



SEGUIMIENTO Y CONTROL DE BIODETERIORO MICROBIOLÓGICO EN DOCUMENTOS DE INTERÉS HISTÓRICO EN EL ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN

Jenny Mateus¹, Diana Peña¹, Gigiola Peña¹, Ángela Rojas¹, Jeimy Rojas¹, Sonia Zambrano¹, Maria Mercedes Martínez^{1*}, Claudia Flórez², Mario Santander²

¹ Grupo de Biotecnología Ambiental e Industrial. Laboratorio Microbiología Ambiental, Lab. 125, Pontificia Universidad Javeriana, Carrera. 7ª # 43-82, Bogotá.

² Archivo General de la Nación. Laboratorio Biología y Química. Carrera 6ª # 6-91. Bogotá
mmmartin@javeriana.edu.co

RESUMEN

A partir de los soportes papel (manual, bond, periódico), fotografías con gelatina como aglutinante y planos con soporte en fibra textil del Archivo General de la Nación (AGN), se realizaron diferentes pruebas de aislamiento e identificación de hongos, determinando los géneros de mayor frecuencia de aparición, y el efecto de los desinfectantes Tego51®, Timsen® a 4000 ppm (1.6 g principio activo n-alquil dimetil bencil amonio), etanol 70% y New ger® 0.7% (solución de N-duopropenida mezcla completa de yoduros de amonio cuaternario al 2.5%), sobre papel afectado y su forma de aplicación nebulización y aspersión.

Igualmente a 231 fotografías con gelatina como aglutinante, tomadas del fondo del Ministerio de Obras Publicas (MOP) que presentaron indicadores de biodeterioro, se realizó, aislamiento e identificación de 48 géneros siendo los más frecuentes *Penicillium* sp. y *Cladosporium* sp. y los más agresivos frente al soporte *Rhizopus* sp., *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp1, y *Fusarium* sp., con efecto de biodeterioro en 25 días.

A partir de este estudio, se tomaron los géneros *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp y se realizaron pruebas con desinfectantes (Timsen®, etanol, New ger®) para determinar el efecto fungicida y su acción sobre el soporte fotográfico, evaluando 4 formas de aplicación de los desinfectantes (aspersión, inmersión, aplicación puntual y directa) sobre muestras de fotografías inoculadas, determinando que la inmersión en los desinfectantes evaluados, fue el mejor método de aplicación ya que no afecta las características físicas de la imagen.

Finalmente también se evaluaron 66 planos con soporte en fibra textil a partir de los cuales se aislaron e identificaron 37 géneros siendo los más frecuentes *Penicillium* sp. y *Cladosporium* sp., los cuales también demostraron alta agresividad junto con *Bipolaris* sp.

Palabras clave: biodeterioro, desinfección, fotografía, hongos filamentosos, papel, planos.

ABSTRACT

Starting from the support papers (manual, bond and newspapers), photography with gelatin and silver emulsion and planes with support in textile fiber of Colombia's General Archive, different isolation tests and identification of fungi were carried out to determine the stains with highest appearance frequencies and the effect of the disinfectant Tego51®, Timsen® to 4000 ppm (1.6 g of n-alkyl dimethyl benzil), Ethanol to 70% and Newger® to 0.7% (N-Duopropenida).

Equally at 231, photography with gelatin emulsion of the bottom of the Ministry of Public works (MOP) that presented biodeterioration indicators, we) carried out isolation and identification of 48 fungal stains, and found two fungal stains with the highest appearance frequencies, *Penicillium* sp and *Cladosporium* sp, and the two with the highest levels of aggression to the applied supporting substances, *Rhizopus* sp, *Cladosporium* sp, *Aspergillus* sp 1 and *Fusarium* sp, with biodeterioration effect in 25 days.

At the beginning, *Penicillium* sp, *Cladosporium* sp, *Rhizopus* sp and *Aspergillus* sp 1 were selected for evaluating three disinfectants at three different concentration levels (Timsen® to 1000 ppm, 2000 ppm and 3000 ppm, Ethanol to 50%, 70% and 80% and Newger® to 0.5%, 0.7% and 1%) to determine the fungicidal effect and their action on the photographic support.

