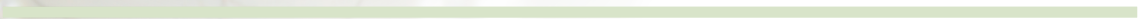

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE APLICACIÓN DE SUSTANCIAS FUNGICIDAS EN LOS SOPORTES DE PINTURA SOBRE LIENZO

NIEVES GUILLÉN BRUFAL

Directoras

Eva Pérez Marín
Susana Martín Rey
María Castell Agustí

Trabajo Final de Máster
2011/2012



NIEVES GUILLÉN BRUFAL

**Estudio comparativo
de las metodologías de aplicación
de sustancias fungicidas
en los soportes de pintura sobre lienzo**

Trabajo Final de Máster
2011/ 2012

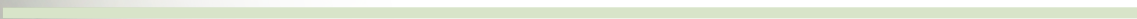
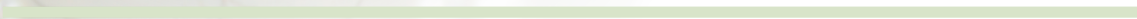
DIRECTORAS

Eva Pérez Marín
Susana Martín Rey
María Castell Agustí



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA







RESUMEN

RESUMEN

Esta investigación se centra en el estudio de la aplicabilidad de las sustancias fungicidas en los soportes celulósicos de las pinturas sobre lienzo que sufren ataque de hongos.

Las metodologías empleadas actualmente para la eliminación de hongos en los reversos de las pinturas, por medio de la aplicación directa de fungicidas, presentan una serie de inconvenientes que se traducen en riesgos para esta tipología de obras, dadas las propiedades específicas de las fibras textiles vegetales.

El objetivo general de esta tesina de fin de máster, es minimizar los riesgos en cuanto a la aplicabilidad de las sustancias fungicidas con la formulación de una propuesta metodológica, así como, poner de manifiesto, verificar y comparar las metodologías tradicionales de aplicación respecto a las propuestas.

Para ello, se propone el empleo de sustancias espesantes, con la incorporación de diversos biocidas de acción fungicida. Y se lleva a cabo la aplicación, sobre lienzos infectados, teniendo en cuenta la reacción del soporte textil, así como los parámetros de humectación, penetración e impregnación. Tras el tratamiento, se examina la apariencia y estado del lienzo, especialmente del soporte, comprobando la aparición de residuos. A su vez, se evalúa la influencia, de los fungicidas escogidos, realizando una aproximación de la eficacia así como la variación de pH en las fibras textiles debido a su empleo.

Los resultados obtenidos más destacados comprenden: La obtención de un sistema metodológico más controlado por la disminución del aporte de humedad y la no inclusión de residuos, con Agar-agar. La verificación de inclusión de residuos sólidos por aplicaciones en polvo. La confirmación de movimientos del soporte y alteraciones estéticas con aplicaciones líquidas.

RESUM

Aquesta investigació es centra en l'estudi de l'aplicabilitat de les substàncies fungicides en els suports cel·lulòsics de les pintures sobre llenç que pateixen atac de fongs. Les metodologies utilitzades actualment per a l'eliminació de fongs en els reversos de les pintures, per mitjà de l'aplicació directa de fungicides, presenten una sèrie d'inconvenients que es tradueixen en riscos per a aquesta tipologia d'obres, donades les propietats específiques de les fibres tèxtils vegetals.

L'objectiu general d'aquesta tesina de fi de màster, és minimitzar els riscos quant a l'aplicabilitat de les substàncies fungicides amb la formulació d'una proposta metodològica, així com, posar de manifest, verificar i comparar les metodologies tradicionals d'aplicació respecte a les propostes.

Per a això, es proposa l'ús de substàncies espessidors, amb la incorporació de diversos biocides d'acció fungicida. I es du a terme l'aplicació, sobre llenços infectats, tenint en compte la reacció del suport tèxtil, així com els paràmetres d'humectació, penetració i impregnació. Després del tractament, s'examina l'aparença i estat de la llenç, especialment del suport, comprovant l'aparició de residus. A la vegada, s'avalua la influència, dels fungicides triats, realitzant una aproximació de l'eficàcia així com la variació de pH en les fibres tèxtils a causa del seu ús.

Els resultats obtinguts més destacats comprenen: L'obtenció d'un sistema metodològic més controlat per la disminució de l'aportació d'humitat i la no inclusió de residus, amb Agar-agar. La verificació d'inclusió de residus sòlids per aplicacions en pols. La confirmació de moviments del suport i alteracions estètiques amb aplicacions líquides.

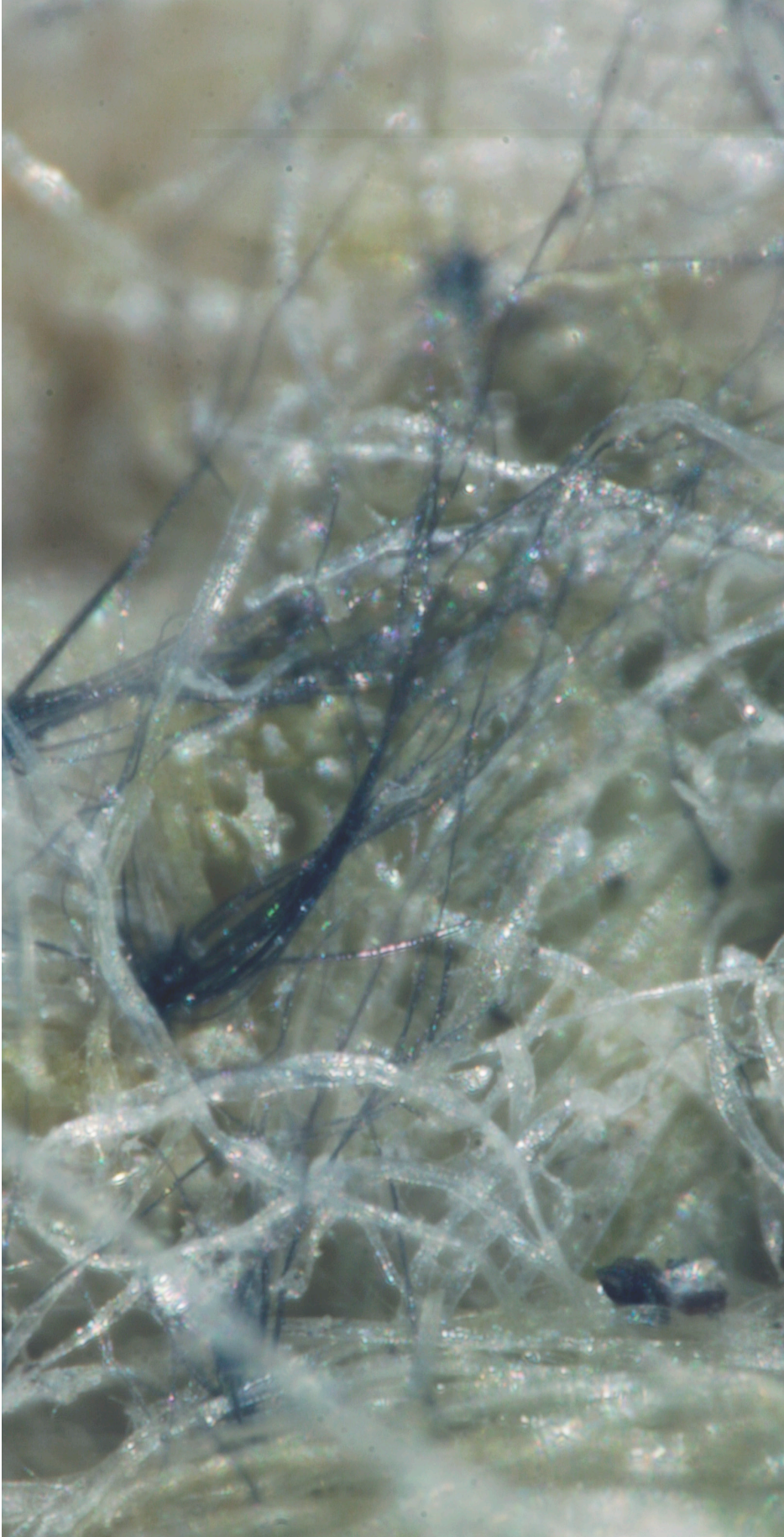
ABSTRACT

The purpose of this investigation is the study of the applicability of fungicides on cellulose supports of painting on canvas, which suffer from fungal attack. The methodologies currently employed for the elimination of fungus on the backs of the paintings, by direct application of fungicides, have a number of disadvantages that result in risks for this type of project, given the specific properties of vegetable textile fibers.

The objective of this analysis is to minimize the risk as to the applicability of fungicides with the development of a methodology, as well as to show, verify and compare the traditional methods of application.

In order to do so, we propose the use of thickening substances, with the addition of different biocides with fungicidal action, applying on infected canvas, considering the reaction of the textile support, as well as, the parameters of wetting, penetration and impregnation. After treatment, examines the appearance and condition of the canvas, especially of the support, by checking the occurrence of waste. In turn, it assesses the impact of selected fungicides, performing an approximation of effectiveness and the change of pH in textile fibers due to their use.

The most notable results include: Obtaining a more controlled methodology for the decrease of moisture and the exclusion of waste with Agar-agar. Verification by inclusion of solid powder applications. Confirmation of movement of the support and blemishes with liquid applications.



ÍNDICE



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	11
2. OBJETIVOS	14
3. ANTECEDENTES	17
4. DETERIORO Y BIODETERIORO	21
4.1 Biodeterioro	22
4.1.1 Factores influyentes para el acontecimiento del biodeterioro	23
4.1.2 Organismos biodeteriólogos	26
4.2 Los hongos en pintura sobre lienzo	27
4.2.1 Morfología y estructura básica del hongo	28
4.2.2 Reproducción de los hongos	29
4.2.3 Nutrición y metabolismo de los hongos	29
4.2.4 Biodeterioro producido por hongos en pintura sobre lienzo	30
5. EL SOPORTE TEXTIL	33
5.1 Compisición química de las fibras vegetales y su biodeterioro	35
5.2 Características de las fibras vegetales	37
6. TRATAMIENTOS DE ELIMINACIÓN DE MICROORGANISMOS	39
6.1 Revisión de los tratamientos empleados	40
6.3 El uso de biocidas	42
6.3.1 Clasificación general	43
6.4 Fungicidas	44
6.4.1 Clasificación química	44
6.4.2 Requisitos de los productos	47
7. PROCESO EXPERIMENTAL	50
7.1 Metodología	52
7.2 Materiales e instrumental	54
7.3 FASE 1. Selección de la viscosidad adecuada	56
7.3.1 Metodología	56
7.3.2 Resultados	58
7.3.3 Valoración resultados: Comportamiento por la viscosidad	63
7.4 FASE 2. Incorporación fungicidas y observación de cambios	65
7.4.1 Metodología	66
7.4.2 Resultados	68
7.4.3 Valoración resultados: Cambios por la incorporación	73
7.5 FASE 3. Aplicación real en lienzos infectados	74
7.5.1 Metodología	76

7.5.2 Resultados según la metodología	77
a. Valoración de resultados: Metodología	86
7.5.3: Resultados según el empleo de cada fungicida	89
a. Valoración de resultados: Fungicidas	117
8. CONCLUSIONES FINALES	120
9. BIBLIOGRAFÍA	123
10. ANEXO	129



1. INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

La realización de este trabajo de investigación dentro del programa del Máster de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Universidad Politécnica de Valencia surge como necesidad en reducir los riesgos de humectación y penetración excesiva e inclusión de residuos en los tratamientos químicos de aplicación directa, en la eliminación de microorganismos en los reversos de las pinturas sobre lienzo.

Para ello, se lleva a cabo un proceso experimental en el que se comprueban y comparan las interacciones que tienen lugar en el soporte textil, por las diferentes metodologías de aplicación habitualmente empleadas. Además, se proponen métodos de aplicación que consisten en el espesado del fungicida, con los que se intenta reducir los riesgos que actualmente acometen las metodologías existentes.

En este estudio, se tiene en cuenta las investigaciones anteriores relacionadas con la materia, como base para partir de datos sólidos que permitan acontecer un progreso en esta línea.

De esta manera, se intenta valorar los riesgos y la inocuidad de las diferentes metodologías de aplicación teniendo en cuenta en primer lugar la respuesta de la obra y en concreto el soporte textil, valorando posibles movimientos del mismo, cambios estéticos de éste e inclusión de residuos, ante las diversas formas de aplicación de los productos fungicidas.

Lo fundamental en esta investigación es el enfoque desde el punto de vista del restaurador, haciendo insistencia en la importancia de la aplicabilidad de las sustancias, empleando para ello, productos habitualmente utilizados para este tratamiento.

Para abordar el estudio, se hace un estudio del biodeterioro de las pinturas sobre lienzo, haciendo referencia a la principal influencia de los factores ambientales y la composición de las pinturas para que llegue a producirse un ataque fúngico en éstas. Además se analizan los mecanismos del biodeterioro, en concreto la alteración enzimática del soporte que producen los hongos, estudiando la repercusión de su manifestación.

Asimismo, se realiza un estudio del ciclo biológico de los hongos para conocer las necesidades vitales que éstos tienen, conociendo sus puntos débiles para poder llevar a cabo un plan de prevención o en los peores de los casos, realizar su eliminación con éxito.

Por último, se realiza un breve repaso sobre los métodos empleados en la eliminación de microorganismos, para conocer los las ventajas e inconvenientes de los tratamientos empleados habitualmente, deduciendo las opciones que tenemos al alcance.



2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

En este estudio se realiza una práctica experimental con el fin de lograr diversos objetivos, entre los cuales se destacan los generales y los específicos.

Objetivos Generales

- El objetivo general, consiste en minimizar los riesgos en los tratamientos químicos de aplicación directa, en la eliminación de microorganismos en los reversos de las pinturas sobre lienzo. Estos riesgos incluyen la humectación y penetración excesiva de tratamientos líquidos que afectan al soporte textil, generando movimientos. E inclusión de residuos sólidos de los productos en polvo que pueden interactuar químicamente, siendo un riesgo a largo plazo. Para ello, se proponen dos métodos de aplicación por medio de sustancias gelificadas, para disminuir los parámetros de humectación y penetración.

- Comparar las metodologías tradicionales de aplicación respecto a las propuestas, reconociendo los riesgos que puedan ocasionar al soporte textil. Pudiendo verificar cuál de las metodologías ofrece mayores beneficios y menos riesgos para la aplicación en los soportes celulósicos de pintura sobre lienzo.

- Contrastar la interacción de las diversas metodologías con cinco fungicidas, Neo-Desogen®, Biotín T®, Biotín R®, Fungusol® y Ácido Bórico, comprobando su compatibilidad y funcionamiento en conjunto con el medio empleado para realizar la aplicación.

- Conocer la influencia del fungicida empleado respecto a la variación de pH que puedan inducir en las fibras textiles y con respecto a la eficacia aproximada.

