

RESUMEN EJECUTIVO

La pandemia de la enfermedad por el coronavirus COVID-19 garantiza la protección de la comunidad a través del equipo de protección personal (EPP) que comúnmente incluye una mascarilla para prevenir la propagación de la infección. A principios de mayo de 2020, se hizo obligatorio el uso de mascarillas para el público en general en al menos 75 países que comprenden aproximadamente el 88% de la población mundial.

En los países en desarrollo y menos desarrollados, las mascarillas son escasas, inaccesibles e inasequibles para los pobres que constituyen la mayoría. Los tejidos de algodón, poliéster y sus mezclas están fácilmente disponibles para elaborar mascarillas caseras no médicas que también son económicas, lavables y reutilizables. Entre los tipos de tejidos comúnmente disponibles, aparentemente la tela de algodón tiene ventajas específicas de filtración sobre los tejidos sintéticos como el poliéster debido a sus singulares características físicas y químicas. Las propiedades antimicrobianas de los tejidos de algodón se pueden fortalecer aún más con un recubrimiento de nanopartículas sobre la superficie de la fibra.

LAS MASCARILLAS MINIMIZAN EL CONTAGIO

Se descubrió que las mascarillas quirúrgicas y las mascarillas no médicas son eficaces para prevenir la transmisión del SARS-CoV-2 en aerosoles en más del 95%². En Beijing, el uso de mascarillas para exteriores durante la epidemia del SARS en 2003 se asoció con una reducción del riesgo del 70% en comparación con aquellos que no las utilizaron³. El equipo de protección personal (EPP), como las mascarillas, podría desempeñar un papel clave para minimizar el contagio⁴⁻⁵.



JUSTIFICACIÓN PARA RECOMENDAR EL ALGODÓN

Los criterios principales para las mascarillas son la eficiencia de filtración, la obstrucción de patógenos y la comodidad física de la mascarilla, incluida la transpirabilidad. Se ha encontrado que el tejido de algodón es superior a los otros tejidos en todos esos aspectos.

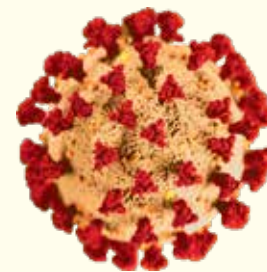
Los trabajos de investigación señalan que debido a sus singulares propiedades físicas, químicas e isoelectricas, se encontró que las fibras de algodón eran superiores a las fibras sintéticas como el poliéster y el nylon en la filtración y en detrimento de los virus^{6-9,12-14}, bacterias patógenas^{7,15} y hongos²⁵, así como en comodidad y transpirabilidad⁹. La creciente evidencia científica respalda la recomendación del algodón como la opción preferida en las mascarillas para la protección contra una amplia gama de patógenos microbianos dañinos, incluidos los coronavirus como el SARS-CoV-2. Esta nota proporciona una mini revisión de referencias científicas que impulsan la recomendación del algodón como la fibra más apropiada en las mascarillas para minimizar la infección y la propagación de la COVID-19.

Keshav Kranthi¹, Joy Das², Rakesh Kumar², Mike McCue¹, Renuka Dhandapani³, Kater Hake³, Sandhya Kranthi¹, D. Blaise² y Kai Hughes¹

¹International Cotton Advisory Committee, 1629, K Street NW, Washington DC 20006

²ICAR-Central Institute for Cotton Research, PB.No. 2, Shankarnagar PO, Nagpur India.

³Cotton Incorporated, 6399 Weston Parkway, Cary, North Carolina 27513



La COVID-19 es una enfermedad respiratoria ocasionada por un síndrome respiratorio agudo severo llamado **SARS-CoV-2**. El virus se propaga a través de los humanos por medio de gotas respiratorias liberadas por personas infectadas. Se considera que los individuos asintomáticos¹ transmiten cerca de la mitad de las infecciones.