Finally, 66 planes with support in textile fiber were also evaluated starting with the ones which were isolated and 37 fungal stains were identified. The two fungal stains with the highest appearance frequencies were *Penicillium* sp and *Cladosporium* sp which also demonstrated high aggressiveness in the support together as well as *Bipolaris* sp.

Key words: Biodeterioration, disinfection, photographs, filamentous fungi, paper, planes.

INTRODUCCIÓN

El biodeterioro se puede definir como un cambio indeseable en las propiedades de un material y es causado por la actividad vital de los organismos; referido a las propiedades culturales, es el daño físico, químico y estético causado biológicamente por agentes tales como insectos, algas, líquenes, hongos y bacterias y soportado por presencia de sustancias orgánicas susceptibles al ataque de microorganismos heterótrofos y dependiente de las condiciones microclimáticas (temperatura y HR) (Vaillant y Valentín, 1996).

El Archivo General de la Nación (AGN) es una institución pública que tiene entre sus funciones la recolección, conservación y divulgación del patrimonio documental, el cual está compuesto por cerca de 30 millones de documentos que datan del siglo XVI y aproximadamente hasta el siglo XIX. Durante los últimos años el AGN se ha preocupado por realizar estudios de investigación en microbiología, junto con el Departamento de Microbiología de la Pontificia Universidad Javeriana, encaminados a detectar y proponer correcciones a los problemas de biodeterioro utilizando metodologías

destinadas a aislar e identificar hongos relacionados directamente con problemas de alteración biológica; y asimismo implementar tratamientos de desinfección que detengan y controlen este tipo de alteración en los diferentes soportes como papel (bond, manual, industrial), planos con soporte en fibra textil y fotografías a blanco y negro con gelatina como aglutinante.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de estos estudios se llevó a cabo en el Laboratorio de Biología y Química del AGN Colombia y en el Laboratorio de Microbiología Ambiental de la Pontificia Universidad Javeriana.

Para el aislamiento de microorganismos a partir de papel, se utilizó Petrifilm®, y para la recuperación de microorganismos a partir de fotografías con gelatina como aglutinante (figura 1) y planos con soporte en fibra textil (figura 2), se realizó mediante la técnica de hisopo estéril seco (Rempel, 1987), identificando los géneros más representativos mediante el uso de claves de identificación taxonómica de Barnett & Barry, 1996.

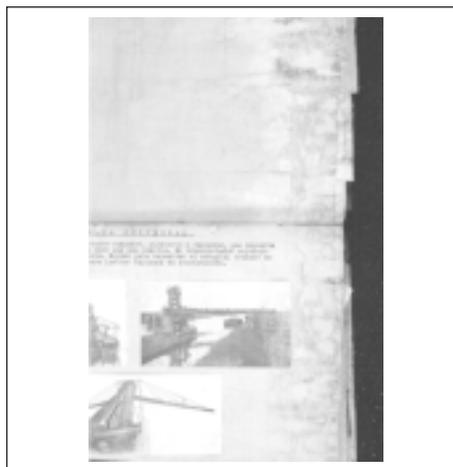


FIGURA 1. Fotografías con gelatina como aglutinante con biodeterioro.



FIGURA 2. Planos con soporte en fibra textil con biodeterioro.

Los desinfectantes se evaluaron por el método de concentración mínima inhibitoria (CMI), con Timsen® a 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 ppm (0.2 g de principio activo, 0.4 g de ppo activo, 0.6 g de ppo activo, 0.8 g de ppo activo, 1.2 g de ppo activo y 1.6 g de ppo activo respectivamente, el n-alkil dimetilbencil amonio en un 40% y 60% de urea estabilizada); Tego 51® a 2,6,10%; etanol a 25, 50, 70, 80% y

New ger® a 0.5, 0.7, 1% y método dilución en tubo (AOAC, 2000), contacto directo hongo-desinfectante durante 5, 10, 15 minutos. (Block, 1991, Gaviria, 1988).