Objetivos específicos

- Analizar del comportamiento del soporte textil con cada metodología de aplicación, reconociendo movimientos del soporte, aumento de rigidez, manchas y oscurecimiento.

- Visualizar y evidenciar la acumulación de residuos procedentes del medio y de los fungicidas empleados en polvo.

- Hacer una comparación aproximada de la eficacia del tratamiento con cada combinación de metodología y fungicida.

Además, debido a la organización en tres fases de este proceso experimental, en las dos primeras fases se persiguen unos objetivos como forma metodológica para poder realizar la tercera fase que es la realmente significativa en esta investigación.

Fase 1

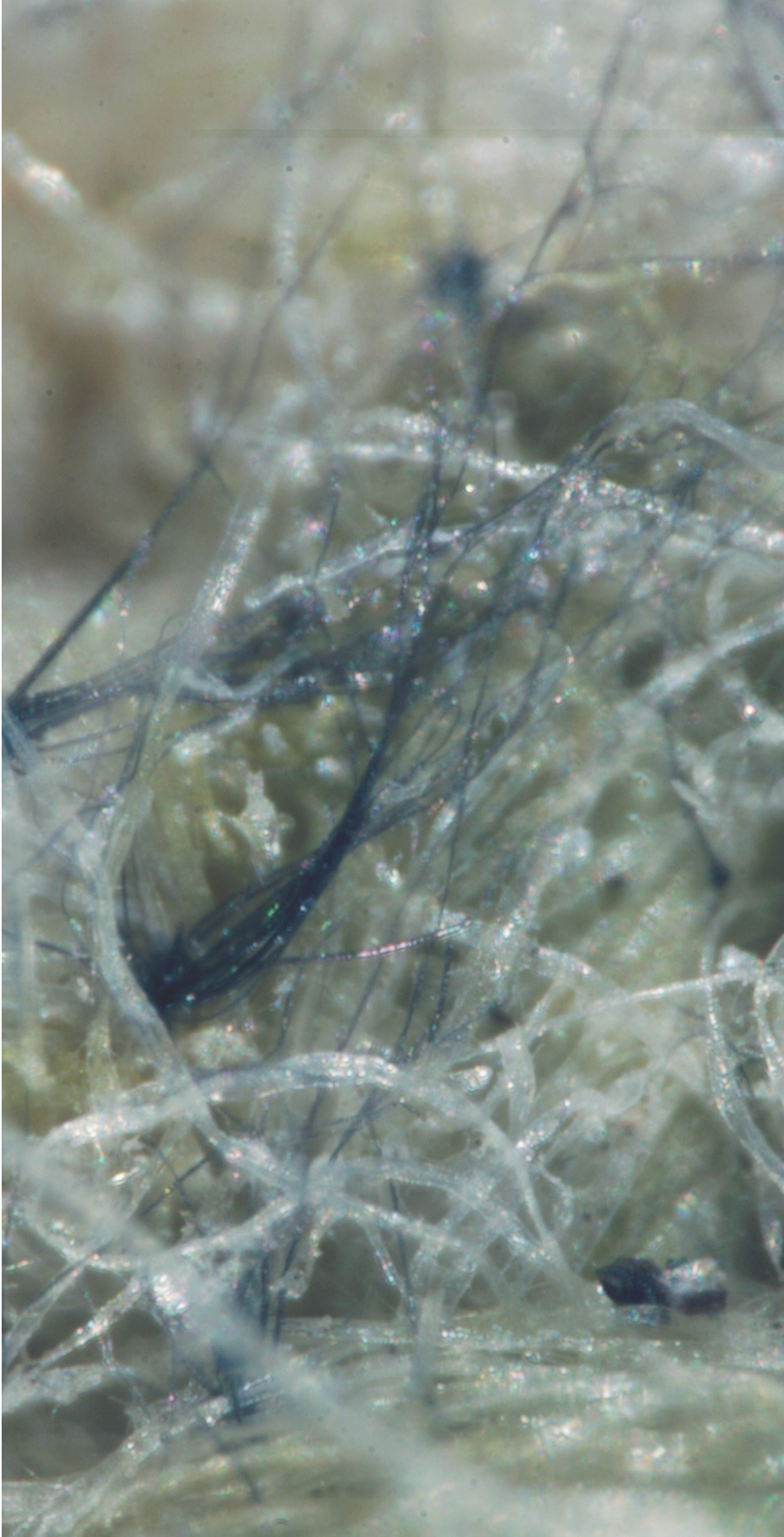
-Establecer la viscosidad adecuada de los dos nuevos métodos de aplicación para obtener el comportamiento apropiado del medio con respecto a la humectación e impregnación adecuada para el tratamiento sobre soporte textil.

-Determinar el pH de las mezclas

Fase 2

-Comprobar los cambios de viscosidad producidos por los fungicidas incorporados en el medio, seleccionando las proporciones que ofrezcan un grado de humectación más adecuado.

-Comprobar la variación de pH de las mezclas inducida por la incorporación del fungicida, estableciendo cuáles ofrecen rangos más adecuados



3. ANTECEDENTES

3. ANTECEDENTES

La contaminación microbiológica en pintura sobre lienzo es una habitual y peligrosa problemática que supone un gran riesgo para la conservación de las mismas.

Debido a la naturaleza de las pinturas y las condiciones ambientales favorables fácilmente dadas, los microorganismos se desarrollan en ellas con gran normalidad, llevando a cabo sus procesos vitales sobre éstas, ocasionando alteraciones de cada uno de los componentes de la obra, siendo esto un gran riesgo para su conservación.

Es necesario un estudio amplio para conocer al biodeteriígeno y comprender todos los factores que contribuyen a su desarrollo para evitar su surgimiento o en los peores casos, en los que se ha producido, realizar las intervenciones restaurativas necesarias para ralentizar en la medida de lo posible el deterioro.

Por ello, el estudio del biodeterioro, sus alteraciones particulares, las condiciones ambientales, y los tratamientos para la eliminación de los organismos, son temas abordados generalmente en este ámbito.

Desde el punto de vista de la Conservación y Restauración se han realizado estudios de biodeterioro con el fin de determinar los parámetros ambientales adecuados para evitar que éste se produzca.¹ O estudios en los que se analizan las consecuencias de biodeterioro en los diferentes materiales constituyentes de las obras.²

En relación al análisis de las alteraciones particulares del biodeterioro en pinturas de soporte textil, suele examinarse el carácter biodegradable de las telas, condicionado por las características de las fibras textiles celulósicas, como el grado de polimerización, la longitud de la cadena, su cristalinidad y orientación. Analizando incluso la desintegración de la celulosa por la acción de estos microorganismos.³

Por otro lado, las primeras investigaciones dirigidas al control del crecimiento de microorganismos, están dirigidas al control ambiental en lo referido a los aspectos de conservación que deben de reunir los edificios que albergan las obras, así como los tratamientos y medidas preventivas que se deben tomar para evitar la aparición de éstos.⁴

1 Véase DORNIEDEN, Th; GORBUSHINA, A.A; KRUMBEIN W. E., 2000, "Biodecay of cultural heritage as a space/time-related ecological situation- an evaluation of a series of studies", *International Biodeterioration & Biodegradation*, 46(4) pp 261 270.

2 CANEVA et al. 2000, *La biología en la Restauración*. Ed. Nerea. Guipúzcoa.

3 VALGAÑÓN, V., 2008, *Biología aplicada a la Conservación y Restauración*. Ed Síntesis, Madrid.

4 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., 1997, *Estudio de biodeterioro producido por hongos en pintura de caballete del siglo XVIII*, Tesis Doctoral. U.P.V. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

Los estudios dirigidos a la eliminación y tratamientos con biocidas, en general se enfocan a materiales de archivos y bibliotecas,⁵ materiales pétreos de forma más sustancial⁶ y pintura mural y material lúneo. Enfocados a pintura sobre tela existen algunos estudios de sustancias biocidas y microorganismos sobre los que se aplican.⁷

Son investigaciones importantes que conjugan e interaccionan dos disciplinas científicas significativas para este estudio, la química y la biología.

Desde el punto de vista de la disciplina de la biología, se centran en la identificación de los tipos de microorganismos más habituales presentes en determinados tipos de obras y o materiales, en el estudio y análisis de los daños producidos en los diferentes materiales y en el examen de la relación que existe entre los agentes ambientales y el desarrollo de determinados organismos.⁸

Los estudios sobre tratamientos con un enfoque químico, se dirigen principalmente a hallar los biocidas más aceptables dependiendo de la interacción que se produce entre éste y los materiales constituyentes de las obras, debido al comportamiento químico que se establece según la composición química de las sustancias empleadas y de la naturaleza del sustrato en el que son aplicadas.⁹

Se analiza la eficacia de los productos, comprobando su actividad biocida por la comparación de diferentes productos, examinando el grado de efectividad según su composición química o según la concentración de las disoluciones empleadas,¹⁰ incluyendo ensayos de identificación de microorganismos y recuento de éstos tras el tratamiento.¹¹

Sin embargo, en estos estudios, no se abordan cuestiones relacionadas con la metodología de aplicación. Un buen tratamiento de restauración debe considerar el mejor modo de aplicación de los tratamientos.

Es evidente, que en relación a este estudio, y en concreto a los tratamientos de eliminación de microorganismos, el restaurador debe tener en cuenta cuáles son sus facultades y capacidades. Recapacitando y considerando cuáles son los conocimientos y competencias adquiridas que

5 Véase VAILLANT CALLOL, M; DOMENECH CARBÓ, M^oT; VALENTÍN RODRIGO, N., 2003, *Una mirada hacia la Conservación preventiva del Patrimonio Cultural*. Universidad Politécnica de Valencia.

6 CANEVA et al, *Op. cit.*

7 EVANS, E. T., 1996, "Biodeterioration of cellulose". *Biodeterioration abstracts*. 10, (3): 275-285.

8 MONTES ESTELLÉS, RM., 1996, *Estudio de la contaminación microbiológica en el Patrimonio Artístico de la Real Basílica de la Virgen de los Desamparados*. Tesis Doctoral. U.P.V. Departamento de Biotecnología.

9 BERGA CELMA, C., 2000, "Estudio del uso de dos fungicidas aplicados a pinturas al óleo sobre lienzo y tabla en medioambiente adverso." En *Actas del XIII Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Lleida.

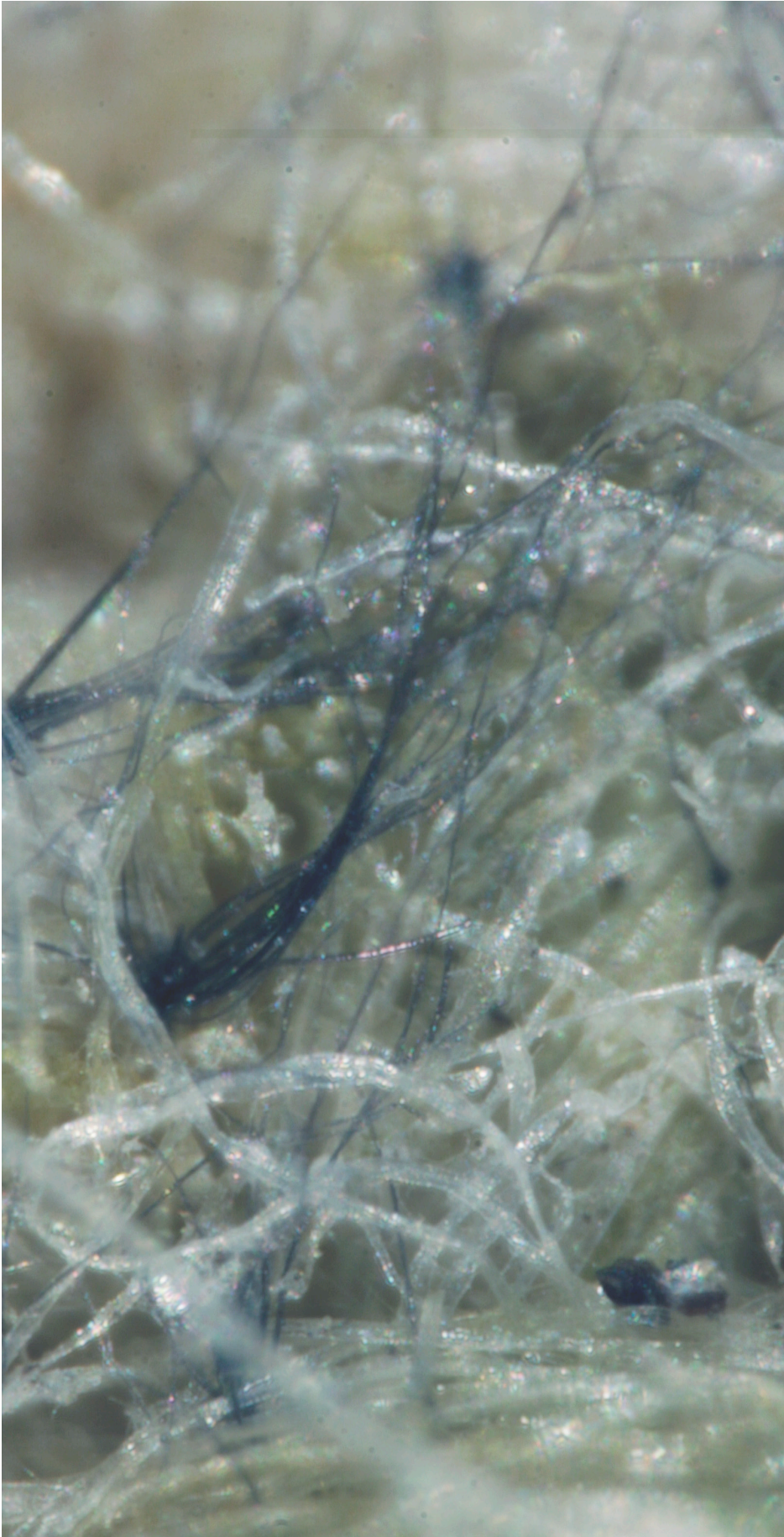
10 GUILLAUME- CHAVANNES, G., 1988, "Peintures et moisissures: une approche originale du problem par le Conservation Department" de la Tate Gallery à Londres. *Patrimoine culturel et alterations biologiques* Actes des journées d'études de la S.F.I.I.C. Politiers, 17 et 18 de Novembre, pp 217- 227

11 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., *Op. cit.*

permitan completar y mejorar este estudio.

El restaurador conoce la repercusión de determinados factores que influyen en la alteración de estos soportes, y valora la importancia de la metodología a emplear principalmente por la preocupación por la mínima intervención y el respeto de la integridad de la obra.

Por ello, se considera necesario un nuevo planteamiento, dirigido al estudio de la aplicabilidad de las sustancias, analizando las respuestas del soporte dependiendo de la metodología de aplicación empleada, ello puede ser una vía de mejora o perfeccionamiento del tratamiento en el que el restaurador puede contribuir.