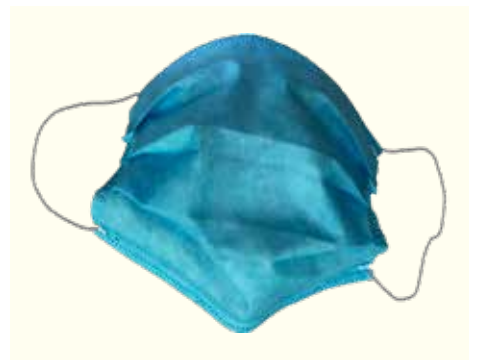
USO OBLIGATORIO DE MASCARILLAS EN MAS DE 75 PAÍSES

A principios de mayo de 2020, más de 75 países que comprenden aproximadamente el 88% de la población mundial, obligaron al público en general al uso de mascarillas y 152 países han recomendado el uso de mascarillas en lugares públicos en todo o en parte del país, según Wikipedia.

EE. UU. E INDIA HAN RECOMENDADO MASCARILLAS DE ALGODÓN DE BRICOLAJE PARA EL PÚBLICO EN GENERAL

Debido a la aguda escasez en la disponibilidad de mascarillas quirúrgicas, las agencias gubernamentales en India y EE. UU. han recomendado el uso de fibras de algodón de tejido cerrado, como tejido para acolchados, sábanas de algodón o tejido de camisetas, para la preparación de mascarillas no médicas caseras "hágalas usted mismo"^{4,10-11}.

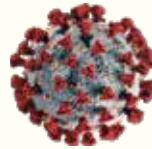
LA CIENCIA DETRÁS DE LAS MASCARILLAS DE ALGODÓN



- **NANOPARTÍCULA:** La partícula del virus SARS-CoV-2 (virión) es una nanopartícula¹⁶ con un diámetro de 50 a 200 nanómetros (nm).
- **FILTRO DE LA MASCARILLA >300nm:** Por diseño, las mascarillas filtran eficazmente partículas con un diámetro de >300 nm.
- **EL ALGODÓN TIENE PROPIEDADES ESPECIALES:** Con una porosidad similar, el algodón puede ser superior a las fibras sintéticas como el poliéster en el filtrado de los viriones debido a sus propiedades especiales como una superficie de fibra rugosa, la hidrofilia (absorción de agua) y un punto isoeléctrico más alto. Las fibras sintéticas tienen una superficie lisa.

COMBATE DE LOS VIRUS

La evidencia científica muestra que las mascarillas de algodón son significativamente superiores al material sintético, como el poliéster, para bloquear los virus.



- **FILTRACIÓN:** La mediana de las cargas virales después de la tos sin una mascarilla, con una mascarilla quirúrgica y con una mascarilla de algodón fue de 2,56 copias log/ml, 2,42 copias log/ml y 1,85 copias log/ml, respectivamente, lo cual indica que una mascarilla de algodón tuvo un mejor desempeño que una mascarilla quirúrgica en la filtración de los viriones del SARS-CoV-217.
- De los 15 tipos diferentes de tejidos comunes probados para filtrar nanopartículas de aerosol, las mascarillas de tejido de algodón funcionaron mejor que la seda, el chifón, la franela, varios sintéticos y sus mezclas¹⁸.
- **PERSISTENCIA DEL VIRUS:** El SARS-CoV sobrevive más tiempo en forma infecciosa sobre batas desechables a base de fibra sintética que sobre batas de algodón¹⁴.
- La recuperación del norovirus humano y el calicivirus felino (FCV) fue alta a 5,59% en poliéster pero solo 0,15% en algodón; la supervivencia del norovirus murino (MNV) fue del 14,7% en poliéster y 0,85% en algodón⁸.
- Los virus vaccinia y de la polio (no envoltentes) se recuperaron de la lana hasta en 20 semanas, mientras que los virus persistieron por mucho menos tiempo en el algodón^{13,19}. Una combinación de mayor absorción de humedad y un secado más rápido del algodón en comparación con la lana puede haber conducido a la persistencia más baja de los virus en las fibras de algodón.
- La eficiencia de recuperación (ER) del virus MS2 del poliéster fue entre 2,3% a 3,0%, significativamente más alta que entre 0,03% a 0,3% con algodón⁷.
- **EFICIENCIA DE BLOQUEO:** De los 8 materiales de tejido probados, el tejido de 100% algodón tuvo la eficacia más alta de bloqueo del virus en comparación con las mezclas de algodón y tejidos 100% poliéster²⁰.
- **TRANSPIRABILIDAD:** El algodón y las mezclas de algodón filtraron del 50,85% al 72,46% de los viriones y se recomendó el material 100% algodón para camisetas como el material casero más adecuado para la preparación de mascarillas no médicas, debido también a la facilidad para respirar en comparación con todos los otros tejidos^{9,21}.