Para comprobar la actividad deteriorante de los hongos aislados de planos y fotografías, se realizó la inoculación de éstos en medios específicos, preparados a partir de papel tela o papel *blue print*, para simular la composición de planos; y muestras de papel fotográfico a blanco y negro, para simular las fotografías con gelatina como aglutinante, (Rojas y Rojas, 2002).

Igualmente se evaluó en papel la resistencia a la tensión según la norma (TAPPI – T404, T492), asimismo se realizaron pruebas índice de cobre (TAPPI-430), solubilidad de tintas, efecto residual (Martí, 2003), y pruebas de envejecimiento acelerado en papel según la norma (TAPPI-T453) y en fotografías llamada prueba de actividad fotográfica ISO 14523-1999(E) sobre copias y negativos fotográficos (Sato, 2000). Igualmente se realizó el análisis del aglutinante (fotografías) y análisis de fibras (planos) para saber su composición.

Con relación a los métodos de aplicación, se evaluó para libros contaminados: aspersión y nebulización y para fotografías en blanco y negro con gelatina como aglutinante, inoculadas con hongos, los métodos de aspersión, aplicación puntual, aplicación directa, inmersión.

El análisis estadístico de los resultados se realizó en el caso de la desinfección en libros por comparación de medias por t de student; fotografías y planos un análisis de frecuencia por deterioro causado por hongos (CONSERVAPLAN, 1998), y se utilizó el índice de Jaccard para identificar si las poblaciones presentes en el ambiente y los aislados del soporte, presentan homogeneidad o heterogeneidad. Finalmente, con relación al efecto de desinfectantes sobre

fotografías se utilizó un análisis de varianza y comparación de medias por prueba de Tukey. (Walpole, 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Papel

El método de evaluación de desinfectantes más efectivo fue el de dilución en tubo; *A. niger* fue inhibido en un 100% por Timsen a una concentración de 4000 ppm, a partir de 35 minutos de contacto; Tego 51 presentó inhibición total del microorganismo al 15%, a los 35 minutos de enfrentamiento. Con New ger®, fue eficiente al 1%, durante 20 minutos y etanol fue efectivo a una concentración de 100%, en todos los tiempos evaluados (figura 3).

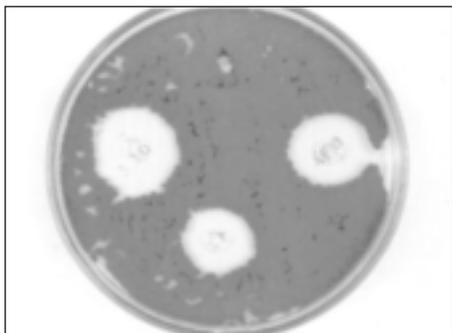


FIGURA 3. Concentración mínima inhibitoria New ger® con *Cladosporium* sp.

El etanol al 100% inhibió a *Penicillium* sp. a los 10 minutos de contacto y al 50% necesitó 15 minutos; con Tego 51 al 10% se inhibió este microorganismo a todos los tiempos; mientras que la efectividad de Timsen® se dio a 2000 ppm a partir de 10 minutos de enfrentamiento; Newger fue 100% efectivo contra este microorganismo, al 0,5% después de 20 minutos de enfrentamiento y después de 10 minutos al 7%. *Cladosporium* sp. se comportó de la misma manera que *Penicillium* sp. frente a las concentraciones de New Ger; con etanol el microorganismo fue inhibido a partir de los

10 minutos a una concentración del 50%; mientras que Timsen y Tego 51 lo inhibieron 100% en todos los tiempos y concentraciones evaluadas (figura 4).