4. DETERIORO Y BIODETERIORO

4. DETERIORO Y BIODETERIORO

Toda materia sigue un proceso de alteración, degradación o descomposición según su estructura química y el medio ambiente al que ha estado sometido. Se denomina deterioro “a la degeneración, degradación de un objeto de forma gradual.”¹

Podemos definir el deterioro de los bienes culturales como una transformación que sufre el conjunto de forma gradual poniendo en riesgo su estabilidad y duración en el tiempo.

Éste va a estar condicionado y magnificado por numerosos factores relacionados por un lado de forma intrínseca con la estructura de la propia obra y por otro lado de forma extrínseca con el entorno en el que se encuentra esta.

Dependiendo de la estructura material de la obra, de su naturaleza, su calidad y envejecimiento, ésta va a tener un comportamiento y responderá de forma diferente ante los factores externos, que van a propiciar una serie de cambios afectando forma física, química y biológica.

Los agentes de deterioro pueden ser de origen natural, luz, humedad, temperatura, agentes contaminantes, acción biológica y factores humanos. Es imprescindible entender cómo afectan cada uno de estos parámetros por separado para comprender su acción y a su vez de forma conjunta, ya que éstos operan sobre las obras de forma vinculada facilitando procesos de catalización, acelerando el envejecimiento y deterioro de éstas.

Las pinturas sobre lienzo, son estructuras de soporte orgánico con carácter higroscópico a la que los cambios ambientales afecta de una forma decisiva.

4.1 Biodeterioro

El biodeterioro de las obras de arte puede definirse como la alteración producida por agentes biológicos sobre objetos y materiales de valor histórico y artístico.² Por la naturaleza de este agente de deterioro, la ayuda de la biología es indispensable y ésta ha sido una gran aportación en el estudio de la Conservación y Restauración de obras de arte.

Un material va a ser susceptible al biodeterioro dependiendo por un lado de los factores limitantes y por otro de los factores edáficos. Los factores limitantes son los agentes ambientales,

¹ Real Academia Española, 2001, *Diccionario de la Lengua Española*, 22ª edición, consulta en línea, 12/2/2012 <http://lema.rae.es/drae/>

² VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., *Op. cit.* p 1.

que condicionan o inhiben la presencia de una especie biológica.³ Cada tipo de organismo tiene unos intervalos de tolerancia respecto a los diferentes factores ambientales, es decir, necesitan unas condiciones determinadas para su desarrollo, si estos factores se encuentran por debajo o por encima de las exigencias del organismo, se considera como un factor limitante puesto que no existen las condiciones adecuadas para su desarrollo. Además van a condicionar la especie biológica resultante, ya que cada una tendrá unas exigencias diferentes.

Los factores edáficos, son los componentes estratigráficos. Éstos son los materiales constituyentes de las obras, los aplicados en las intervenciones restaurativas, y los depósitos superficiales. Representan la fuente de nutrición para los organismos y están determinados por el tipo de obra y sus componentes atendiendo a materiales inorgánicos u orgánicos, estos a su vez vegetales o animales.⁴

4.1.1 Factores influyentes para el acontecimiento del Biodeterioro

Debido al tema principal tratado en este estudio, destacaremos los parámetros influyentes en el acontecimiento del biodeterioro, centrándonos en particular, en los factores que facilitan el desarrollo de los hongos.

Para que se propicie el crecimiento de hongos han de darse unas condiciones específicas. Los hongos, como organismos heterótrofos, necesitan compuestos orgánicos para su nutrición y encuentran en las pinturas sobre lienzo un sustrato ideal para su crecimiento y desarrollo. A su vez los parámetros ambientales necesarios, son fácilmente dados, siendo condiciones bastante habituales.

Podemos clasificar las condiciones necesarias para que se produzca el crecimiento fúngico en: factores físicos, factores químicos y factores biológicos.⁵

a. Factores físicos

Los factores físicos incluyen la humedad y agua disponible, tanto en el ambiente como en la materia de la obra, la temperatura y las propiedades físicas de la obra.

- **Humedad:** La cantidad de agua existente en el ambiente y en el sustrato es un factor significativo para el desarrollo de los hongos ya que, de esta forma, se proporciona un medio acuoso

3 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *La biología en la Restauración*. Ed. Nerea. Guipúzcoa.

4 BOSCH ROIG, M. P. *Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, p 8.

5 GIMENO, A., 2001. "Revisión Genérica del Problema de los Hongos y las Micotoxinas en la Alimentación Animal" En *Albeitar* 200, nº45, 46-47.

necesario para que tengan lugar las reacciones metabólicas de los microorganismos. Este parámetro está condicionado por la humedad relativa ambiental dada la higroscopicidad de las fibras vegetales.⁶

Generalmente, los hongos requieren de humedades relativas superiores a 70 %, porcentaje superior que en el caso de las bacterias.⁷ Además, durante su desarrollo producen agua metabólica, la cual incrementa el contenido de humedad del material, favoreciendo a su vez la multiplicación celular.⁸

- Temperatura: es un factor indispensable para el desarrollo y actividad de los microorganismos, éstos obtienen energía calórica del ambiente y la transforman en energía celular. Actúa de forma conjunta con la humedad relativa del ambiente, influyendo en la cinética de las reacciones bioquímicas de su desarrollo.⁹

La temperatura óptima para el desarrollo de los hongos se encuentra entre 25 y 30°C y el límite máximo entre 40 y 45°C. La mayor parte de los hongos no crecen por debajo de 5°C, sin embargo, hay hongos como el *Aspergillus flavus*, *Aspergillus candidus* y *Aspergillus fumigatus* que pueden crecer sin problemas hasta los 55°C y otros como el *Penicillium expansum* y el *Penicillium cyclopium* que son capaces de crecer a 0°C.¹⁰

Conviene destacar, que las oscilaciones de los parámetros microclimáticos de humedad relativa y temperatura pueden favorecer el desarrollo de las esporas fúngicas¹¹ y que cuando se alcanzan valores elevados de temperatura y humedad relativa, el ataque biológico alcanza su máximo grado.¹²

- Luz: La luz puede producir fenómenos de degradación provocando la descomposición de las sustancias componentes de las pinturas sobre lienzo, llegando así a ser más atacables por microorganismos.¹³ Este parámetro es indispensable para organismos fotosintéticos, en el caso de los hongos, muchas especies fúngicas exigen luz para su desarrollo, otras son inhibidas por ella y otras se muestran indiferentes a este agente. En general, la luz solar directa es un elemento fungicida debido a la radiación ultravioleta.

6 Se da especialmente en sustratos ricos en proteínas y glúcidos. VALGAÑÓN, V. *Biología aplicada a la restauración*. Ed Síntesis, p 86.

7 DOERNER, M. 2005. *Malmaterial und seine Verwendung in Bilde*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart Alemania, p 130.

8 VALENTÍN, N; GARCÍA, R. "El biodeterioro de materiales orgánicos" *Instituto del Patrimonio Histórico Español, Arbor*, consulta en línea, 23/3/2012 http://www.abracor.com.br/novosite/downloads/nieves_valentin.pdf

9 CANEVA G; NUGARI M.P; *Op. cit*, p30.

10 GIMENO, A., 2001. "Revisión Genérica del Problema de los Hongos y las Micotoxinas en la Alimentación Animal" En *Albeitar* 200, nº45, 46-47.

11 VALENTÍN, N; GARCÍA, R. *Op. cit*.

12 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., *Op. cit*, p 35.

13 VALGAÑÓN, V., *Op. cit*, p 207.

• Propiedades físicas del lienzo: están relacionadas tanto con su manufactura, como puede ser la densidad del tejido o el estado de conservación de la totalidad de la obra. Un mal estado de conservación en el que existan acumulaciones de polvo y fisuras en las que éste se acumule facilitará el crecimiento fúngico.

b. Factores químicos

En cuanto a los factores químicos, se incluyen el pH, la composición del sustrato y las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono en la atmósfera.

• pH: Los hongos toleran un gran intervalo de pH 2,5 - 7,5, y se desarrollan más fácilmente a un pH entre 4-6. De un modo general, soportan mejor el medio ácido que el alcalino.¹⁴ Son capaces de alterar el pH, utilizando como fuente de energía los ácidos orgánicos de las fibras textiles. Acidifican el sustrato, por lo que ellos mismos generan a su vez un ambiente propicio para su continuo desarrollo.

• Oxígeno: La necesidad de oxígeno por parte de los hongos aerobios para el desarrollo de sus reacciones metabólicas hace que una carencia de éste condicione su crecimiento, la ausencia total puede producir la muerte de éstos.¹⁵

• Composición del sustrato: En relación a la composición del sustrato, se detalla en el capítulo de "*Sporte Textil*".¹⁶

c. Factores biológicos

Los factores biológicos incluyen la presencia de otros microorganismos que actúan como agentes de diseminación de la microflora y por lo tanto contribuyen al crecimiento y multiplicación de los hongos.¹⁷

14 VALENTÍN, N; GARCÍA, R. Op. cit.

15 GIMENO, A., 2001. "Revisión Genérica del Problema de los Hongos y las Micotoxinas en la Alimentación Animal" En *Albeitar* 200, nº45, 46-47.

16 Véase Apartado *El soporte Textil*

17 GIMENO, A., 2001. "Revisión Genérica del Problema de los Hongos y las Micotoxinas en la Alimentación Animal" En *Albeitar* 200, nº45, 46-47.

4.1.2 Organismo biodeteriogenos

En este apartado se menciona de forma general, la clasificación de los organismos biodeteriogenos y los organismos que más comúnmente atacan a los soportes celulósicos de las pinturas sobre lienzo.

Los organismos pueden clasificarse según su nutrición, teniendo en cuenta su requerimiento de materia y su fuente primaria de energía¹⁸ en, autótrofos (productores) y heterótrofos (consumidores y descomponedores)

Los autótrofos o productores¹⁹ sintetizan la materia orgánica a partir de materia inorgánica, por lo que no utilizan directamente los materiales del sustrato aunque pueden dañarlo indirectamente por los productos de su metabolismo o por la penetración mecánica. Por el contrario, los heterótrofos, utilizan directamente los compuestos orgánicos ya que no pueden transformar los inorgánicos, no pueden fabricar el alimento para satisfacer sus necesidades de energía y necesitan las sustancias producidas por otros individuos. Además existe otro grupo, los organismos descomponedores, en el que se encuentran las bacterias y hongos que afectan a las pinturas sobre lienzo. Degradan la materia orgánica y forman compuestos sencillos a partir de ella, consumen los compuestos orgánicos químicos para su nutrición, modificando la estructura del sustrato en especial si esta es de naturaleza orgánica.

En concreto, la alteración biológica del soporte textil en pintura sobre lienzo, es causada por microorganismos, hongos y bacterias, que se instauran en la obra considerando a ésta como su hábitat, con la función principal de alimentarse y nutrirse. Atacan los soportes orgánicos, descomponiendo la celulosa de las fibras y alterando los estratos pictóricos. Estos cambios en las propiedades químicas van a repercutir en el debilitamiento general del soporte con la pérdida de tensión y elasticidad del tejido. De forma más específica se abordarán las características y daños producidos por hongos en pintura sobre lienzo en el apartado de *Biodeterioro producido por hongos*.

Podemos hacer mención a los insectos xilófagos²⁰ que se alimentan de la madera del bastidor, en pintura sobre tela, pudiendo generar un gran problema, ya que de este dependen que las fuerzas de tensado del lienzo sean equilibradas y constantes en cualquier punto de su superficie. Un

18 Otro tipo de clasificación se refiere a la organización celular, pudiendo encontrar organismos unicelulares (compuesto de una célula) o pluricelulares (compuesto de más de una célula). Si requieren oxígeno para vivir se pueden dividir en aerobios y en caso contrario, anaerobios. Y según la naturaleza de la fuente de energía que necesitan pueden ser fotótrofos, organismos que absorben la energía luminosa para la construcción de materia orgánica o quimiótrofos organismos que oxidan la materia para la obtención de energía.

19 Productores: bacterias autótrofas, algas, líquenes y plantas.

20 VIVANCOS RAMÓN, V., 2007, *La conservación y restauración de pintura de caballete*. Pintura sobre tabla. Ed. Tecnos. Madrid, p 171.

ataque puede llegar a debilitar su estructura alterando sus propiedades mecánicas. Además pueden llegar a agujerear el lienzo al salir de la galería el insecto adulto. Los insectos que atacan a la madera pueden clasificarse según su ciclo biológico en insectos de ciclo larvario (coleópteros)²¹ e insectos sociales (isópteros).

De forma menos habitual, podemos encontrar daños provocados por otros insectos, como por ejemplo la orden de los dípteros, o mamíferos como roedores y murciélagos que pueden agujerear los lienzos y depositar deyecciones u orín sobre la superficie de los lienzos o pinturas.

4.2 Los hongos en pintura sobre lienzo

Para entender el deterioro que producen específicamente los hongos en las pinturas sobre lienzo es necesario estudiar y comprender a qué tipo de organismos nos enfrentamos. Por ello, un análisis de su morfología, reproducción, nutrición y metabolismo, ayuda a entender la influencia negativa de su crecimiento.

Por otro lado, es un estudio previo necesario antes de acometer cualquier tratamiento preventivo y/o curativo de una infección de hongos, dado que su estudio nos indica los parámetros necesarios para su desarrollo y supervivencia. Entender sus necesidades nos ayudará a seleccionar el método preventivo o de eliminación más efectivo en cada caso.

Los hongos son organismos heterótrofos que constituyen un reino a parte, el reino *Fungi*. En antiguas clasificaciones se incluían en el reino *Plantae*, por parecer plantas a simple vista, e incluso en el reino *Animalia*.²² A diferencia de las plantas, no son fotosintéticos ni poseen clorofila, además las paredes celulares están compuestas de quitina en lugar de celulosa y a diferencia de los animales, no poseen sistema de locomoción, ni producen ingestión de alimentos, sino absorción de los mismos.²³

Son microorganismos eucarióticos, constituidos por células con núcleo bien diferenciado. Pueden ser unicelulares y morfológicamente simples, integrados por una sola célula (levaduras), o pluricelulares (hongos filamentosos o mohos), compuestos por más de una célula. Su clasificación comprende tres grupos principales, un grupo inferior, los Phycomycetes, y dos grupos superiores, los Ascomycetes y los Basidiomycetes. Además para poder incluir las especies cuyo

21 Pertencientes a la orden de los coleópteros, las familias que más daños provocan a la madera de las pinturas, en este caso los bastidores, son los *Lictidos*, los *Anóbidos* y los *Cerambycidos*. En general, crean galerías alimentándose de los componentes esenciales de la madera, celulosa y lignina.

