibles**
Agentes oxidantes fuertes
- 10.6 Productos de descomposición peligrosos**
Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles
En caso de incendio: véase sección 5

SECCIÓN 11: Información toxicológica

- 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos**
- Toxicidad aguda**
sin datos disponibles
- Inhalación: sin datos disponibles
- Corrosión o irritación cutáneas**
sin datos disponibles

Lesiones o irritación ocular graves
sin datos disponibles

Sensibilización respiratoria o cutánea
sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales

ratón
Ensayo de dominantes letales

ratón
esperma

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción
sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única
Inhalación - Puede irritar las vías respiratorias.

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas
sin datos disponibles

Peligro de aspiración
sin datos disponibles

Información Adicional
RTECS: TH9625000

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

SECCIÓN 12: Información ecológica

12.1 Toxicidad
sin datos disponibles

12.2 Persistencia y degradabilidad
sin datos disponibles

12.3 Potencial de bioacumulación
sin datos disponibles

12.4 Movilidad en el suelo
sin datos disponibles

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB
La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

12.6 Otros efectos adversos
sin datos disponibles

SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación

13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

Producto

Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Disolver o mezclar el

producto con un solvente combustible y quemarlo en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

SECCIÓN 14: Información relativa al transporte

14.1	Número ONU ADR/RID: -	IMDG: -	IATA: -
14.2	Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas ADR/RID: Mercancía no peligrosa IMDG: Mercancía no peligrosa IATA: Mercancía no peligrosa		
14.3	Clase(s) de peligro para el transporte ADR/RID: -	IMDG: -	IATA: -
14.4	Grupo embalaje ADR/RID: -	IMDG: -	IATA: -
14.5	Peligros para el medio ambiente ADR/RID: no	IMDG Contaminante marino: no	IATA: no
14.6	Precauciones particulares para los usuarios sin datos disponibles		

SECCIÓN 15: Información reglamentaria

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

sin datos disponibles

15.2 Evaluación de la seguridad química

Para este producto no se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química

SECCIÓN 16: Otra información

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

Eye Irrit.	Irritación ocular
H315	Provoca irritación cutánea.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
Skin Irrit.	Irritación cutáneas
STOT SE	Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

El texto completo de las frases-R referidas en los puntos 2 y 3

Xi	Irritante
R36/37/38	Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

Otros datos

Copyright 2014 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la

manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Dirijase a www.sigma-aldrich.com y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Versión 5.0 Fecha de revisión 14.09.2012

Fecha de impresión 02.05.2017

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA

1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Hipofosfito de sodio monohidrato

Referencia : S5012

Marca : Aldrich

No. CAS : 10039-56-2

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich de Argentina S.R.L.
Estomba 835/837
1427 BUENOS AIRES
ARGENTINA

Teléfono : +54 +54 11 4556 1472

Fax : +54 +54 11 4552 1698

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : (56 2) 2777 1994

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

No es una sustancia o mezcla peligrosa de acuerdo con el Reglamento (CE) No. 1272/2008.
Esta sustancia no esta clasificada como peligrosa según la Directiva 67/548/CEE.

2.2 Elementos de la etiqueta

El producto no necesita ser etiquetado de acuerdo con las directivas de la Comunidad Europea ó las respectivas leyes nacionales.

2.3 Otros Peligros - ninguno(a)

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

3.1 Sustancias

Formula : $H_2NaO_2P \cdot H_2O$

Peso molecular : 105,99 g/mol

4. PRIMEROS AUXILIOS

4.1 Descripción de los primeros auxilios

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua.

En caso de contacto con los ojos

Lavarse abundantemente los ojos con agua como medida de precaución.