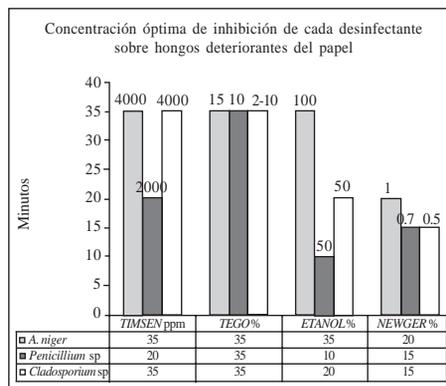


FIGURA 4. Concentración mínima inhibitoria Timsen® New ger®, Tego 51 y etanol.

Con respecto a las muestras patrón, se determinó que en los papeles envejecidos e impregnados con Tego 51, se redujo la resistencia a la tensión en un 29% y se degradó la celulosa en un 97%. En los papeles tratados con Timsen, se redujo la resistencia a la tensión en un 1% y se degradó la celulosa en un 3%. Al papel envejecido e impregnado con New Ger se le redujo la resistencia a la tensión en un 55%, y se le degradó la celulosa en un 66.4%. Asimismo se determinó que el papel manual fue el más deteriorado por la prueba de envejecimiento acelerado pero el menos afectado por la acción de los desinfectantes. Paralelo a estas pruebas se hizo un análisis sobre las tintas china, ferrogálica, de bolígrafo y de impresora, éstas no presentaron cambios cromáticos con Timsen®, New Ger® y etanol, sin embargo, la tinta de bolígrafo se decoloró cuando fue sumergida en los agentes antimicrobianos, especialmente con etanol, debido a que los alcoholes con frecuencia solubilizan las tintas de bolígrafo por lo que se pueden utilizar para remover o atenuar pequeños errores.

Para evaluar los procesos de desinfección, se tomaron muestras de cada papel y se injeraron al biodeterioro, agregándole a cada muestra 1 ml de los microorganismos de prueba preparados a una concentración de 10^6 conidias/ml; se realizó un recuento con montaje en Cámara de Neubauer antes y después de los tratamientos de desinfección, con el objeto de conocer la efectividad de los mismos.

Los tratamientos evaluados fueron la nebulización y aspersion, cada uno tuvo una duración de treinta minutos; los desinfectantes evaluados fueron: Timsen[®] 4000 ppm, Newger[®] al 0.7% y etanol al 70%. Estadísticamente el tratamiento que mejor resultados arrojó fue la aspersion, el cual al combinarse con New ger[®] disminuyó la viabilidad en un 70%, seguido por el realizado con Timsen (60%) y por último etanol (35%).

Al evaluar el efecto residual de los desinfectantes, con el proceso de nebulización no se evidenció inhibición de los microorganismos; por el contrario, la aspersion dejó ver que Timsen[®] y New Ger[®] detienen el crecimiento de microorganismos sobre la superficie de los papeles humedecidos con estos desinfectantes, hasta 30 días después del tratamiento (figura 5), ya que este tratamiento al asegurar un mayor contacto con los soportes, se aumenta la posibilidad que el desinfectante tenga una penetración superior dentro de los materiales. (Maynor, 1998)

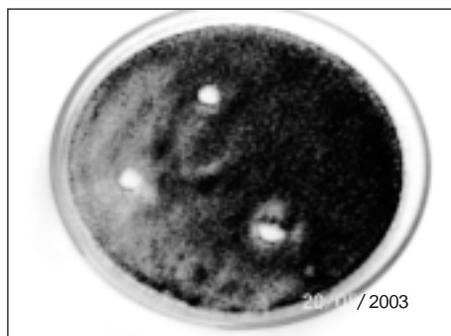


FIGURA 5. Efecto residual de New ger[®] día 25.

Planos con soporte en fibra textil

Mediante el análisis estadístico de la estimación puntual de la prevalencia, se aislaron 37 géneros siendo los más frecuentes *Penicillium* sp. y *Phialomyces* (64,84% ufc/cm² y 11,23% ufc/cm²) figura 6. De acuerdo a los análisis fisicoquímicos, la presencia de soporte de celulosa y almidón, permitió el desarrollo de *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. y *Cephalosporium* sp. (Caneva, Nugari y Salvadori, 1991).