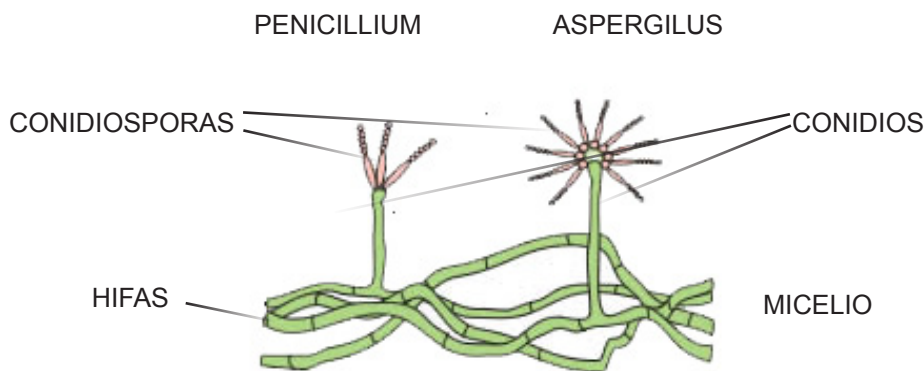
22 TORTORA, G. J; FUNKE, B.R; CASE, C. L., 2007, *Introducción a la microbiología*. Ed. Médica Panamericana, p 5

23 VALGAÑÓN, V. 2008. *op. cit.*, p 158

estado sexual no se conoce todavía y por lo tanto su clasificación no está clara, se ha establecido un cuarto grupo, los Fungi Imperfecti.²⁴

4.2.1 Morfología y estructura básica del hongo

Los hongos filamentosos o mohos, los que atacan las pinturas sobre lienzo habitualmente, están constituidos por un cuerpo vegetativo pluricelular denominado talo compuesto por hifas que crecen de forma ramificada formando el micelio, que genera las esporas.



Están integrados por dos estructuras básicas, la vegetativa y la de reproducción.²⁵ En ambos casos la estructura es la misma, el micelio, que según su función será vegetativo o de reproducción.²⁶ El micelio vegetativo está constituido por hifas que crecen en el interior del sustrato que contiene los nutrientes, cumpliendo la función de absorción de éstos. El micelio de reproducción o aéreo está compuesto por estructuras aéreas que se originan a partir del micelio vegetativo, y donde se producen las esporas, cumpliendo de esta manera con las funciones de reproducción y multiplicación.²⁷

El micelio es capaz de crecer indefinidamente, por lo que puede alcanzar dimensiones macroscópicas, pudiendo apreciarse a simple vista.

Las hifas son tubos de pared rígida que contienen células, masa citoplasmática, y muchos núcleos. Presentan ramificaciones laterales en su crecimiento, pueden ser septadas por tabiques o septos que separan cada una de las células o no septadas, también llamadas cenocíticas formando un citoplasma continuo de células por la ausencia de tabiques.²⁸ Este dato es importante

24 MONTES ESTELLÉS, RM. *op.cit.*, p 4.

25 VAILLANT CALLOL, M; DOMENECH CARBÓ, M^oT; VALENTÍN RODRIGO, N., *op. cit.*, p 138

26 LURÁ DE CARAFEL, M; GONZALEZ, A; BASÍLICO, JC; SARSOTTI FALCÓN, P; FREYRE L. 1997. *Introducción al estudio de la micología*. Universidad Nacional del Litoral. p 13

27 *Ibidem*

28 VALGAÑÓN, V. *op.cit.*, p 158.

para su identificación taxonómica.

Las esporas son los elementos de perpetuación de la especie. Suelen ser pigmentadas dando diversos colores a los micelios. Su número, tamaño, forma y color también es un importante dato identificativo. Pueden originarse de forma sexual o asexual, de ambas formas, cuando la espóra germina, da lugar a un nuevo micelio.

4.2.2 Reproducción de los hongos

La reproducción de los hongos puede darse de forma asexual y de forma sexual. La reproducción asexual tiene lugar por mitosis con la constricción y fisura transversal de una célula de la hifa, formándose una nueva pared celular, a este proceso se le llama gemación, en el que se produce la formación de yemas con la síntesis del DNA, en el que el núcleo se divide y se desplaza hacia la yema, formando de esta manera la espóra. La reproducción sexual tiene lugar a través de la fusión de gametos haploides masculinos y femeninos. Se produce la unión de sus núcleos compatibles formando un cigoto diploide²⁹ que sufre una meiosis para producir esporas haploides de donde surgirán nuevos hongos.

Como diferenciación de las esporas que se producen en ambos procesos se debe destacar que las esporas originadas asexualmente ayudan a propagar la especie, las ocasionadas sexualmente sobreviven en condiciones adversas.³⁰

Estas esporas se dispersan en estado latente esperando las condiciones ambientales y nutricionales favorables para germinar.

De esta manera, puede decirse, que su forma de reproducción y desarrollo a través de esporas aumenta considerablemente su facilidad de surgimiento sobre los lienzos, ya que se esparcen por el entorno a través del viento, instaurándose sobre los lienzos, esperando las condiciones ambientales idóneas.

4.2.3. Nutrición y metabolismo de los hongos

Los principales elementos químicos necesarios para el desarrollo en el metabolismo de los hongos son agua, carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno. También son importantes fósforo, azufre, magnesio y potasio. Y en cantidades muy pequeñas manganeso, molibdeno, zinc,

29 Diploide: que contiene dos conjuntos de cromosomas
30 <http://www.diversidadmicrobiana.com>

cobre...³¹

Los hongos incorporan estos elementos necesarios, extrayéndolos por la descomposición de materia orgánica y por la oxidación de compuestos orgánicos, por lo que son quimiorganotróficos.

La forma de descomponer esta materia es a través de la producción y liberación de enzimas sobre el sustrato, con las que degradan las moléculas más complejas hasta obtener los monómeros más simples que serán absorbidos. El principal motivo por el cual es necesario este proceso es debido a que la masa molecular de los compuestos es demasiado elevada para ser absorbida por los poros presentes en la pared celular, por lo que degradan la materia hasta obtener compuestos de pequeña masa molecular.³²

Las enzimas son proteínas con actividad catalítica, extremadamente selectivas, por ello es necesario un concreto conjunto de enzimas para degradar cada tipo de compuesto. En concreto, para llevar a cabo la degradación de la celulosa es necesario el complejo celulasa, para los lípidos las lipasas y para las proteínas las proteasas.

Por todo ello, para que un sustrato sea utilizado como nutriente, el hongo debe ser capaz de sintetizar y secretar las enzimas necesarias para la hidrólisis del compuesto y debe poseer los mecanismos de captación y absorción para introducir los nutrientes al interior de las células.³³

4.2.4 Biodeterioro producido por hongos en Pintura sobre lienzo

En este estudio nos centramos principalmente en el ataque que se produce en el soporte textil ya que, normalmente el proceso se inicia en el reverso de los lienzos debido a la mayor susceptibilidad de biodegradabilidad de las fibras textiles respecto a los estratos pictóricos, entre otras cosas, por su composición y contenido en agua. También destacamos la importancia del microclima estable, la escasez de aireación y de iluminación, que se genera en el reverso de las obras en contacto con la pared, que favorece el desarrollo de los hongos.³⁴

Puede darse el caso, en el que la colonización fúngica comience por el anverso, aunque es poco habitual, puede darse en obras mantenidas durante cierto tiempo bajo condiciones de humedad extremo, en ellas el proceso va a ser igual que pero desde el anverso hacia el reverso.

31 LURÁ DE CARAFEL, M; GONZALEZ, A ; BASÍLICO, JC; SARSOTTI FALCÓN, P; FREYRE L., 1997. *Introducción al estudio de la micología*. Universidad Nacional del Litoral, p 27

32 RUIZ HERRERA, J.,2008, *Viaje al asombroso mundo de los hongos*. México. FCE, SEP, CONACyT, pp 48-49

33 LURÁ DE CARAFEL, M; GONZALEZ, A ; BASÍLICO, JC; SARSOTTI FALCÓN, P; FREYRE L., *op.cit*, p 28

34 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., 1997, *op.cit*, p23

En el proceso de contaminación fúngica de un soporte textil, una vez las esporas se depositan en la superficie, liberan un mucilago adhesivo con el cual se adhieren a las fibras textiles.³⁵ En este momento, se produce la germinación y desarrollo de las hifas en la superficie, penetran en los intersticios de la tela formando el micelio. En muchas ocasiones consiguen atacar la estructura interna de la fibra o logran a atravesar la totalidad del sustrato, llegando a alterar los estratos pictóricos.

Las colonias fúngicas, instauradas en el soporte textil, llevan a cabo sus funciones vitales sobre éste, estableciendo una relación desfavorable para el lienzo que se verá perjudicado y alterado de diferentes formas y grados.

El modo de manifestarse es mediante las alteraciones que éste sufre, pudiendo afectar a la estabilidad físico mecánica, a la composición química y al aspecto estético.

• Alteración físico mecánica

Las alteraciones físicas tienen lugar una vez se ha producido la alteración química, con la pérdida de las propiedades mecánicas del material, consiste en el debilitamiento de la estructura física de la obra, manifestándose en forma de desfibrado, fragilidad, descohesión de la tela, pérdida de la resistencia del soporte, etc. A su vez, se suma el crecimiento y adhesión de las hifas al sustrato que penetran en el soporte causando agrietamientos y desprendimientos en los estratos pictóricos. Es muy importante la influencia de la degradación química que repercute en la pérdida de la elasticidad de las fibras textiles causando un cambio desfavorable de la resistencia físico mecánica de la tela.

• Alteración química

La actividad enzimática, provoca la descomposición o despolimerización a nivel molecular de los polímeros constituyentes del lienzo, producida durante los procesos de asimilación y desasimilación del organismo relacionado con su forma de nutrición.³⁶ La asimilación tiene lugar cuando el organismo toma el sustrato como fuente de alimento y la desasimilación consiste en la producción por parte del organismo de productos metabólicos por excreción u otras funciones relacionadas con la nutrición.

La producción de ácidos orgánicos, excretados por los hongos, acidifica el soporte favoreciendo las reacciones de hidrólisis y oxidación de la celulosa y de otras macromoléculas presentes, debilitándolo y aumentando su fragilidad. Además, tienen una acción corrosiva.³⁷ Por otro lado, ayudan a un ataque secundario por parte de otros hongos.

35 MONTES ESTELLÉS, RM., *op.cit.*, p 12

36 La asimilación tiene lugar cuando el organismo toma el sustrato como fuente de alimento. La desasimilación consiste en la producción por parte del organismo de productos metabólicos por excreción u otras funciones relacionadas con la nutrición

37 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., *op.cit.*, pp 4-24.

La alteración química es considerada la más importante y negativa debido a que es un proceso irreversible con gran repercusión en las cualidades y propiedades del soporte textil. Se detallará de forma específica el proceso de degradación de la celulosa en el siguiente apartado.

•Alteración estética

Muchos autores consideran que no debe clasificarse una alteración estética en este ámbito debido a que el cambio y degradación óptica es evidente. Las pátinas biológicas, que incluyen manchas, aureolas y decoloración, producidas por los pigmentos generados por el hongo, afectan de forma química y mecánica al material y por lo tanto la degradación estética y visual que puede perjudicar la apreciación de la obra queda en un segundo plano, realmente lo preocupante son los efectos químicos y mecánicos en el material.

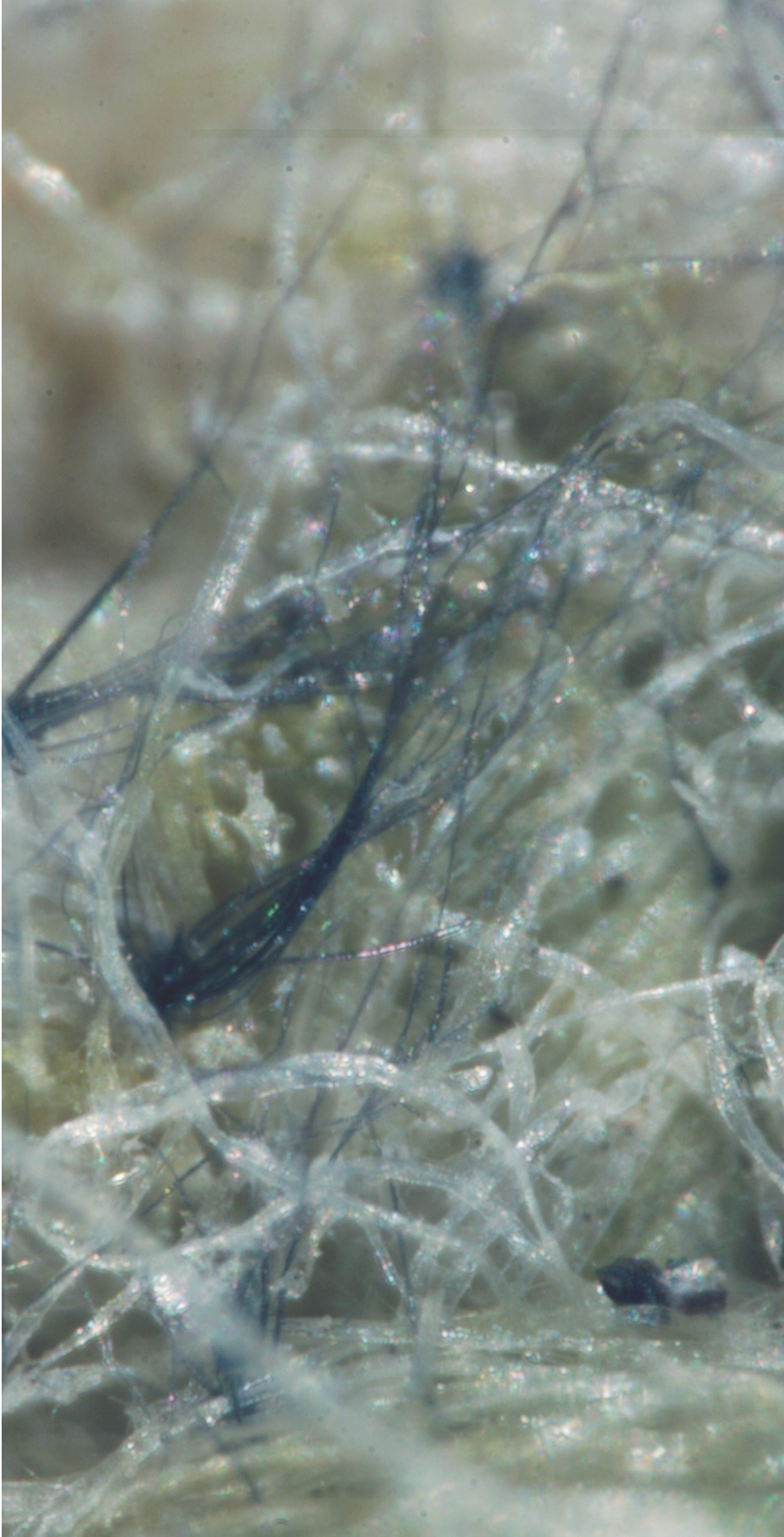
La producción de melaninas es una forma de defensa y protección ante los factores externos y de otros huéspedes y así asegurar su supervivencia, se considera un factor de virulencia, es decir, una forma de demostración del carácter nocivo y patogénico.³⁸ Son el resultado del metabolismo de los hongos, segregan productos residuales pigmentados, depositándolos sobre la tela modificando sus propiedades químicas y deteriorándola.