Si es tragado

Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

sin datos disponibles

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Oxidos de fósforo, Oxidos de sodio

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

5.4 Otros datos

sin datos disponibles

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Evite la formación de polvo. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Limpiar y traspalar. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

7.1 Precauciones para una manipulación segura

Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo. Disposiciones normales de protección preventivas de incendio.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

higroscópico

7.3 Usos específicos finales

sin datos disponibles

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN INDIVIDUAL

8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Procedimiento general de higiene industrial.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser controlados antes de la utilización. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Protección de inmersión

Material: Caucho nitrilo

espesura mínima de capa: 0,11 mm

Tiempo de perforación: > 480 min

Material probado: Dermatrill® (Aldrich Z677272, Talla M)

Protección contra salpicaduras

Material: Caucho nitrilo

espesura mínima de capa: 0,11 mm

Tiempo de perforación: > 30 min

Material probado: Dermatrill® (Aldrich Z677272, Talla M)

origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 873000, e-mail

sales@kcl.de, Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, ponerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación tiene carácter meramente consultivo y debe ser evaluado por un Higienista Industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

Protección Corporal

Elegir la protección para el cuerpo según sus características, la concentración y la cantidad de sustancias peligrosas, y el lugar específico de trabajo. El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria

Protección respiratoria no requerida. Donde la protección sea deseada Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- | | |
|--|------------------------------------|
| a) Aspecto | Forma: cristalino
Color: blanco |
| b) Olor | sin datos disponibles |
| c) Umbral olfativo | sin datos disponibles |
| d) pH | 6,0 - 8,0 a 50 g/l a 25 °C |
| e) Punto de fusión/ punto de congelación | sin datos disponibles |
| f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición | sin datos disponibles |
| g) Punto de inflamación | no aplicable |
| h) Tasa de evaporación | sin datos disponibles |

i)	Inflamabilidad (sólido, gas)	sin datos disponibles
j)	Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	sin datos disponibles
k)	Presión de vapor	sin datos disponibles
l)	Densidad de vapor	sin datos disponibles
m)	Densidad relativa	sin datos disponibles
n)	Solubilidad en agua	sin datos disponibles
o)	Coefficiente de reparto n-octanol/agua	sin datos disponibles
p)	Temperatura de auto-inflamación	sin datos disponibles
q)	Temperatura de descomposición	sin datos disponibles
r)	Viscosidad	sin datos disponibles
s)	Propiedades explosivas	sin datos disponibles
t)	Propiedades comburentes	sin datos disponibles

9.2 Otra información de seguridad

Densidad aparente 1,05 g/l

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

10.1 Reactividad

sin datos disponibles

10.2 Estabilidad química

sin datos disponibles

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

sin datos disponibles

10.4 Condiciones que deben evitarse

Evitar la humedad.

10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

DL50 Oral - rata - 7.640 mg/kg

Corrosión o irritación cutáneas

sin datos disponibles

Lesiones o irritación ocular graves

sin datos disponibles

Sensibilización respiratoria o cutánea

sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales

sin datos disponibles

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

sin datos disponibles

Peligro de aspiración

sin datos disponibles

Efectos potenciales sobre la salud

Inhalación	Puede ser nocivo si se inhala. Puede provocar una irritación en el tracto respiratorio.
Ingestión	Puede ser nocivo si es tragado.
Piel	Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Puede provocar una irritación de la piel.
Ojos	Puede provocar una irritación en los ojos.

Signos y Síntomas de la Exposición

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

Información Adicional

RTECS: SZ5640000

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

12.1 Toxicidad

sin datos disponibles

12.2 Persistencia y degradabilidad

sin datos disponibles

12.3 Potencial de bioacumulación

sin datos disponibles

12.4 Movilidad en el suelo

sin datos disponibles

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

sin datos disponibles

12.6 Otros efectos adversos

sin datos disponibles

13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

Producto

Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE

14.1 Número ONU

ADR/RID: -

IMDG: -

IATA: -

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo al Reglamento (CE) No. 1907/2006

Versión 4.6 Fecha de revisión 02.03.2017

Fecha de impresión 02.05.2017

GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Hidróxido de sodio

Referencia : S5881
Marca : Sigma-Aldrich
No. Índice : 011-002-00-6
REACH No. : 01-2119457892-27-XXXX
No. CAS : 1310-73-2

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich de Argentina S.R.L.
Estomba 835/837
1427 BUENOS AIRES
ARGENTINA

Teléfono : +54 +54 11 4556 1472
Fax : +54 +54 11 4552 1698

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia (56 2) 2777 1994

SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Corrosivos para los metales (Categoría 1), H290

Corrosión cutáneas (Categoría 1A), H314

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma



Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H290

H314

Puede ser corrosivo para los metales.

Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

Declaración(es) de prudencia

P260

P280

No respirar el polvo/ el humo/ el gas/ la niebla/ los vapores/ el aerosol.

Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.

P303 + P361 + P353	EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ducharse.
P304 + P340 + P310	EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.
P305 + P351 + P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando.

Declaración Suplementaria del Peligro : ninguno(a)

2.3 Otros Peligros

Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

3.1 Sustancias

Sinónimos	: Caustic soda
Formula	: NaOH
Peso molecular	: 40,00 g/mol
No. CAS	: 1310-73-2
No. CE	: 215-185-5
No. Índice	: 011-002-00-6
Número de registro	: 01-2119457892-27-XXXX

Ingredientes peligrosos de acuerdo con el Reglamento (CE) N° 1272/2008

Componente	Clasificación	Concentración
Sodium hydroxide		
No. CAS	1310-73-2	Met. Corr. 1; Skin Corr. 1A; H290, H314 Límites de concentración: ≥ 5 %: Skin Corr. 1A, H314; 2 - < 5 %: Skin Corr. 1B, H314; 0,5 - < 2 %: Skin Irrit. 2, H315; 0,5 - < 2 %: Eye Irrit. 2, H319;
No. CE	215-185-5	
No. Índice	011-002-00-6	
Número de registro	01-2119457892-27-XXXX	
		<= 100 %

Para el texto integro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

SECCIÓN 4. Primeros auxilios

4.1 Descripción de los primeros auxilios

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Quítese inmediatamente la ropa y zapatos contaminados. Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico.

Por ingestión

No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

SECCIÓN 5. Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Sin datos disponibles

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

5.4 Otros datos

Sin datos disponibles

SECCIÓN 6. Medidas en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Usar protección respiratoria. Evite la formación de polvo. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Evacuar el personal a zonas seguras. Evitar respirar el polvo. Equipo de protección individual, ver sección 8.

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Recoger y preparar la eliminación sin originar polvo. Limpiar y traspalar. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

6.4 Referencia a otras secciones

Para eliminación de desechos ver sección 13.

SECCIÓN 7. Manipulación y almacenamiento

7.1 Precauciones para una manipulación segura

Evítese la formación de polvo y aerosoles.

Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo.

Ver precauciones en la sección 2.2

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.

7.3 Usos específicos finales

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

SECCIÓN 8. Controles de exposición/protección individual

8.1 Parámetros de control

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.

Nivel sin efecto derivado (DNEL)

Área de aplicación	Vía de exposición	Efecto en la salud	Valor
Trabajadores	Inhalación	A largo plazo - efectos locales	1 mg/m ³
Consumidores	Inhalación	A largo plazo - efectos locales	1 mg/m ³

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad. Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Protección personal

Protección de los ojos/ la cara

Caretas de protección y gafas de seguridad. Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Sumerción

Material: Caucho nitrilo

espesura mínima de capa: 0,11 mm

tiempo de penetración: 480 min

Material probado: Dermatrill® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Talla M)

Salpicaduras

Material: Caucho nitrilo

espesura mínima de capa: 0,11 mm

tiempo de penetración: 480 min

Material probado: Dermatrill® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Talla M)

origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail

sales@kcl.de, Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, ponerse en contacto con el proveedor de los guantes aprobados CE. Esta recomendación es meramente aconsejable y deberá ser evaluada por un responsable de seguridad e higiene industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

Protección Corporal

Traje de protección completo contra productos químicos, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados, usar un respirador que cubra toda la cara tipo N100 (EEUU) o tipo P3 (EN 143) y cartuchos de respuesto para controles de ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar

un respirador suministrado que cubra toda la cara Usar respiradores y componenetes testados y aprobados bajo los estandards gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