COMBATIENDO LAS BACTERIAS



Las pruebas realizadas con 22 bacterias gram-positivas en cinco tejidos hospitalarios diferentes mostraron que el tejido 100% algodón era significativamente superior a las mezclas de algodón/poliéster y el tejido 100% poliéster en la prevención de la supervivencia y la propagación de los patógenos²²⁻²⁴.

COMBATIENDO LOS HONGOS



Cinco hongos patógenos sobrevivieron significativamente más tiempo (19,5 días) en tejidos 100% poliéster, spandex, polietileno y poliuretano, pero sobrevivieron menos de 5 días en tejidos 100% algodón, felpa de algodón y mezclas²⁵.

¿POR QUÉ EL ALGODÓN ES MEJOR QUE LOS SINTÉTICOS?

ABSORBE, DESHIDRATA Y DESACTIVA

Las propiedades especiales del algodón producen una unión más fuerte de los viriones a sus fibras²⁶ seguido de la desactivación debido a la deshidratación⁶⁻⁸.

HIDROFILIA

La hidrofilia del algodón es perjudicial para los viriones. Las fibras de algodón son altamente hidrófilas, lo que significa que tienen una mayor capacidad de absorción de agua, mientras que las fibras sintéticas como el poliéster son hidrófobas, por lo que repelen el agua²⁷⁻²⁸. Un gramo de fibra de algodón puede contener entre 23,5 g y 28,1 g de agua²⁹. Mientras que los virus no envoltantes son menos vulnerables a los sustratos absorbentes, el SARS-CoV-2 es un virus envoltante que necesita protección contra la humedad para que sea infeccioso. La rápida absorción de agua de las gotitas de virus de los viriones envoltantes

TEJIDO DE POLIÉSTER

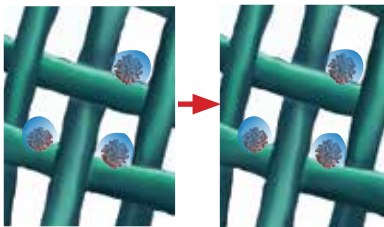


Diagrama esquemático para mostrar cómo las gotas de virión en aerosol permanecen en las fibras hidrófobas y sobreviven.

TEJIDO DE ALGODÓN

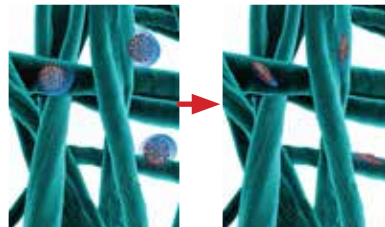


Diagrama esquemático para mostrar cómo se absorben las gotas de virión en aerosol y el virión se deshidrata y se seca.

por las fibras de algodón acelera la evaporación del medio residual, elimina la protección contra la humedad y hace que los viriones sean vulnerables a la sequedad y la desecación. Esto contrasta con las fibras hidrófobas de poliéster en las que la absorción de agua es insignificante y el virión permanece intacto debido a la mayor protección contra la humedad del virus, lo cual produce una supervivencia más prolongada y una infectividad continua. Por lo tanto, la supervivencia de los patógenos y los viriones es mayor en las fibras sintéticas en comparación con el algodón⁸ y, como resultado, una mascarilla a base de algodón superará a las mascarillas hechas de fibras sintéticas como el poliéster, particularmente en el caso de los virus encapsulados como el SARS-CoV-2.