El color de las manchas en el soporte celulósico no permite identificar qué tipo de hongo lo provoca, debido a que el pigmento de cada especie fúngica toma una coloración y una intensidad diferente dependiendo de las particularidades de la tela que alteren, como el pH, la presencia de colas, existencia de metales, etc. Asimismo influye, el tiempo de persistencia de la infección fúngica y la coexistencia de varios microorganismos.³⁹

Los efectos pueden observarse tanto en el anverso como en el reverso de la obra y la superficie pictórica se verá fuertemente influenciada por las alteraciones sufridas por el soporte textil.

38 URÁN, M; CANO L., 2008, "Melanin: implications in some disease pathogenesis and its capacity to evade the host immune response", En *Asociación Colombiana de Infectología*, vol.12, n.2, consulta en línea, 15/4/2012 <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v12n2/v12n2a07.pdf>

39 CALVO TORRAS, M.A; ADELANTADO, C; CORCUERA MARÍN., 2005, "Principales características de los hongos causantes de alteraciones en materiales celulósicos." *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº 53, p. 18.23. consulta en línea, 22/3/2012 http://ca.www.mcu.es/archivos/docs/MC/boletin3-4_2005.pdf



5. EL SOPORTE TEXTIL

5. EL SOPORTE TEXTIL

La pintura sobre lienzo es una estructura formada por estratos superpuestos de diferente naturaleza con una función determinada dentro de la misma estructura. Su organización estratificada proporciona una relación directa entre todas las capas.

Su composición química está determinada por la técnica empleada por el artista atendiendo a la naturaleza de cada uno de los materiales empleados, además deben de tenerse en cuenta las restauraciones posteriores con la adición de nuevos materiales de diversa naturaleza química y por último todos los estratos de suciedad y depósitos externos que se acumulan sobre la superficie tanto del anverso como del reverso del lienzo. Todos estos componentes tienen una relación directa con su susceptibilidad al biodeterioro.

Debido al enfoque del estudio en cuestión, se expone de forma detallada las características del soporte textil.

Las fibras textiles pueden ser de origen natural pudiendo ser vegetal, animal o minerales o de origen químico de tipo sintético. Según su origen, éstas presentan un tipo de composición diferente.⁴⁰ Las más comúnmente utilizadas en pintura sobre lienzo han sido las de origen natural vegetal, que tienen como componente fundamental la celulosa, además de hemicelulosa, lignina y pectina.

La susceptibilidad al biodeterioro de las fibras textiles depende del contenido porcentual de cada uno de estos componentes, ya que, unos son más susceptibles que otros.⁴¹ En el caso de la celulosa, cuanto más pura es, menos biodegradable, aunque también influye el grado de polimerización, la longitud de las cadenas, la cristalinidad y la orientación.⁴²

Por otro lado, también influye la manufactura de los tejidos, los tejidos de trama cerrada, son menos resistentes que los de trama abierta, ya que recogen más la suciedad y contaminantes biológicos entre las fibras.⁴³

40 MARTÍN REY, S., 2005, *Introducción a la Conservación y Restauración de Pinturas: Pintura sobre lienzo*. Ed. U.P.V. p 91.

41 La pectina es un componente no celulósico que aumenta la susceptibilidad al biodeterioro, la lignina, en cambio, la reduce.

42 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., 1997, *Op cit*, p 23.

43 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., *op.cit.*, p 95.

5.1 Composición química de las fibras vegetales y su biodeterioro.

Celulosa, hemicelulosa, lignina y pectina, son polisacáridos que cumplen funciones estructurales en las plantas, ofrecen al soporte textil unas características mecánicas y químicas diferentes que las hacen más o menos resistente a diversos factores, entre ellos, al ataque microbiológico.

La **celulosa** es un polisacárido estructural en las plantas, forma parte de los tejidos de sostén.⁴⁴ Tiene una estructura lineal o fibrosa, impermeable al agua, lo que hace que sea insoluble en agua, originando fibras compactas que constituyen la pared celular de las células vegetales.⁴⁵ El ejemplo más puro de celulosa es el algodón con un porcentaje mayor al 90%.⁴⁶

Su susceptibilidad al biodeterioro depende de las condiciones ambientales y de su composición química, grado de polimerización y longitud de la cadena. Por ello, los materiales derivados de la celulosa modificados químicamente son más susceptibles de ser atacados por microorganismos.⁴⁷

La degradación microbiológica de la celulosa tiene lugar por hidrólisis enzimática llevada a cabo por el complejo enzimático celulasa, que consta de tres grupos de enzimas que actúan de forma sinérgica, produciendo la rotura del enlace del polímero, aunque a su vez, cada una de ellas actúa de forma específica.⁴⁸ Una vez son liberadas en el sustrato, ya no dependen del microorganismo para su actividad, por lo que al aplicar un fungicida para la eliminación del microorganismo, éstos pueden ser eliminados mientras que las enzimas continúan su actividad.

En la primera etapa se lleva a cabo la degradación hidrolítica de las regiones amorfas del polímero, produciendo múltiples cadenas de polímeros de diversas longitudes. En la siguiente etapa se degradan las cadenas terminales de las regiones cristalinas en el extremo de la cadena, dando como producto la celobiosa. Finalmente, se produce la hidrólisis de las cadenas de celobiosa y celooligosacáridos solubles, produciendo glucosa.⁴⁹

En la degradación de la celulosa, la relación carbono/ nitrógeno también influye. Una baja can-

44 Químicamente es un polisacárido lineal constituido por moléculas de D- glucopiranosas enlazadas por uniones beta (1-4), ocasionalmente se enlazan con otras cadenas similares con enlaces hidrógeno para producir microfibrillas. Las áreas en las que las cadenas están más estrechamente unidas se llaman áreas cristalinas, éstas son altamente resistentes a la hidrólisis tanto química como enzimática y las que están parcialmente separadas se les llama amorfas y son más susceptibles de sufrir procesos hidrolíticos CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI, O., 2000, *Op cit*, p 70.

45 Ampliación de Tecnología de los Alimentos Ingeniero Químico. Departamento Ingeniería Química, p 16, consulta en línea, 2/3/2012 <http://www.ual.es/docencia/jfernand/ATA/Tema5/Tema5-HidratosCarbono.pdf>

46 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI, O., 2000, *op cit*, p 71.

47 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., *op cit.*, p 7.

48 CARRILLO, L., 2003, *Microbiología agrícola*. Universidad Nacional de Salta. Consulta online, 10/3/2012 <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap7.pdf>

49 CARRILLO NAVARRETE, F., 2002, *Caracterización estructural de fibras Lyocell y su comportamiento frente a procesos de degradación*. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Química, p 126, consulta en línea: 28/3/210 <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6451>

tividad de nitrógeno limita la capacidad de los microorganismos para atacar a la celulosa, mientras que un alto contenido junto a la presencia de elementos minerales favorece la degradación de la celulosa.⁵⁰

En cuanto a los microorganismos que degradan la celulosa, estos pueden ser celulolíticos, es decir, los que producen los tres tipos de enzimas del complejo celulasa teniendo una alta actividad celulolítica, como por ejemplo (*Aspergillus*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Trichoderma*). También se da el caso de microorganismos que no tienen el complejo enzimático completo, pero que pueden degradar la celulosa tras algunas modificaciones químicas anteriormente sufridas, de la estructura molecular.⁵¹

La **lignina** es una red irregular no cristalina que realiza múltiples funciones, entre ellas el transporte interno de agua, nutrientes y metabolitos. Proporciona rigidez y resistencia a la pared celular actuando como puente de unión entre las células, creando un material resistente.⁵² Realmente, los tejidos lignificados resisten el ataque de los microorganismos, impidiendo la penetración de las enzimas destructivas en la pared celular,⁵³ constituye una barrera contra la destrucción microbiana.

En la degradación enzimática de la lignina intervienen una serie de reacciones que originan la formación de radicales libres en el biopolímero y dan como resultado la desestabilización de los enlaces y finalmente la ruptura de la macromolécula.⁵⁴

Las enzimas necesarias para su degradación, son entre otras, la lacasa, la peroxidasa y las endocelulares de tipo tirosinasa.⁵⁵ Los hongos y bacterias más conocidos, capaces de descomponer la lignina son los responsables de la degradación de la madera. En estudios recientes se ha demostrado que sólo los basidiomicetos son capaces de metabolizar eficazmente la lignina, mientras que otros hongos y algunas especies de antinomycetos causan solamente una degradación parcial. También se da el caso en el que se realizan asociaciones sinérgicas de microorganismos que por sí solos no son capaces de llevar a cabo esta metabolización de forma completa.⁵⁶

La **hemicelulosa** forma parte de las paredes de las diferentes células de los tejidos del vege-

50 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI, O., 2000, *Op cit*, p 72.

51 *Ibidem*

52 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., *op. cit.*, p 20.

53 LINCOLN, TAIZ, E, Z., 2006, *Fisiología Vegetal*. Vol, 10, Colección ciencias experimentales. Publicación de la Universidad Jaume I, p 549.

54 QUINTERO, D.J.C; FEIJOO, C.G; LEMA, R.J.M., 2006, "Producción de enzimas lignolíticas con hongos basidiomicetos cultivados sobre materiales lignocelulósicos" En *Vitae, revista de la Facultad de Química Farmacéutica* Vol. 13, Núm. 2, p 62, Universidad de Antioquia Colombia, consulta en línea, 24/3/1012 <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae/article/viewFile/546/480>

55 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., *op. cit.*, p 16.

56 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI, O., *op cit*, p 73.

tal, recubriendo la superficie de las fibras de celulosa y permitiendo el enlace de pectina. Es un conjunto de polisacáridos solubles en álcalis y está asociada con la celulosa y la lignina. Bacterias, hongos y levaduras son capaces de hidrolizarla a través del complejo enzimático hemicelulasa. El proceso de hidrólisis en este caso es más rápido que en el caso de la celulosa debido a que es un polímero más amorfo y de menor peso molecular.⁵⁷

Las **pectinas** son una mezcla de polímeros ácidos y neutros muy ramificados. Determinan la porosidad de la pared. Amplia variedad de bacterias y hongos la descomponen rápidamente con varios grupos de enzimas, especies de los géneros *Botrytis*, *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Fosarium* y *Verticillium*.⁵⁸

Además de estos elementos básicos, las fibras textiles de origen vegetal también se componen de azúcares simples, almidón, taninos, gomas, etc. Los azúcares simples y el almidón aumentan la susceptibilidad al ataque de microorganismos, los taninos y las resinas tienen un poder inhibitorio ante el crecimiento de muchos agentes biológicos.⁵⁹

Dado que la lignina aporta mayor resistencia a las fibras textiles, se puede ordenar según el contenido de lignina y por lo tanto, la mayor o menor resistencia al ataque biológico, el orden haciendo referencia en primer lugar a la más resistente: yute, cáñamo, algodón y lino.

5. 2 Características de las fibras textiles vegetales empleadas en pintura sobre lienzo

De entre las fibras textiles vegetales, empleadas por los artistas como soporte pictórico, las más empleadas han sido el lino, extraído del tallo de de la planta del lino, *Linum usitatissimum*, siendo la preferida por los artistas por ser la menos higroscópica, aunque por su bajo contenido de lignina, es fácilmente atacado por microorganismos, muy comúnmente por actinomicetos que crecen en simbiosis con un hongo. El cáñamo, extraído del tallo de de la planta del *Cannabis sativa*, fue muy empleada como sustituta del lino por su menor coste económico. Ambas son química y físicamente similares, pero esta última es más sensible a la humedad, y por lo tanto más higroscópica y más atacable por los microorganismos.⁶⁰

Las fibras del yute, extraídas de la planta *Corchorus capsularis*, son menos resistentes y más frágiles que las anteriores. Siendo especialmente sensible a los ácidos⁶¹ y fácilmente atacable

57 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., *op. cit.*, p 19..

58 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., *op. cit.*, p 21.

59 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI, O., *op. cit.*, p 73.

60 SCICOLONE, G. C., 2002, *Restauración de la Pintura Contemporánea*. Ed. Nerea, Guipúzcoa, p 168.

61 <http://blogtextiles.blogspot.com.es/2010/03/fibras-naturales-vegetales-tallo-yute.html>

por hongos y bacterias.

Por último, las fibras de algodón se emplean como soporte pictórico desde finales del s. XVIII, extendiéndose su uso con la revolución industrial. Son extraídas de las fibras que cubren la semilla de la planta perteneciente al género *Gossypium*. Químicamente tiene un alto contenido de celulosa, entre un 85- 90%, por ello es extremadamente sensible a los ácidos, álcalis y agentes oxidantes⁶², en cambio, es más resistente al ataque microbiano que el lino por contener un 5% de productos no celulósicos a diferencia del lino que contiene un 15%.⁶³ Su contenido en agua es de un 7- 12%, es altamente higroscópica, pudiendo absorber hasta un 21% de su peso.⁶⁴

62 SCICOLONE, G. C., 2002, *op. cit.*, p168.

63 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI, O., *op cit*, p 95.

64 SCICOLONE, G. C., *op cit*, p168.



6. ELIMINACIÓN DE MICROORGANISMOS

6. ELIMINACIÓN DE MICROORGANISMOS

El ataque de hongos es una patología muy habitual en pintura sobre lienzo, para la cual se han empleado diferentes métodos para su eliminación. Se ha comprobado y demostrado que determinados métodos no son apropiados para algunos materiales por las repercusiones que éstos han originado en las obras, pero los conocimientos existentes sobre los efectos de los diferentes tratamientos en los materiales constituyentes de las obras todavía no son suficientes y actualmente se sigue investigando en esta línea.

6.1 Revisión de tratamientos para la eliminación de microorganismos

Los métodos empleados pueden clasificarse en:

I. Tratamientos mecánicos

Este método consiste en la remoción de los organismos llevando a cabo una limpieza mecánica manual con instrumental como bisturíes, espátulas, aspirador...