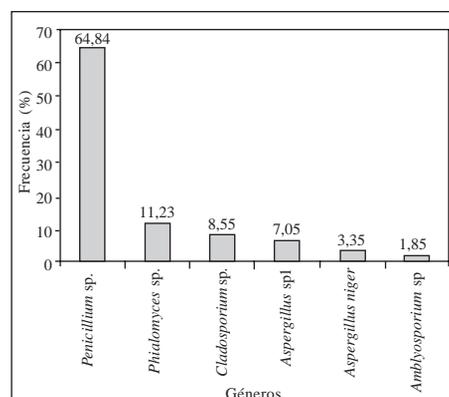


FIGURA 6. Hongos con mayor frecuencia aislados de fotografías.

Igualmente se determinó producción de pigmentos compuestos por sustancias químicas que son formadas en los procesos metabólicos; encontrados en un pH de 4 a 5 siendo la pigmentación amarilla la más común en todos los medios, resultados similares a estudios realizados por Szczepanowska & Lovett en 1992.

Paralelamente a esta investigación se realizó un monitoreo ambiental del depósito el cual indicó la presencia de 41 géneros, presentando mayor frecuencia *Chalara* sp., *Aureobasidium*, sp, *Mortierella* sp., *Ulocladium* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., y *Geotrichum* sp. La humedad relativa (HR) permaneció en un 48% y la temperatura se mantuvo a 19°C de T° en el transcurso de la investigación.

Los datos obtenidos al comparar géneros aislados de ambiente y de soportes se analizaron por medio del índice de Jaccard con un índice de 0.143 y 0.17 para fotografías y planos respectivamente, demostró que los géneros aislados del ambiente y los encontrados en estos soportes son poblaciones heterogéneas, lo que indicó que la carga microbiana no se atribuye al ambiente del depósito sino que es propia de la documentación.

Fotografías con gelatina como aglutinante

Utilizando el análisis estadístico de estimación puntual de la prevalencia y por medio de un muestreo aleatorio simple se recuperaron 48 géneros totales siendo los más frecuentes *Penicillium* sp. y *Aspergillus* sp1 (74.24% ufc/cm² y 17.82% ufc/cm²) figura 7.

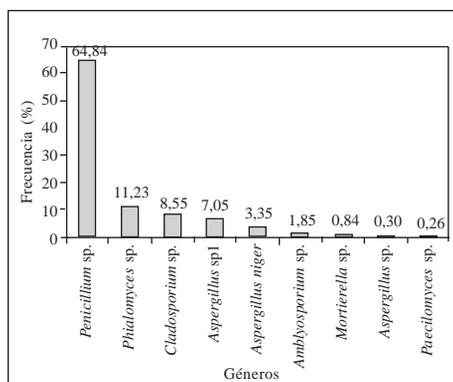


FIGURA 7. Hongos con mayor frecuencia aislados de planos.

Posteriormente se seleccionaron los hongos que presentaron mayor frecuencia en los muestreos y los que tenían actividad proteolítica. Los resultados indicaron que *Rhizopus* sp., *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp1, *Aspergillus niger* y *Fusarium* sp. mostraron una mayor agresividad sobre la emulsión fotográfica ya que excretan proteasas y peptidasas que provocaron el desvaneci-

miento de la imagen (Deacon, 1988). Los géneros *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Mucor* sp., y *Aspergillus niger* al hidrolizar la proteína colágena provocan acidificación del medio (pH entre 3.7 – 6.1) por producción de los ácidos oxálico, láctico, acético y málico incrementando la velocidad de degradación de la emulsión y haciendo que ésta se denature totalmente, lo que fue comprobado al comparar con la caja control (pH 7,0); contrariamente, *Phialomyces* sp. y *Paecilomyces* sp. no provocaron deterioro.