Control de exposición ambiental

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas

9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a) Aspecto	Forma: gránulos Color: blanco
b) Olor	inodoro
c) Umbral olfativo	Sin datos disponibles
d) pH	14 a 50 g/l a 20 °C
e) Punto de fusión/ punto de congelación	Punto/intervalo de fusión: 318 °C
f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	1.390 °C
g) Punto de inflamación	No aplicable
h) Tasa de evaporación	Sin datos disponibles
i) Inflamabilidad (sólido, gas)	Sin datos disponibles
j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	Sin datos disponibles
k) Presión de vapor	< 24,00 hPa a 20 °C 4,00 hPa a 37 °C
l) Densidad de vapor	1,38 - (Aire = 1.0)
m) Densidad relativa	2,1300 g/cm ³
n) Solubilidad en agua	aprox.1.260 g/l a 20 °C
o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua	Sin datos disponibles
p) Temperatura de auto-inflamación	Sin datos disponibles
q) Temperatura de descomposición	Sin datos disponibles
r) Viscosidad	Sin datos disponibles
s) Propiedades explosivas	Sin datos disponibles
t) Propiedades comburentes	Sin datos disponibles

9.2 Otra información de seguridad

Densidad aparente	aprox.1.150 kg/m ³
Densidad relativa del vapor	1,38 - (Aire = 1.0)

SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad

10.1 Reactividad

Sin datos disponibles

10.2 Estabilidad química

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Sin datos disponibles

10.4 Condiciones que deben evitarse

Sin datos disponibles

10.5 Materiales incompatibles

Agentes oxidantes fuertes, Ácidos fuertes, Materiales orgánicos

10.6 Productos de descomposición peligrosos

Otros productos de descomposición peligrosos - Sin datos disponibles

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Oxidos de sodio

En caso de incendio: véase sección 5

SECCIÓN 11. Información toxicológica

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

Sin datos disponibles

Corrosión o irritación cutáneas

Piel - Conejo

Resultado: Provoca quemaduras graves. - 24 h

Lesiones o irritación ocular graves

Ojos - Conejo

Resultado: Corrosivo - 24 h

Sensibilización respiratoria o cutánea

No se producirá.

Mutagenicidad en células germinales

Sin datos disponibles

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la (IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única

Sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas

Sin datos disponibles

Peligro de aspiración

Sin datos disponibles

Información Adicional

RTECS: WB4900000

El producto causa severa destrucción de los tejidos de las membranas mucosas, el tracto respiratorio superior, los ojos y la piel.

SECCIÓN 12. Información ecológica**12.1 Toxicidad**

Toxicidad para los peces CL50 - *Gambusia affinis* (Pez mosquito) - 125 mg/l - 96 h

CL50 - *Oncorhynchus mykiss* (Trucha irisada) - 45,4 mg/l - 96 h

Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos Inmovilización CE50 - *Daphnia* - 40,38 mg/l - 48 h

12.2 Persistencia y degradabilidad

Los métodos para la determinación de la degradabilidad biológica no son aplicables para las sustancias inorgánicas.

12.3 Potencial de bioacumulación

Sin datos disponibles

12.4 Movilidad en el suelo

Sin datos disponibles

12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB

Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (vPvB) a niveles del 0,1% o superiores.

12.6 Otros efectos adversos

Nocivo para los organismos acuáticos.

SECCIÓN 13. Consideraciones relativas a la eliminación**13.1 Métodos para el tratamiento de residuos****Producto**

Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada. Disolver o mezclar el producto con un solvente combustible y quemarlo en un incinerador apto para productos químicos provisto de postquemador y lavador.

Envases contaminados

Eliminar como producto no usado.