Resulta una acción peligrosa debido a que generalmente el ataque no suele ser superficial, pudiendo generar daños microscópicos en la estructura de la obra, a causa de la remoción, además, durante el procedimiento pueden romperse las estructuras de los hongos que contienen pigmentos y provocar un manchado difícil de eliminar.⁶⁵ Otra desventaja importante es que no se garantiza la inactivación del ataque o no se asegura que éste sea de larga duración,⁶⁶ pudiendo permanecer activo por resultar un tratamiento parcial y además, debido a la forma de propagación que caracteriza a los hongos, se corre el riesgo de dispersar las esporas pudiendo instalarse en una nueva obra cercana.

Como ventaja se destaca la simplicidad de la operación y el carácter inocuo ante la obra, el restaurador y el ambiente. Resulta un método apropiado en combinación con métodos químicos tanto antes como después del tratamiento.⁶⁷

II. Tratamientos físicos

Son tratamientos que emplean factores físicos como variaciones de temperatura, ondas electromagnéticas, ultrasonidos y atmósferas modificadas. En general, su uso es más seguro tanto para el hombre como para el medio ambiente. Como ventaja principal en todas ellas se destaca su rápida aplicación, además de no generar el desarrollo de poblaciones resistentes genéticamente, como puede ocurrir con los tratamientos químicos.

Su principal inconveniente es que implican únicamente una acción curativa, sin dejar un residuo que actúe de modo preventivo ante nuevos ataques⁶⁸ además de resultar costoso por reque-

65 VALGAÑÓN, V., *op. cit.*, p 219.

66 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O.. *op. cit.*, p 170.

67 VALGAÑÓN, V., 2008, *op. cit.*, p 219.

68 VIVANCOS RAMÓN, V; PÉREZ MARÍN, E. "La desinsectación de la madera. Adaptación de nuevas tecnolo-

rir instrumental específico.

a. El uso de ondas electromagnéticas consiste en la irradiación del objeto con diferentes radiaciones que causan comportamientos anormales en los procesos vitales de los organismos e incluso la muerte.⁶⁹ Se distinguen tres tipos de energía, las radiaciones electromagnéticas, las partículas cargadas con alta energía y las radiaciones de baja energía.

b. Los métodos de variaciones térmicas incluyen principalmente la congelación, el calentamiento y los ultrasonidos. Consisten en generar variaciones de temperatura en el interior del objeto con el fin de erradicar al organismo por la alteración de la temperatura adecuada para sus procesos vitales de desarrollo.⁷⁰ Se han utilizado para la supresión de insectos y microorganismos en madera, tejidos y papel.⁷¹ Se destaca como ventaja principal el carácter inocuo en cuanto a toxicidad para el hombre y el ambiente. El principal inconveniente es el riesgo de alteración que suponen en los materiales constituyentes de las obras, especialmente en las policromías.⁷²

c. Las atmósferas modificadas consisten en el cambio de la concentración de oxígeno y humedad relativa requerida para el correcto desarrollo de los microorganismos aerobios, en el interior de una bolsa sellada donde se introduce la obra. Se trata de un sistema no tóxico con el que se emplean diferentes gases como argón, nitrógeno o dióxido de carbono. Se destaca como ventaja principal la no producción de alteraciones físico químicas en los materiales tratados y la nula toxicidad.⁷³ Por el contrario, son tratamientos curativos que no implican la persistencia de ningún producto que garantice la protección ante una nueva infestación además de limitarse a obras de un tamaño relativamente reducido.⁷⁴

III. Tratamientos biológicos

En esta categoría se incluyen los métodos que emplean sustancias u organismos biológicos para combatir la contaminación biológica.

En un principio la metodología estaba dirigida a combatir unas especies con otras, por ejemplo se han utilizando nemátodos, hongos patógenos, suspensiones bacterianas y virales contra los

gía físicas.⁶⁹ En R&R 99 68-73, pp 68-73, consulta en línea, 28/5/2012 http://crbc.webs.upv.es/html/ryr/pdf/RyR_99_68-73.pdf

69 VAILLANT CALLOL, M; DOMENECH CARBÓ, M^oT; VALENTÍN RODRIGO, N. 2003. *Una mirada hacia la Conservación preventiva del Patrimonio Cultural*. Valencia. p 254.

70 VIVANCOS RAMÓN, V; PÉREZ MARÍN, E. *Op cit* pp 68-73.

71 VAILLANT CALLOL, M; DOMENECH CARBÓ, M^oT; VALENTÍN RODRIGO, N. 2003, *Op cit*, p 257.

72 VIVANCOS RAMÓN, V; PÉREZ MARÍN, E. *Op cit* pp 68-73.

73 VIVANCOS RAMÓN, V., 2007, *La conservación y restauración de pintura de caballete. Pintura sobre tabla*. ed. Tecnos, Madrid, p 202.

74 VIVANCOS RAMÓN, V; PÉREZ MARÍN, E. *Op cit* pp 68-73.

insectos xilófagos, para combatir hongos se usaron hongos patógenos.⁷⁵

En general los ensayos e investigaciones realizadas con esta metodología han sido más empleados en la lucha contra insectos xilófagos, donde se emplean compuestos que alteran el ciclo biológico de los organismos, actuando como inhibidor de la síntesis de la quitina del organismo, u otros compuestos como las feromonas.

IV. Tratamientos químicos

Este método consiste en el uso de sustancias químicas tóxicas conocidas como biocidas, para la eliminación de hongos e insectos. A su vez existen dos variantes fundamentales, la fumigación con gases pesticidas en una cámara de gases hermética, y la aplicación directa del biocida en la obra.

En general, las desventajas fundamentales que ambos procedimientos presentan son la toxicidad para el hombre y el ambiente, la interacción con la obra por las alteraciones físico- químicas y en especial, los residuos tóxicos y químicamente activos que permanecen en la obra. Pero debido a su fácil manipulabilidad, alcance y coste económico son los tratamientos más empleados en la actualidad, en concreto en pintura sobre lienzo especialmente la aplicación directa. En el capítulo siguiente se detalla de forma más específica esta metodología.

6.2. El uso de biocidas

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, el término “Pesticida” es un adjetivo (usado también como sustantivo) cuyo significado es “*que se destina a combatir plagas*”. Por tanto, en español, el término “Pesticida” se refiere a una modalidad de “Plaguicida”

El término “Biocida”, es usado como alternativa al uso del vocablo “Pesticida”, limitando a éste de esta forma al ámbito agrícola.

Según el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad: *Se denominan Biocidas a aquellas sustancias activas y preparados que contienen una o más sustancias activas, presentados en la forma en que son suministrados al usuario, destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer el control de otro tipo sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos.*⁷⁶

Los biocidas han sido utilizados como método curativo ante la infestación biológica en las obras de arte. Se trata de productos que contienen uno o varios principios activos con actividad

75 VAILLANT CALLOL, M; DOMENECH CARBÓ, M^oT; VALENTÍN RODRIGO, N., 2003, *Op cit*, p 259

76 Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, consulta en línea, 20/3/2012 <http://www.msps.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/prodQuimicos/sustPreparatorias/biocidas/introduccion.htm>

biocida, es decir, con la capacidad de matar al organismo biodeteriígeno, acompañados, en el caso de los de origen químico o bioquímicos, de los coformulantes, componentes que mejoran la eficacia del producto como por ejemplo, vehículos, aditivos, etc.

6.2.1 Clasificación general

La clasificación de éstos puede realizarse teniendo en cuenta diferentes aspectos. De esta manera, según su origen, éstos pueden ser biológicos y bioquímicos o no biológicos y por lo tanto químicos.

Según su acción específica, es decir, los organismos a los que ataque, estos pueden ser bactericidas, fungicidas (éstos se detallan de forma más específica en el próximo apartado), insecticidas, herbicidas, etc.

Por su modo de actuación, es decir, la forma de eliminar al organismo, pueden ser esterilizantes, en los que se produce la eliminación de todos los seres vivos presentes o formas de reproducción que existan sean buenas o malas. Antisépticos, éstos se limitan a eliminar solamente a las especies dañinas. Desinfectantes, en este caso el producto mata al ser vivo pero no es capaz de erradicar las formas de resistencia del individuo, permaneciendo así en estado latente a la espera de las condiciones óptimas para germinar, en ese caso se trata de microorganismos. Y por último desinfectantes que produce el mismo efecto que en el caso anterior pero dirigido a organismos macroscópicos o superiores.⁷⁷

Por la forma de presentarse en el comercio, pueden ser líquidos, en polvo fino o granulado.

Por su modalidad de aplicación que puede estar influenciada, aunque no siempre, por como se presente el producto, puede distinguirse la aplicación en forma de gas en una cámara sellada, pulverizado o vaporizado, aplicación con brocha, por medio de papetas o inyección. Esta referencia ha de tenerse muy en cuenta en relación con la obra que vaya a ser tratada como trayectoria a escoger metodologías lo menos invasivas posible y adaptadas siempre a las características de la obra en particular.

Dependiendo de su composición química, se clasifican en óxidos, sales, ácidos u otros. Este tipo de clasificación es siempre muy tenida en cuenta debido a la eficacia de algunos compuestos químicos, la interacción con los materiales constituyentes de las obras, además de aportar datos directos respecto a la toxicidad del producto.

77 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p 220.

Y atendiendo a la toxicidad, y por lo tanto a la peligrosidad de su uso hacia el hombre y el ambiente, pueden clasificarse en muy tóxicos, moderadamente tóxicos y ligeramente tóxico o relativamente no tóxicos.

6.3 Fungicidas.

Haciendo referencia a la revisión bibliográfica del uso de éstos en pintura sobre lienzo, se puntualiza su uso diferenciándolos en relación a la composición química, destacando los problemas de interacción con la materia de la obra, con respecto a la eficacia y su toxicidad para el hombre y el ambiente. A continuación se expone la clasificación por composición química de los fungicidas utilizados en pintura sobre lienzo, pintura mural, papel y textil.

6.3.1 Clasificación química

I. Compuestos inorgánicos

En este grupo se destaca principalmente el uso del Ácido bórico que se clasifica como biocida de acción antimicrobiana e insecticida combinada. Se ha empleado en museos y bibliotecas como insecticida y fungicida mezclado con bórax. Se destaca su alta capacidad de penetración y buena actividad biocida, aunque que no siempre resulta efectivo contra los hongos y debido a su toxicidad, puede causar irritaciones en el aparato respiratorio y en la piel.⁷⁸

II. Compuestos organometálicos

Los **compuestos del mercurio** (Thimerosal®, Thimerosalate®) debido a su elevada toxicidad, actualmente no se utilizan, aunque en el pasado se utilizaron en tratamientos sobre madera, pintura mural y pintura sobre tela.⁷⁹

Los **compuestos de estaño** (TBTO, Thaltox- Wykamol Ltd®, Metatín N-58-10®) tienen una alta actividad alguicida insecticida y fungicida. Han sido utilizados sobre materiales pétreos, murales y madera carentes de interés artístico contra hongos de pudrición parda. Se han usado también mezclados con compuestos de sales de amonio cuaternario.⁸⁰

Los **compuestos del cobre** han sido muy utilizados como desinfectantes en el tratamiento de maderas y pinturas exentos de valor artístico. Debido a su interacción negativa con los materiales, como manchado y corrosión, no son empleados sobre obras de arte.⁸¹

En general estos compuestos tienen un rango de eficacia, larga duración, aplicación y toxi-

78 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O. 2000, *Op cit*, p195.

79 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O. 2000, *Op cit*, p187.

80 *Ibidem*

81 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., 1997, *Op cit*, p84.

cidad similares y no son aconsejables, en cualquier caso en su uso se recomienda tomar las medidas de precaución pertinentes.⁸²

III. Compuestos fenólicos y derivados

El **fenol** es el más veterano, actualmente suele emplearse como comparativa para medir la eficacia de otros desinfectantes,⁸³ pero no se emplea como tratamiento. Debido a su elevada toxicidad, al hecho de aumentar las propiedades cancerígenas de las sustancias y la corrosión que produce en los metales actualmente se desaconseja su uso.

Los **compuestos fenólicos clorados**, como el pentaclorofenol (Preventol PN®, Santobrite®, Dovicide G®, Siclor 98®, Mystox LPD®), han sido muy utilizados en el pasado, especialmente sobre materiales orgánicos. Tienen un amplio espectro de actividad, pero debido a la negativa interacción con los materiales constituyentes de las obras, oscurecimiento y amarilleamiento de los tejidos, madera y pigmentos, decoloraciones y amarilleamiento del papel,⁸⁴ el pH ácido de las disoluciones y por resultar altamente tóxicos su uso se ha restringido.

El **ortofenilfenol y sus sales de sodio** tienen un amplio espectro de actividad contra hongos y bacterias. Su aplicación es apta tanto para materiales orgánicos como inorgánicos. Son empleados como conservantes de las colas ante la aparición de hongos. Dentro del grupo de los compuestos fenólicos, éstos son los más utilizados debido a sus mejores características toxicológicas, por lo que es utilizado como alternativa al Timol.⁸⁵ Generalmente el ortofenilfenol (*Dovicide 1®*, *TopaneS®*) tiene mejor comportamiento de interacción con los materiales constituyentes de las obras respecto a sus sales sódicas (*Dovicide A®*, *Topane WS®*, *Mystox WFA®*). Ambos compuestos producen efectos de envejecimiento, cambios de color y brillo.⁸⁶

El **Timol** era utilizado como conservante en recetas de engrudo de almidón, se ha utilizado ampliamente en bibliotecas y archivos.⁸⁷ Los resultados ante la aplicación en pinturas son negativos ya que ejerce una acción disolvente sobre barnices y pinturas, especialmente diluye el óleo y debilita los pergaminos, produce amarilleamiento en el papel y los acrílicos.⁸⁸ En cuanto a la eficacia, los resultados son contradictorios, confirmándose a veces una alta actividad antibacteriana y baja actividad antifúngica y otras al revés.⁸⁹ Es fácilmente fotooxidable, por lo que amarillea y envejece fácilmente. Es irritante y tiene una toxicidad arriesgada para la salud del hombre por lo que su uso está muy restringido.⁹⁰

82 MONTES ESTELLÉS, RM., 1996, *Op cit*, p 28.

83 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p187.

84 MONTES ESTELLÉS, RM. 1996, *Op cit*, p 27

85 VAILLANT CALLOL, M; DOMENECH CARBÓ, M^ªT; VALENTÍN RODRIGO, N., 2003, *Op cit*, p 244

86 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p188.

87 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., 1997, *Op cit*, p 83.

88 VAILLANT CALLOL, M; DOMENECH CARBÓ, M^ªT; VALENTÍN RODRIGO, N., 2003, *Op cit*, p 244

89 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p189.