Tratamientos de desinfección de fotografías

Conforme a los muestreos y aislamientos realizados en el AGN por Rojas & Rojas (2002), sobre material fotográfico perteneciente al fondo del ministerio de obras públicas (MOP), los cuales presentaron indicadores de biodeterioro se seleccionaron las dos cepas fúngicas con mayor frecuencia de aparición, *Penicillium* sp., y *Cladosporium* sp.; y las dos cepas más agresivas frente al soporte *Aspergillus* sp., y *Rhizopus* sp.

Para su posible control se evaluaron tres desinfectantes, a tres concentraciones diferentes New ger® a 0.5%, 0.7% y 1%; compuesto por yoduro de decilen-carbamoil-n-propil-trimetil-amonio, (CH₃-(CH₂)₉ CONH(CH₂)₃)-N+(CH₃)₃ I-tensoactivos catiónicos no iónicos; Timsen® compuesto en un 40% de ingrediente activo, el n-aquil (60% de C14, 30% de C16, 5% de C12 y 5% de C18), dimetil bencil amonio y un 60% de urea estabilizada, a 1000 ppm (0.4 g de principio activo), 2000 ppm (0.8 g de ppo activo), y 3000 ppm (1.2 g de ppo activo); y etanol a 50%, 70%, y 80%, utilizados en el AGN para la eliminación de microorganismos en soportes como el papel.

De acuerdo a los métodos de evaluación de desinfectantes CMI (figura 8) y dilución

en tubo, este último fue el más efectivo (figura 9), indicando que New ger® fue efectivo sobre *Aspergillus* sp y *Penicillium* sp al 1% al primer y cuarto minuto de contacto respectivamente, y sobre *Cladosporium* sp. al 0.5% desde el primer minuto, mientras Timsen® inhibió a *Penicillium* sp. a 3000 ppm desde el cuarto minuto, *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp., a 1000 ppm desde el primer minuto y etanol actuó sobre *Penicillium* sp. al 70% desde el cuarto minuto, *Aspergillus* sp. y *Cladosporium* sp desde el primer minuto al 70% y fue el único que actuó sobre *Rhizopus* sp. desde 50% al tercer minuto de contacto (figuras 10 y 11).

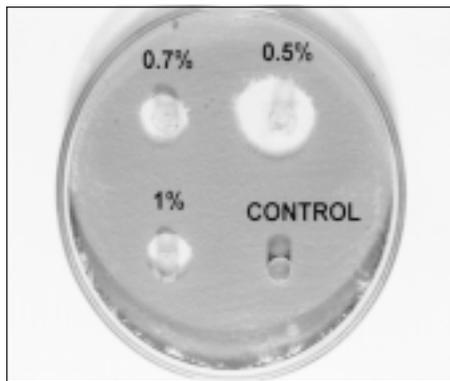


FIGURA 8. Método concentración mínima inhibitoria (CMI).

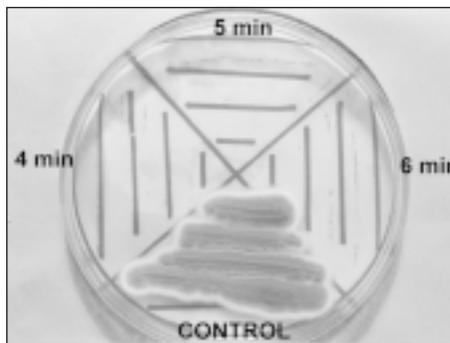


FIGURA 9. Método dilución en tubo.

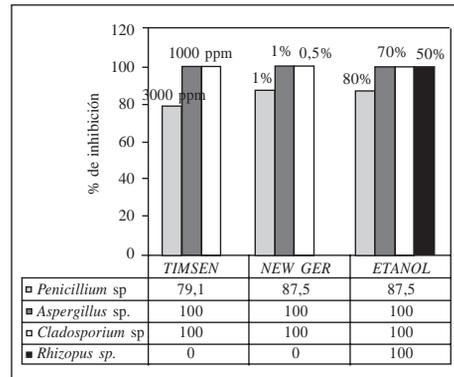


FIGURA 10. Concentración óptima de inhibición de cada desinfectante sobre cada hongo.