SECCIÓN 14. Información relativa al transporte**14.1 Número ONU**

ADR/RID: 1823

IMDG: 1823

IATA: 1823

14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADR/RID: HIDRÓXIDO SÓDICO SÓLIDO

IMDG: SODIUM HYDROXIDE, SOLID

IATA: Hidróxido sódico, sólido

14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADR/RID: 8

IMDG: 8

IATA: 8

14.4 Grupo de embalaje

ADR/RID: II

IMDG: II

IATA: II

14.5 Peligros para el medio ambiente

ADR/RID: no

IMDG Contaminante marino: no

IATA: no

14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Sin datos disponibles

SECCIÓN 15. Información reglamentaria

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

15.2 Evaluación de la seguridad química

Se ha realizado una Valoración de la Seguridad Química para esta sustancia.

SECCIÓN 16. Otra información

Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

H290	Puede ser corrosivo para los metales.
H314	Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
H315	Provoca irritación cutánea.
H319	Provoca irritación ocular grave.

Otros datos

Copyright 2016 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Dirijase a www.sigma-aldrich.com y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega.

Sabouraud Glucosado Agar

IVD

USO

Medio utilizado para el aislamiento, identificación y conservación de hongos patógenos y saprófitos. También es útil para el cultivo de levaduras.

FUNDAMENTO

Medio de cultivo recomendado para el aislamiento y desarrollo de hongos, particularmente los asociados con infecciones cutáneas (piel, pelo).

En el medio de cultivo, la peptona, la triptelina y la glucosa son los nutrientes para el desarrollo de microorganismos. El alto contenido de glucosa, la presencia de cloranfenicol y el pH ácido, inhiben el desarrollo bacteriano y favorecen el crecimiento de hongos y levaduras. El agar es el agente solidificante.

Puede ser suplementado con otros agentes selectivos de crecimiento.

CONTENIDO Y COMPOSICIÓN

Código B0415084: 6 frascos x 50 ml.

Código B2315031: envase x 10 placas.

FÓRMULA

PEPTONA	5 g
TRIPTEINA	5 g
GLUCOSA	40.0 g
CLORANFENICOL	0.05 g
AGAR	15.0 g
AGUA PURIFICADA	1000 ml
pH FINAL: 5.6 ± 0.2	

INSTRUCCIONES

Medio de cultivo listo para usar en frascos

Colocar los frascos cerrados en baño maría y llevar a ebullición para fundir el medio de cultivo sólido contenido en los mismos.

Una vez que se ha fundido el medio de cultivo, retirar cuidadosamente los frascos del baño maría y dejar enfriar.

Cuando alcanzan temperatura 45-50 °C, abrirlos y distribuir aproximadamente 15 ml en placas de Petri estériles.

Placas listas para usar.

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Medio de cultivo color ámbar claro, ligeramente opalescente sin precipitado.

ALMACENAMIENTO

Medio de cultivo listo para usar en frascos a 10-35 °C.

Medio de cultivo listo para usar en placas a 2-8 °C.

PROCEDIMIENTO

Siembra

Estriar directamente la superficie del medio de cultivo.

Incubación

En aerobiosis a 20-25 °C.

El tiempo dependerá del hongo y levadura que se quiera recuperar. Como regla general, incubar en las condiciones descritas durante 2 a 7 días. En el caso de investigar dermatofitos, incubar durante 5 a 20 días y examinar el cultivo cada 4 a 6 días.

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Describir las características típicas de las colonias y subcultivar en medios apropiados para identificación.

Sabouraud Glucosado Agar

CONTROL DE CALIDAD

MICROORGANISMO	CRECIMIENTO
Aspergillus brasiliensis ATCC 16404	Satisfactorio
Candida albicans ATCC 10001	Satisfactorio
Trichophyton mentagrophytes ATCC 9500	Satisfactorio
Saccharomyces cerevisiae ATCC 9783	Satisfactorio
CONTROL DE ESTERILIDAD	
Medio sin inocular	En cambio

LIMITACIONES

- El cloranfenicol, además de inhibir el desarrollo bacteriano, puede inhibir el desarrollo de ciertos hongos patológicos.
- Evitar el sobrecalentamiento del medio de cultivo por riesgo de oscurecimiento, acidificación y disminución de las propiedades gelificantes del agar.
- Realizar ensayos de identificación adicionales de los microorganismos que hayan desarrollado.