SUPERFICIE RUGOSA E HISTERESIS DE ADHESIÓN

Con un tamaño que varía de 50 a 200 nanómetros (nm), los viriones del SARS-CoV-2 podrían comportarse como las nanopartículas típicas que a menudo exhiben movimiento browniano³⁰. En comparación con la textura lisa de las fibras sintéticas, las fibras de algodón tienen una superficie rugosa con numerosos nanoporos³¹ que pueden servir como anclajes para la adsorción y adherencia de nanopartículas. La adherencia de los viriones en las fibras de algodón puede intensificarse aún más por el impacto de un fenómeno llamado histéresis de adhesión, que se define como la diferencia entre la energía necesaria para separar dos superficies y la que los unió originalmente. Estas propiedades pueden contribuir al rendimiento superior del algodón al filtrar los viriones en relación con las fibras sintéticas.

PUNTO ISOLECTRICO

La fibra de algodón tiene un punto isoelectrico (pI) más alto de 3,0 en comparación con el poliéster (2,3) y el vidrio (2,1)^{27,32}, debido a lo cual los virus con un pI de 4,9 a 6,0 tienen una menor supervivencia y menor eficiencia de recuperación en el algodón comparado con el poliéster y el vidrio^{6,8,33}.

MASCARILLA DE ALGODÓN INTELIGENTE



Una mascarilla de algodón de tres capas intercaladas con tela nanoimpregnada puede ofrecer una excelente protección.

TEJIDO DE ALGODÓN ANTIMICROBIANO INTELIGENTE

Las fibras de algodón se pueden recubrir con nanopartículas que las hacen antimicrobianas. La tela de algodón se ha recubierto con nanometales como nanoplatina, nanozinc, nanocobre, etc., lo que resulta en un tejido inteligente con propiedades antimicrobianas.

Las fibras de algodón recubiertas de nanocobre mostraron un efecto antimicrobiano de amplio espectro³⁴⁻³⁶, incluida la actividad biocida contra la influenza con una clara transpirabilidad y sin agotamiento de la actividad antimicrobiana después del lavado³⁷⁻³⁸.

Curiosamente, se descubrió que el algodón sin blanquear, altamente limpio y estéril, tiene componentes que son beneficiosos para las etapas hemostáticas e inflamatorias de la cicatrización de heridas. Estas propiedades se fortalecieron aún más por la impregnación de nanometales³⁹⁻⁴⁰.

BIODEGRADABLE

Al ser de origen natural, las fibras de algodón son biodegradables y pueden ser la fibra de elección, especialmente para artículos desechables que se pueden descartar de forma segura sin causar riesgos ambientales.

Disposición, diseño, ilustraciones e imágenes: Keshav Kranthi, CClA Coronavirus: Imágenes de archivo modificadas.