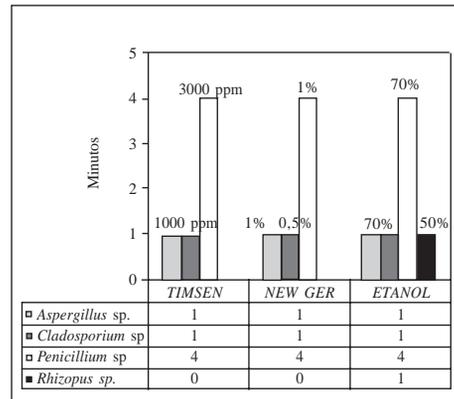


FIGURA 11. Tiempos óptimos de inhibición en el método de dilución en tubo para cada hongo.

Mediante el *test* de actividad fotográfica (Sato, 2000), y aplicando una prueba de envejecimiento acelerado a 70°C con una humedad relativa del 86% sobre negativos y copias. Se determinó que los desinfectantes evaluados no afectaron de manera considerable y no se presentaron daños como levantamiento, pérdida de la emulsión, reblandecimiento y disolución de ésta. Se presentó un efecto perjudicial en la emulsión de negativos fotográfico en contacto con etanol, dado por cambios significativos de densidad indicando que este pro-

ducto no es aplicable sobre negativos (Ochoa, 1999, CONSERVAPLAN, 1998).

Respecto a las formas de aplicación mostraron que el método de inmersión eliminó totalmente la carga fúngica de todas las cepas a excepción de *Penicillium* sp., el cual fue inhibido parcialmente, y asimismo, este método conserva las características de la imagen, sin causar pérdida de la emulsión, ni desvanecimiento de la imagen y un control cualitativo (cámara húmeda) para comprobar el efecto residual de los desinfectantes sobre las copias fotográficas, indicando que etanol fue la única sustancia biocida que no presentó efecto residual dado por la recolonización del soporte por parte de todas las cepas fúngicas.

CONCLUSIONES

Esta investigación permitió caracterizar los hongos que causan mayor deterioro sobre fotografías y planos con soporte en fibra textil bajo condiciones ambientales del AGN; asimismo se determinó la existencia de hongos específicos al sustrato de proteína o almidón / celulosa.

New ger®, Timsen® y etanol, mostraron buen efecto de inhibición sobre los géneros fúngicos evaluados sobre las muestras fotográficas en blanco y negro con gelatina como aglutinante, debido a que actuaron a tiempos cortos de exposición de uno a cuatro minutos; el mejor método de aplicación de los desinfectantes sobre este soporte fue el método de inmersión ya que éste permite el enfrentamiento directo y el cubrimiento total del desinfectante sobre el área de la fotografía afectada y no causa efectos perjudiciales sobre la emulsión.

Aspersión fue el método de desinfección que arrojó mejores resultados en las pruebas realizadas sobre papel, con un 80% de reducción de la carga microbiana, New ger® presentó mejor efecto sobre los hongos

evaluados, sin embargo, este desinfectante generó cambios en la estructura del papel, lo que hace que no sea recomendado para desinfecciones, por lo tanto Timsen®, a 4000 ppm es el agente biocida óptimo para controlar la contaminación de estos hongos sobre papel.

LITERATURA CITADA

- ANDREWS, ANDREWS & BAKER. 1992. An Investigation Into the Removal of Enzymes from Paper Following Conservation Treatment. *Journal of the American Institute for Conservation (JAIC)*. Vol 31. 3: 313-323.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis of AOAC international*, Horwitz, William ed. 17 ed.
- BARNETT & BARRY. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Fourth edition. Ed. APS Press. Pennsylvania. USA. 8-199.
- BLOCK, S. 1991. *Disinfection, sterilization and preservation*. Fourth edition. Ed. Lea y Febiger. 239-241, 1009-1027.
- BURLAGE *et al.* 1998. *Techniques in Microbial Ecology*. Ed. Oxford University Press, Inc. New York. United States. 175-179.
- CALABRÓ & CASSANO, 1977. *Technical cards "paper"*. Part 1: Structure. Ed International Center for Conservation. Roma, Italia. 1-4.
- CANEVA, NUGARI & SALVADORI. 1991. *Biology in the conservation of works of art*. OCCROM. Rome. 61-148.
- CAROLL J. 1999. *Pathogenic Fungi from Soil*. National Association of Biology Teacher [en línea]. Cornell University. <<http://caroll1.cc.edu/~jclausz/msamanual/pathsoilfungi.html>> [consulta: 17 abril 2002].