90 Ibídem

En general, los compuestos fenólicos y derivados han dejado de utilizarse por su excesiva toxicidad, ya que debido a su composición aromática pueden ser cancerígenos.⁹¹

IV. Compuestos de sales de amonio cuaternario

Los biocidas pertenecientes a este grupo son los más utilizados actualmente debido a sus propiedades ventajosas, por un lado tienen acción sinérgica bactericida, fungicida, alguicida y antilíquenes en bajas concentraciones, tienen doble acción biocida y detergente⁹² por ser compuestos tensoactivos, que a su vez aumenta su poder de mojado y penetración, se disuelven en gran número de disolventes. Las soluciones son incoloras e inodoras, el pH de las soluciones es de 7 o próximo a éste y tienen buena estabilidad.⁹³ Presentan una toxicidad de moderada a variable según el tipo de compuesto.⁹⁴

Como desventajas se destaca su baja actividad a largo plazo, la incapacidad de matar las esporas de los hongos, incompatibilidad con detergentes aniónicos y que su actividad se ve reducida en presencia de grandes cantidades de material orgánico o de ciertas sales.⁹⁵

Se debe destacar, que los ensayos realizados por algunos investigadores no resultan satisfactorios por no lograr una actividad antifúngica, que además en un tratamiento concreto se dio como consecuencia un cambio en la microflora existente y que incluso su acción no es duradera, pudiendo darse una nueva colonización tras tres años.⁹⁶ Debido a su eficacia en tiempos de contacto reducidos frente a otros compuestos, se consideran eficaces a corto plazo pero no perduran en el tiempo.

El **Cloruro de benzalconio** es el principio activo más destacado de muchos productos comercializados pertenecientes a este grupo, se ha usado ampliamente contra bacterias, hongos, algas y líquenes. (*Preventol R50®*, *R80®*, *R90®*, *Neo-Desogen®*, *Hyamine 3.500®*, *Catigene Plus®*, *Chimibac 100®*.)⁹⁷

V. Mezclas

Últimamente se comercializan y emplean mezclas a base de los compuestos anteriores para potenciar las ventajas que ofrecen y mejorar los inconvenientes, obteniendo combinaciones que pueden resultar positivas.

Por ejemplo es muy habitual encontrar mezclas de una sal de amonio cuaternario con óxido de tributilestaño (*Murosol 20®*, *Thaltox Q®*, *Wykamol Ltd®*.) o con naftenato de tributilestaño

91 Ibídem
92 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p190.
93 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., 1997, *Op cit*, p 81.
94 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p190
95 Ibídem
96 MONTES ESTELLÉS, RM. 1996, *Op cit*, p 27
97 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p190

(*Metatín N58- 10/101*)⁹⁸ o con compuestos de zinc (*BioMet 66*)⁹⁹. También encontramos actualmente mezclas como Octilina con una sal de amonio cuaternario (*Biotín T*)¹⁰⁰ o Ácido butilcarbámico con Octilina (*Biotín R*)¹⁰¹

VI. Aceites esenciales

Debido a la toxicidad de los compuestos biocidas disponibles actualmente y la preocupación cada vez mayor de la salud del restaurador y del ambiente, hoy en día se comienzan a incorporar los aceites esenciales como agentes biocidas, en disoluciones del 5% en disolventes apolares y aplicados a pincel. Este es un campo todavía en fase de investigación por lo que no se tienen datos específicos sobre el tiempo de protección que éstos facilitan tras la aplicación.¹⁰²

6.3.2 Requisitos de los productos

La aplicación de productos químicos fungicidas en pintura sobre lienzo es un tratamiento especialmente comprometido. Debe cumplir una serie de requisitos para que sea útil y respetuoso. Este es un dato importante a tener en cuenta ya que nos enfrentamos a la predisposición de productos que no son creados específicamente para este campo, disponibles sobretodo y principalmente para la agricultura, la industria alimenticia y la medicina, siendo adaptados de alguna manera, para su uso en esta disciplina.

Los requisitos que éstos deben cumplir especialmente son:

• Elevada eficacia

La eficacia de los productos fungicidas está directamente relacionada con su actividad fungicida, para que el producto resulte eficaz debe tenerse en cuenta la dosis necesaria para ejercer la actividad antifúngica, el espectro de acción y la persistencia de la acción, que está relacionado con la persistencia de residuos tóxicos. Una elevada permanencia de residuos resulta positiva en cuanto a la eficacia, pero hay que tener en cuenta que puede resultar negativa en cuanto a aspectos de riesgos toxicológicos y de interferencias con los materiales constituyentes de las obras.¹⁰³

• Ausencia de interferencias con los materiales constituyentes de las obras

98 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p191

99 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C., 1997, *Op cit*, p 84.

100 Ficha técnica Biotín T, CTS. SRL, consulta en línea, 12/4/1012, <http://www.ctseurope.com/>

101 Ficha técnica Biotín R, CTS. SRL, consulta en línea, 12/4/1012, <http://www.ctseurope.com/>

102 VILLARQUIDE, A., 2005b, *La pintura sobre tela II. Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*, San Sebastián. Nerea, p179.

103 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p177.

Las interferencias que puedan resultar ante su uso sobre los materiales de las obras están relacionadas con la reactividad química del principio activo del producto, de la persistencia de sus coformulantes sobre ésta y del disolvente incluido en la mezcla para su aplicación. Éstos pueden reaccionar químicamente con los materiales de la obra causando daños estéticos¹⁰⁴, como manchas, por ello es indispensable corroborar que los productos sean químicamente neutros y estables en el tiempo. La metodología de aplicación también puede causar interferencias por las reacciones que puedan asumir los componentes de la obra durante su aplicación y tras ésta, como es el caso de las aplicaciones líquidas en las que pueden darse movimientos del soporte, más acentuados con aplicaciones acuosas, por lo que la humedad se considera un factor de riesgo.

• **Baja toxicidad para el hombre y el ambiente**

La toxicidad aguda se entiende como la capacidad de una sustancia para producir efectos adversos tras una sola dosis.¹⁰⁵ Por ser un parámetro muy evidente, se ha considerado, la dosis letal media (DL50) como el indicador de la capacidad tóxica de una sustancia aunque esta no puede considerarse como una constante biológica¹⁰⁶ del producto, si no que es un valor modificable por numerosas variables, que lo reducen a un parámetro relativo de referencia. Por ello, podemos decir que, no existen sustancias carentes de riesgo, sino modos y cantidades de riesgo, por lo que en la práctica, una sustancia se considera tóxica cuando resulta dañina en dosis muy bajas.¹⁰⁷

Por otro lado, y enfocado a este estudio en cuestión, debemos destacar que la metodología de aplicación es un factor muy importante a tener en cuenta para reducir uno de los parámetros anteriormente comentados, minimizar las interferencias con los materiales constituyentes de las obras.

104 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p177.

105 BARTOLOMÉ CAMACHO, M.C; SÁNCHEZ FORTÚN RODRIGUEZ, S., 2007, "Valoración de la toxicidad aguda de biocidas utilizados en ambientes de la vida privada y la salud pública sobre *Artemia franciscana*." *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 3 (1): 90-97. consulta en línea, 8/4/2012, <http://www.itson.mx/publicaciones/rln/Documents/v3-n1-11-valoracion-de-la-toxicidad-aguda-de-biocidas.pdf>

106 Constante biológica se define como cada una de las medidas que permiten conocer el estado funcional de un sujeto, en comparación con los valores que se consideran normales.

107 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *Op cit*, p179.



7. PROCESO EXPERIMENTAL

7. PROCESO EXPERIMENTAL

Este estudio experimental es un análisis orientado a cuestionar, comparar y mejorar los métodos existentes actualmente en el tratamiento de desinfección de hongos en los reversos de las pinturas sobre lienzo, enfocando la problemática desde el análisis de la modalidad de aplicación de las sustancias antifúngicas.

En él, además de comparar las formas de aplicación tradicionales, se proponen dos formas de aplicación de estos agentes, con las que se pretende solventar los inconvenientes y complicaciones que éstas suscitan por sus características propias y específicas derivadas de la fase en la que se presenta el producto en el mercado. Ya que se trata de productos líquidos o en polvo, mientras los líquidos generan problemas por la humectación y penetración excesiva, los productos en polvo incluyen la acumulación de residuo sólido.

Debe destacarse, que el empleo de las sustancias en polvo, ya es una forma metodológica de subsanar los posibles problemas que incorporan los productos líquidos, pero, ¿son realmente adecuados? o ¿incorporan nuevos inconvenientes?

Considerando la posibilidad de que estos inconvenientes se den realmente, debe perseguirse la búsqueda de un método que logre subsanar los problemas procedentes de una aplicación líquida y una aplicación en polvo o granulado. Es decir, un método en el que se reduzca la humectación y penetración de un líquido que puede afectar de forma negativa a estos soportes y que a su vez no implante el riesgo de introducir residuos sólidos.

Un posible recurso para ello es recurrir al espesado o solidificado de las sustancias activas en un medio espesante o soporte, esta metodología ya fue una importante medida con respecto a las limpiezas de los estratos pictóricos, con magníficos resultados y posiblemente pueda contribuir a minimizar los riesgos en este sentido.

Por ello, para constatar todas estas cuestiones se pretende, poner en práctica el empleo de diversos biocidas de acción antifúngica empleados habitualmente, en las diversas formas de aplicación que posibiliten, incluyendo, en el empleo de la nueva forma de aplicación, Klucel G® y Agar-agar como medios sustentadores de las sustancias activas.

También se pretende comparar las diferencias respecto a las posibles ventajas e inconvenientes en cuanto al tipo de solvente empleado, agua o etanol tanto en las mezclas líquidas como en las espesadas con Klucel G®.

Klucel G® fue seleccionado por su destacada estabilidad y por que posibilitaba el empleo tanto de agua como de etanol. En cuanto al Agar-agar, éste fue seleccionado por ser un medio que posibilita controlar el aporte de agua y limitar la difusión y absorción de ésta por los materiales.

La selección de los biocidas de acción fungicida de esta investigación, se valoró a través de la revisión bibliográfica relacionada con este campo de investigación, decantándonos por el empleo de los destacados como más adecuados y empleados en la actualidad, descartando los más tóxicos. A su vez, se evaluó la posibilidad de ser incorporados al medio espesante.

Se seleccionaron un total de cinco, tres en fase líquida y dos en polvo/ granulado. Como producto destacado seleccionamos a Fungusol® por su uso tan habitual aunque se desconocen sus propiedades. Destacamos el empleo de Ácido bórico como alternativa y comparativa con Fungusol® ya que se trata de su principio activo. Biotín T®, empleado específicamente en materiales pétreos, Biotín R® y Neo-Desogen®.

7.1 Metodología

La práctica experimental llevada a cabo en esta investigación tuvo tres fases principales:

- I. Selección de la viscosidad adecuada del medio soporte
- II. Incorporación del fungicida o principio activo al medio soporte
- III. Aplicación sobre probetas infectadas

En la **primera fase** se llevó a cabo la selección de la viscosidad adecuada del medio soporte, a través de la elaboración de diferentes mezclas con los espesantes seleccionados a diferentes concentraciones, de esta manera, se comprobó la humectación, penetración, impregnación, tiempo de secado y ductilidad durante el proceso de secado que incorpora cada mezcla. Además también se comparó el resultado interponiendo un estrato intermedio para tener otra opción comparativa reduciendo los parámetros de humectación, penetración e impregnación. Con esta primera fase se compararon las viscosidades, seleccionando las más adecuadas para este uso.

En la **segunda fase**, se realizó la incorporación del fungicida o principio activo para comprobar los cambios que éstos producen en cuanto a viscosidad, impregnación, humectación, penetración, etc. De esta manera se dio opción a poder adaptar las mezclas con una nueva proporción si hubiese sido necesario, por cambios demasiado significativos en las mezclas.

En la **tercera fase** tuvo lugar la aplicación de las mezclas sobre probetas infectadas para hacer una comparativa de las ventajas e inconvenientes que presenta cada metodología de aplicación con respecto a los parámetros de humectación, penetración e impregnación, así como de las reacciones que tienen lugar en el soporte textil durante la aplicación y tras ésta. A su vez, con respecto a los fungicidas seleccionados y empleados, se comparó el funcionamiento de cada uno de ellos con las diferentes metodologías de aplicación, de esta manera se pudo esclarecer su adecuación o no en cada tipo de aplicabilidad teniendo en cuenta, además de los parámetros anteriormente comentados, la eficacia, el pH que incorporan y los residuos.

Por ello, además de llevar a cabo estas tres fases, fue necesario realizar una serie de comprobaciones para completar la investigación:

- Mediciones del pH de las mezclas y de las fibras textiles tratadas y sin tratar para comprobar el cambio de pH producido por el tratamiento en todas sus formas metodológicas con la incorporación de cada fungicida.
- Comprobación de presencia de residuos por medio de la documentación fotográfica y análisis visual.
- Aproximación de la eficacia obtenida con los diferentes modos de aplicabilidad por medio de análisis visual, documentación fotográfica y contabilización aproximativa de las cepas antes del tratamiento, tras la aplicación y después de la aspiración de la zona, obteniendo un porcentaje de eficacia.¹

¹ Se realiza una comprobación de la eficacia aproximativa, teniendo en cuenta la evolución de la cepa de cada probeta en el tratamiento. Otra posible vía de investigación podría centrarse determinar la eficacia según las concentraciones empleadas en cada metodología.

7. 2 Materiales e instrumental

Tabla 1. Materiales empleados

BIOCIDAS DE ACCIÓN FUNGICIDA

En polvo

Fungusol®	<ul style="list-style-type: none"> • Producto comercializado como fungicida de uso tópico para el ser humano • Compuesto por Ácido Bórico 10% y óxido de zinc 5% como principios activos y Sílice coloidal anhidra, almidón de maíz, talco y esencia de fleur de fleur como excipientes¹ 3% • Empleado actualmente en la eliminación de hongos en los reversos de pintura sobre lienzo. • Toxicidad: El laboratorio farmacéutico que provee este producto no proporciona una ficha técnica detallada en la que pueda obtener información sobre su nivel de toxicidad
Ácido Bórico	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido borácico o Ácido ortobórico H_3BO_3, compuesto químico ligeramente ácido que contiene boro, hidrógeno y oxígeno.² • Empleado como antiséptico, insecticida, retardante de la llama, precursor de otros compuestos químicos y también como agente tampón para regulación del pH. • Toxicidad: Se clasifica como un compuesto de toxicidad aguda que puede causar irritación de los ojos, piel y sistema respiratorio, también se destaca la importancia de evitar respirarlo en su empleo en polvo, además se hace referencia a que en presencia de humedad puede ser corrosivo. Se señala que se emplea como reactivo de laboratorio.