MATERIALES NECESARIOS NO PROVISTOS

Equipos y material de laboratorio, microorganismos para control de calidad, reactivos y medios de cultivo adicionales según requerimiento.

PRECAUCIONES

- Solamente para uso diagnóstico in vitro. Uso profesional exclusivo.
- No utilizar el producto si el recipiente su envase está abierto o dañado.
- No utilizar el producto si existen signos de contaminación o deterioro, así como tampoco si ha expirado su fecha de vencimiento.
- Utilizar guantes y ropa protectora cuando se manipula el producto.
- Considerar las muestras como potencialmente infecciosas y manipularlas apropiadamente siguiendo las normas de bioseguridad establecidas por el laboratorio.
- Las características del producto pueden alterarse si no se conserva apropiadamente.
- Descartar el producto que no ha sido utilizado y los desechos del mismo según regulaciones vigentes.

REFERENCIAS

- MacFaddin. 1980. Media for isolation-cultivation-identification-maintenance of medical bacteria, vol. 1. Williams & Wilkins, Baltimore, Md.
- Murray PR, Baron, Tenover and Tenover. 1990. Manual of clinical microbiology. 7th ed. American Society for Microbiology, Washington, DC.
- European Pharmacopoeia 6.0, volume 1. 2007. Microbiological Examination of Non sterile products: Test for Specified Microorganisms.

INDICACIONES AL CONSUMIDOR

Utilizar el producto hasta su fecha de vencimiento. Conservar el producto según las indicaciones del rótulo.

SÍMBOLOS UTILIZADOS



certificación
ISO 9001:2015



referencia



certificación
GMP



estéril



riesgo
de contaminación



lote de



producto
vacunado



libro de
referencias



farmacopea
de la OMS

ANEXO B

Fibras blancas

Análisis de Varianza para Módulo Elástico (MPa)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Concentración	3,70286E11	1	3,70286E11	839,58	0,0000
B:Tiempo	2,31815E10	1	2,31815E10	52,56	0,0000
AA	8,65622E10	1	8,65622E10	196,27	0,0000
AB	3,84249E9	1	3,84249E9	8,71	0,0099
BB	1,10928E10	1	1,10928E10	25,15	0,0002
Error total	6,61558E9	15	4,41039E8		
Total (corr.)	4,95375E11	20			

R-cuadrada = 98,66 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 98,22 %

Error estándar del est. = 21000,9

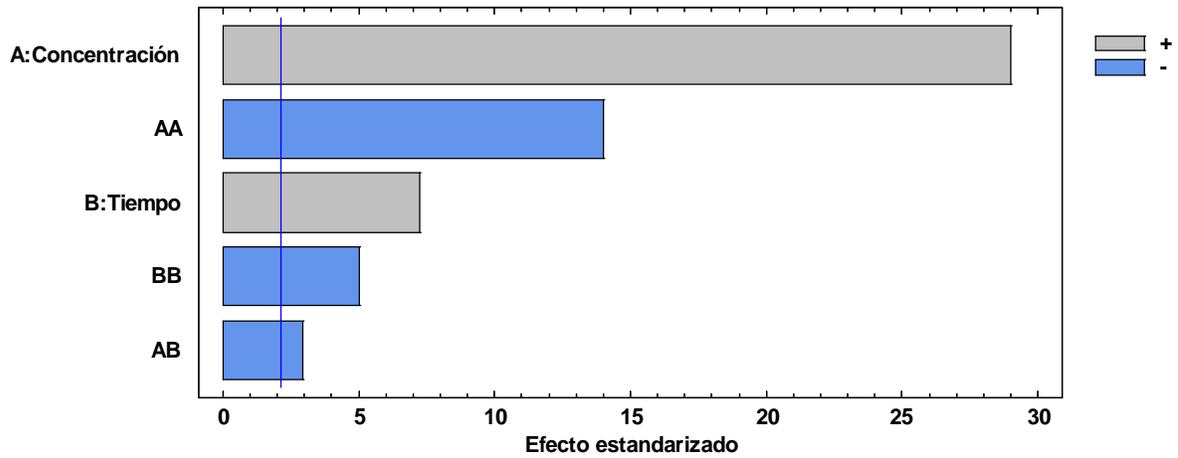
Error absoluto medio = 12997,4

Estadístico Durbin-Watson = 2,21 (P=0,2761)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,16275