- CONSERVAPLAN. 1998. Biblioteca Nacional de Venezuela. *Catálogo de conservación del papel*. American Institute for Conservation. Documentos para conservar n° 14. Fascículo 2. Hongos
- DEACON J. 1988. *Introducción a la micología moderna*. Editorial Limusa. México D.F., México. 223-233.
- DESANTINS, 1983. Some Observations on the Use of Enzymes in Paper Conservation. *Journal of the American Institute for Conservation (JAIC)*. Vol 23. 1: 07-27.
- EMILIANI V. 1997. *La biología del restauro*. Nardini Editore. Seconda edizione. Italia 13-61.
- FERSHT A. 1980. *Estructura y mecanismo de los enzimas*. Editorial Reverté S.A. Madrid, España. 302-323.
- FLORIÁN M. 1993. The Role of the Conidia of Fungi in Fox Spots. *Studies in conservation*. The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. 41: 65-75.
- GAVIRIA B. 1989. *Curso de actualización en control microbiológico de leche y derivados*. Sociedad Colombia de Ciencia y Tecnología de Alimentos, págs. 49-52.
- KONEMAN E. 1996. *Micología práctica de laboratorio*, 3ª ed., Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, págs. 110-117.
- MAYNOR, C. 1998. *Catálogo de conservación de papel* del American Institute of Conservation, EXLIBRIS, págs. 20-47.
- MORWOOD, K. & ABLEY E. & KAY J. & LING T. & JOHNSON R. & MORRIS H. 1997. *The Use of ATP Bioluminescence Technology for the Detection of Microbial Contamination in Personal Care Products*. Cambridge Research and Technology Transfer Ltd, Cambridge, UK. <http://www.lumiweb.com/index.html>
- OCHOA A. 1999. *Tipología del deterioro en material fotográfico BN sobre papel albúmina y gelatina*. Restauradora de bienes inmuebles. Universidad Externado de Colombia. Facultad de Restauración. Bogotá. 66-624.
- REMPEL, S. 1987. *The care of Photographs*, 1ª edición, Ed. Nick Lyon Books. New York, USA. 113-117.
- ROJAS, A. & ROJAS, J. 2002. *Aislamiento e identificación de hongos en emulsiones de fotografías y planos con soporte en fibra textil, en el Archivo General de la Nación*. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- SATO K. 2000. *Prueba de actividad fotográfica*. [en línea]. Laboratorio Mejicano de Imágenes. <http://www.lmi.com.mx/revista/conservacion/9.html>.
- SZCZEPANOWSKA H. & LOVETT C. 1992. *A study the removal and prevention of fungal stains on paper*. JAIC. Vol. 31. n° 2. Article 1. Págs. 147-160.
- VAILLANT, C. M. & N. VALENTIN. 1996. *Principios básicos de la conservación documental y causas de su deterioro*, 1ª edición, Editorial Ministerio de la Educación y Cultura, Madrid, España. 158 págs.
- VALENTÍN N. 1998. *Introducción a la bioarchivística*. S & C ediciones. Sevilla. España. 59-70.
- WAINWRIGHT M. 1995. *Introducción a la biotecnología de los hongos*, Editorial Acribia. Zaragoza, España. 11-39 y 49-85.



WALPOLE. E. 1992. *Probabilidad y estadística*, McGraw-Hill ed. México, 797 págs.

Recibido: 11-10-2003
Aceptado: 18-03-2004