REFERENCIAS

1. Ganyani T, *et al.*, 2020. *Eurosurveillance*; 25 (17): p.2000257.
2. Qian Y, *et al.*, 1998. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*; 59: 128–132.
3. Wu J, *et al.*, 2004. *Emerging infectious diseases*; 10 (2): 210–216
4. CDC. 2020. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/faq.html#How-COVID-19-Spreads>
5. Howard J. *et al.* 2020. <https://www.preprints.org/manuscript/202004.0203/v1>.
6. Gibson KE, *et al.*, 2012. *Appl. Environ. Microbiol.*; 78: 3037–3044.
7. Lopez GU, *et al.*, 2013. *Appl. Environ. Microbiol.*; 79: 5728–5734
8. Yeargin T, *et al.*, 2015. *J. Food Prot.*; 78: 1842–1850.
9. Davies A, *et al.*, 2013. *Disaster Med Public Health Prep.*; 7(4): 413–418
10. PSA-GOI. 2020. <http://164.100.117.97/WriteReadData/userfiles/FINAL%20MASK%20MANUAL.pdf>
11. Jenkins JB. 2020 <https://healthcare.utah.edu/healthfeed/postings/2020/04/face-masks.php>
12. Abad FX, *et al.*, 1994. *App. Environ. Microbiol.*; 60: 3704–3711.
13. Sidwell RW, *et al.* 1970. *Appl Microbiol.*; 19 (1): 53–9
14. Lai MY, *et al.*, 2005. *Clin. Infect. Dis.*; 41: e67–e71
15. Neely AN. 2014. <http://www.infectioncontrolresource.org/assets/ic16.pdf>.
16. Chen N, *et al.* 2020. *The Lancet*: 395 (10223): 507–513
17. Bae S, *et al.* 2020. *Ann Intern Med*: <https://doi.org/10.7326/M20-1342>.
18. Konda, A., *et al.*, 2020. *ACS nano*. <https://dx.doi.org/10.1021/acsnano.0c03252>
19. Dixon GJ, *et al.*, 1966. *Applied microbiology*; 14: 183–188.
20. Aydin, O., *et al.*, 2020. medRxiv. Doi: <https://doi.org/10.1101/2020.04.19.20071779>
21. Dato VM, *et al.*, 2006. *Emerging Infectious Diseases*; 12 (6):1033–1034
22. Neely AN, Maley MP. 2000. *Journal of Clinical Microbiology*; 38 (2): 724–726
23. Sattar SA, *et al.*, 2001. *J. Appl. Microbiol.*; 90: 962–970
24. Wilkoff LJ, *et al.*, 1969. *Appl. Microbiol.*; 17: 268–274
25. Neely, A.N. & Orloff, M.M., 2001. *Journal of clinical microbiology*, 39(9), pp.3360–3361.
26. Gerba CP. 1984. *Advances in Applied Microbiology*; 30: 133–168
27. Lameiras FS, *et al.*, 2008. *Mater. Res.*; 11: 217–219.
28. Smith F, Mei WP. 1996. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.632.3719&rep=rep1&type=pdf>
29. Meena RA, *et al.*, 2016. *Journal of Scientific & Industrial Research*; 75: 570–573
30. Wei Neo Kang. 2019. <https://smartairfilters.com/en/blog/what-is-pm0-3-why-important/>
31. Prysiazhnyi V, *et al.* 2013. *Cellulose*; 20: 315–325.
32. Bellmann C, *et al.*, 2005. *Colloids Surf*; A267:19–23
33. Michen B, Graule T. 2010. *J. Appl. Microbiol.*; 109: 388–397
34. Anita S, *et al.*, 2011. *Text. Res. J.*; 81: 1081–1088.
35. Paramasivan, *et al.*, 2018. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*; 48: 574–581
36. Xu Q, *et al.* 2018. *Fibers Polym.*; 19: 1004–1013.
37. Eremenko AM, *et al.*, 2016. *Nanoscale Res. Lett.*; 11.
38. Borkow G, *et al.*, 2010. *PLoS One*; 5 (6): e11295
39. Edwards JV, *et al.*, 2018. *Molecules*; 23 (9): p.2399.
40. Edwards JV, *et al.*, 2019. *Wound Repair and Regeneration*; 27 (3): A26–A26.

Mayo 2020



<https://icac.org>

Comité Consultivo Internacional del Algodón

1629 K Street NW. Washington DC USA. 20006

Citation: Keshav Kranthi, Joy Das, Rakesh Kumar, Mike McCue, Renuka Dhandapani, Kater Hake, Sandhya Kranthi, D. Blaise and Kai Hughes. 2020. The role of cotton in face masks. Brochure. ICAC, Washington DC. May 2020.