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98,66 % de la variabilidad en Módulo Elástico (MPa). El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 98,22 %. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 21000,9. El error medio absoluto (MAE) de 12997,4 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Diagrama de Pareto Estandarizada para Módulo Elástico (MPa)



Análisis de Varianza para Resistencia a la Tracción (MPa)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Concentración	1,28383E8	1	1,28383E8	80,95	0,0000
B: Tiempo	1,49578E7	1	1,49578E7	9,43	0,0078
AA	4,23732E6	1	4,23732E6	2,67	0,1230
AB	1,41858E7	1	1,41858E7	8,94	0,0091
BB	1,14403E6	1	1,14403E6	0,72	0,4091
Error total	2,37902E7	15	1,58601E6		
Total (corr.)	1,85562E8	20			

R-cuadrada = 87,18 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 82,91 %

Error estándar del est. = 1259,37

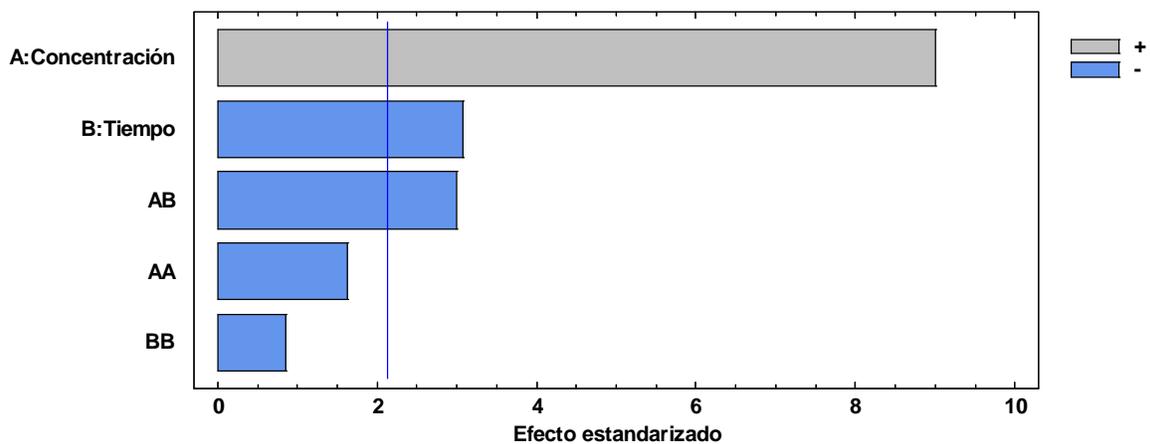
Error absoluto medio = 930,57

Estadístico Durbin-Watson = 1,90 (P=0,0867)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,00647

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 87,18% de la variabilidad en Resistencia a la Tracción (MPa). El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 82,91%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 1259,37. El error medio absoluto (MAE) de 930,569 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Diagrama de Pareto Estandarizada para Resistencia a la Tracción (MPa)



Análisis de Varianza para Elongación (%)

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Concentración	0,35	1	0,35	55,44	0,0000
B:Tiempo	0,61	1	0,61	98,08	0,0000
AA	0,22	1	0,22	35,59	0,0000
AB	0,00	1	0,00	0,00	0,9876
BB	0,22	1	0,22	34,94	0,0000
Error total	0,09	15	0,01		
Total (corr.)	1,33	20			

R-cuadrada = 92,99 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 90,65 %

Error estándar del est. = 0,0788

Error absoluto medio = 0,054

Estadístico Durbin-Watson = 2,62 (P=0,6701)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,3248

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 92,99% de la variabilidad en Elongación (%). El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 90,65%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,0788. El error medio absoluto (MAE) de 0,0545 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0%.

Diagrama de Pareto Estandarizada para Elongación (%)