Líquidos

Neo-Desogen®	<ul style="list-style-type: none"> • Desinfectante perteneciente a la familia de los Compuestos de Amonio Cuaternario. • Principio activo: cloruro de benzalconio.³ • Empleado en el campo farmacéutico, en el tratamiento de obras de arte, como bactericida, fungicida, alguicida y antifúngicos. • Soluble en agua y en alcoholes⁴ • Toxicidad: presentan una toxicidad de moderada a variable según el tipo de compuesto.
Biotín T®	<ul style="list-style-type: none"> • Preparado concentrado líquido, compuesto por octilina (OIT) más una Sal de Amonio Cuaternario. • Amplio espectro de actividad para el control microbiológico. • Empleado para los materiales pétreos y pinturas murales, con buenos resultados. • Soluble en agua, alcohol, éteres e hidrocarburos.⁵ • Toxicidad: presenta una DL_{50} aguda. Debe evitarse cualquier contacto directo con el producto sobre todo en su estado concentrado. No proporciona peligro de inhalación por vapores tóxicos debido a su baja tensión de vapor. El uso de protección individual para su empleo es indispensable.⁶
Biotín R®	<ul style="list-style-type: none"> • Preparado concentrado líquido, compuesto por ácido butil carbámico (IPBC) más octilina (OIT) disueltos en etanol. • Amplio espectro de actividad para el control microbiológico. • Recomendado para obras situadas al exterior, sujetas a los agentes atmosféricos, y en el interior para los soportes sensibles al agua como piedras o frescos y también por anverso y reverso de pintura sobre tela. • Soluble en alcohol, éteres e hidrocarburos aromáticos y alifáticos (W.S)⁷ • Toxicidad: presentan una DL_{50} aguda. Debe evitarse cualquier contacto directo con el producto sobre todo en su estado concentrado. No proporciona peligro de inhalación por vapores tóxicos debido a su baja tensión de vapor. El uso de protección individual para su empleo es indispensable.⁸

1 Excipiente: Sustancia inerte que se mezcla con los medicamentos para darles consistencia, forma, sabor u otras cualidades que faciliten su dosificación y uso. Real Academia Española, 2001, Diccionario de la Lengua Española, 22ª edición, consulta en línea, <http://lema.rae.es/drae/>

2 Ficha técnica Ácido Bórico, 2003, Fichas Internacionales de Seguridad Química; Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo; Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España. consulta en línea 20/ 2/ 2012, http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Publicaciones%20y%20documentacion/LEP%20_VALORES%20LIMITE/Valores%20limite/Limites2012/LEP%202012.pdf

3 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., *op. cit.*, p 190

4 VÁZQUEZ ALBADALEJO, C. *op.cit.*, p 81

5 CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., *op cit.*, p 191.

Continuación Tabla 1. Materiales empleados

ESPEANTES

Klucel G®	<ul style="list-style-type: none"> • Éter de celulosa, hidroxipropilcelulosa, celulosa modificada. • Permite espesar algunos tipos de disolventes orgánicos polares como el alcohol etílico, aminas y dimetilsulfóxido. • Reversible en agua después del secado. • Termoplástico, solidifica formando una película flexible y transparente. • Excelentes propiedades filmógenas y moderado carácter lipófilo. • Estable con pH 2-12, sin que se pueda apreciar la variación de viscosidad.⁹
Agar- agar	<ul style="list-style-type: none"> • Complejo polisacárido (D-Galactosa y 3-6-Anhidro-Lgalactosa)¹⁰ provenientes de la pared celular de unas algas marinas rojas del orden de las Gelidiales (<i>Gelidium</i> y <i>Phyllophoraceae</i>), Gracilariales (<i>Gracilaria</i>) y Phyllophoraceae (<i>Ahnfeltia</i>). • Empleado en la industria alimentaria como gelificante y espesante. En microbiología y botánica como soporte para el crecimiento de microorganismos. Desde hace unos años se está utilizando para limpieza de obras de arte en restauración, especialmente en pintura mural. La utilización del agar en restauración surge por la necesidad de utilizar soluciones acuosas para la limpieza de obras artísticas junto con la necesidad de controlar el aporte de agua y limitar la cantidad que pueda difundir en la superficie o ser absorbida por los materiales, por lo que su uso como espesante en Restauración está siendo fundamental.

DISOLVENTES

Agua destilada	<ul style="list-style-type: none"> • Fórmula química H₂O, es agua pura tratada por medio de la destilación, medio por el cual se le han eliminado las impurezas e iones. • Su pH es de 7, neutro. • Toxicidad: nula
Alcohol Etílico	<ul style="list-style-type: none"> • Fórmula química CH₃CH₂OH.¹¹ • Líquido incoloro e inflamable • Punto de ebullición de 78 °C. • Punto de fusión: -117°C; • Soluble y miscible en agua. • Toxicidad: La inhalación de altas concentraciones del vapor puede originar irritación de los ojos y del tracto respiratorio. Puede causar efectos en el sistema nervioso central dando lugar a irritación, dolor de cabeza, fatiga y falta de concentración.¹²

INSTRUMENTAL

Tiras pH	UNIVERSAL TEST PAPER
pH metro	HD-2105 1
Agitador magnético	ARE
Cámara réflex	LUMIX FZ 38
Lupa binocular	LEICA S8APO

6 Biotín T® Ficha técnica, CTSEUORPE consulta en línea 22/ 2/ 2012http://www.ctseurope.com/

7 Biotín R® Ficha técnica, CTSEUORPE consulta en línea 22/ 2/ 2012http://www.ctseurope.com/

8 Ibídem

9 Klucel G® Grupo Español IIC, consulta en línea 22/ 2/ 2012, http://ge-iic.com/index.php

10 ARAKI C.H. (1956) Structure of agarose constituent of Agar-Agar. En: Bull. Chem. Soc. Japan. 29, p. 43-44.

11 Alcohol Etílico Ficha técnica,

12 Alcohol Etílico Ficha técnica, Grupo Español IIC, consulta en línea 22/ 2/ 2012, http://ge-iic.com/index.php

7.3 FASE 1. SELECCIÓN VISCOSIDAD

Esta primera fase experimental tuvo como objetivo fundamental, la elaboración de un medio soporte en el que posteriormente pudiera incluirse el fungicida o principio activo de los fungicidas seleccionados, para su posterior aplicación sobre la superficie del soporte lienzo atacado por hongos. Fue dirigida a observar las diferencias de aplicabilidad, viscosidad y tiempos de secado que aportan los espesantes, seleccionados, Klucel G® y Agar-agar. Estableciendo la viscosidad adecuada para obtener el comportamiento apropiado.

7.3.1 Metodología

Para la selección de la viscosidad adecuada de los diferentes soportes empleados, fue necesario realizar varias mezclas a distintas proporciones con el fin de observar las características que ofrecían, comparando las ventajas y desventajas que ofrece cada mezcla y optando por los resultados más positivos para este tipo de aplicación.

La viscosidad seleccionada debe de cumplir una serie de parámetros necesarios para este uso:

- La manipulabilidad y aplicabilidad del soporte debe ser fácil y cómoda para el restaurador.
- No debe suponer un riesgo para la estabilidad de la obra.
- La humectabilidad, penetración e impregnación que aporta al sustrato, ha de ser lo suficiente para que permita impregnar las fibras con el principio activo del fungicida, pero sin humectar en exceso, ya que uno de los motivos de este nuevo testado de aplicabilidad de los fungicidas se enfoca a reducir la humectabilidad del soporte textil.
- El tiempo de secado del soporte sustentador del fungicida debe permitir que éste realice la acción fungicida.

Para la observación de la actuación de cada una de las mezclas, se aplicaron sobre papel gris absorbente. Éste tiene un grado de absorción elevado en comparación con un lienzo, pero resulta necesario para llevar al extremo los resultados obteniendo de esta manera, una fácil apreciación de los resultados a simple vista.

En relación con los dos espesantes empleados, con Klucel G® y Agar-agar, se prepararon distintas concentraciones para observar su aplicabilidad, en cuanto a humectación, penetración e impregnación. Se realizaron pruebas interponiendo un estrato intermedio, papel Japón y Tissu non Tissé para comprobar si de esta manera se pueden reducir la humectación excesiva, y a su vez minimizar la concentración de residuos.

Además con Klucel G® se compararon las diferencias dependiendo del solvente utilizado, agua

Tabla 2. Proporciones Fase 1.

PROPORCIONES		
Klucel G® + H ₂ O	Klucel G® + Alcohol Etilico	Agar- agar + H ₂ O
9 g /100ml	5 g /100 ml	0,625 g/ 100 ml
10 g/ 100 ml	9 g /100 ml	1 g/ 100 ml
15 g/ 100 ml	10 g/ 100 ml	1,5 g/ 100 ml
-	15 g/ 100 ml	2 g/ 100 ml
-	-	3 g/ 100 ml

7.3.2 Resultados

I. Pruebas de viscosidad

•Klucel G® + H₂O

En general, las mezclas en agua con Klucel G® dieron como resultado una pasta gomosa con mayor aportación de humedad al sustrato que las de Etanol y menor control en su aplicación.¹

Tabla 3. Resultados aplicaciones Klucel G® en agua

9 g/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Demasiado líquida • Manipulabilidad costosa no permitiendo un buen control en su aplicación. • Humectación e impregnación elevada en las tres opciones, directa, con <i>Japón</i> y con <i>Tissu non Tissé</i> • Mojando el sustrato de forma excesiva.
10 g / 100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Un poco más densa que la anterior • Manipulabilidad mínimamente mejor que la anterior • Mayor control en su aplicación. • Humectación e impregnación elevada en la aplicación directa y menor con <i>Japón</i>, con <i>Tissu non Tissé</i> se redujo bastante. • Humectación más controlada que con la proporción anterior con ambos papeles
15 g / 100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Más densa que las anteriores • Mayor control en su aplicación • Humectación e impregnación elevada en la aplicación directa y un poco menor con <i>Japón</i>, con <i>Tissu non Tissé</i> casi no se produjo humectación pero sí se observó un traspaso mínimo de Klucel G al sustrato.

A continuación se muestra una tabla comparativa en la que se comparan las mezclas de Klucel G® en agua aplicadas directamente o con estrato intermedio.

Tabla 4. Parámetros característicos de las aplicaciones de Klucel G® en agua			
Klucel G® + H2O			
9g/100ml	Viscosidad: Excesivamente baja		Manipulación: Poco controlable
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Excesivamente alta	Menor, pero excesivamente alta	Menor, pero excesivamente alta
SECADO	Medio (4- 5 horas aprox.)	Medio (4- 5 horas aprox.)	Medio (4- 5 horas aprox.)
10g/100ml	Viscosidad: Media		Manipulación: Media
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Excesiva	Media	Menor, pero media.
SECADO	Medio (4 horas aprox.)	Medio (4 horas aprox.)	Medio (4 horas aprox.)
15g/100ml	Viscosidad: Buena		Manipulación: Media
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Media	Media, menor que anterior	Media, menor que anterior
SECADO	Medio (4 horas aprox.)	Medio (4 horas aprox.)	Medio (4 horas aprox.)

• **Klucel G® + Alcohol Etilico:**

Las mezclas en etanol dieron como resultado un gel cuajado de menor pegajosidad, aportando menos humedad al sustrato que las mezclas en agua por la mayor rapidez de evaporación y por la menor tensión superficial, que disminuye la penetración del fluido. Su aplicación fue mucho más controlable debido a que se convirtió en un gel autoportante. Su baja tensión superficial disminuye la penetración del líquido al sustrato y por consiguiente puede reducirse la efectividad del tratamiento futuro. Debido a la rápida evaporación del etanol, el gel secó más rápidamente que las mezclas en agua disminuyendo y limitando la prolongación del tiempo de contacto en el futuro tratamiento.¹

Tabla 5. Resultados aplicaciones Klucel G® en etanol	
5 g/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad comparable a los resultados obtenidos con la mezcla 15g /100ml en agua. • Manipulación cómoda • Aplicación controlada • forma de gel autoportante. • Humectación e impregnación adecuada (un poco alta en la aplicación directa) • Humectación e impregnación muy controlada con <i>Japón</i> y con <i>Tissu non Tissé</i>.
9 g/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad adecuada • Manipulación cómoda • Aplicación controlada • Humectación e impregnación excesivamente reducida, nula con estrato intermedio, tanto con <i>Japón</i> como con <i>Tissu non Tissé</i>
10 g / 100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad excesiva • Costosa manipulación • Costosa aplicación • No produce humectación en ninguno de los caso
15 g / 100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Viscosidad excesiva • Costosa manipulación • Costosa aplicación • No produce humectación en ninguno de los casos

1 Véase Anexo pp 8- 9, imagenes 25, 29 y 33.

A continuación se muestra una tabla en la que se comparan las mezclas de Klucel G en Etanol aplicadas directamente o con estrato intermedio.

Tabla 6. Parámetros característicos de las aplicaciones de Klucel G® en agua			
Klucel G® + Etanol			
5g/100ml	Viscosidad: Buena Manipulación: Muy buena		
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Media, buena	Media, buena	Menor anteriores media, buena
SECADO	Rápido (3 horas aprox.)	Rápido (3 horas aprox.)	Rápido (3 horas aprox.)
9g/100ml	Viscosidad: Media, buena Manipulación: Media, buena		
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Media	No humecta	No humecta
SECADO	Rápido (3 horas aprox.)	Rápido (3 horas aprox.)	Rápido (3 horas aprox.)
10g/100ml	Viscosidad: Alta Manipulación: Difícil		
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	No humecta	No humecta	No humecta
SECADO	Rápido (3 horas aprox.)	Rápido (3 horas aprox.)	Rápido (3 horas aprox.)
15g/100ml	Viscosidad: Excesivamente alta Manipulación: Mala		
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	No humecta	No humecta	No humecta
SECADO	Rápido (3 horas aprox.)	Rápido (3 horas aprox.)	Rápido (3 horas aprox.)

•Agar- agar + H2O

En general estas tres mezclas dieron como resultado una placa de gelatina autoportante transparente. Los parámetros de humectación e impregnación aumentaron a menores proporciones. El tiempo de secado estaba determinado especialmente por el grosor de la placa.

A continuación se muestra una tabla con los resultados obtenidos y otra con los parámetros característicos de cada proporción.¹

¹ Véase Anexo pp 8- 9, imágenes 26, 27, 30, 31, 34, y 35.

Tabla 7. Resultados aplicaciones Agar-agar en etanol

0,625 g/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Proporción menos densa • Muy flexible • Buena adaptación a la superficie • Humectación e impregnación excesiva en las tres opciones • Mojado excesivo del sustrato
1 g/100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Mismos resultados que la proporción anterior • Mojado excesivo
1,5 g / 100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Menor grado de humectación que en mezclas anteriores • Mojado excesivo
2 g / 100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la humectación • Humectación bastante controlada con ambos estratos intermedios
3 g / 100 ml	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados similares a la proporción anterior • Grado de humectación menor • Humectación controlada aplicado directamente y con Japón • Con Tissu non Tissé no se produjo humectación, aunque el sustrato se encontraba húmedo al tacto.

Tabla 8. Parámetros característicos de las aplicaciones de KAgar-agar en agua

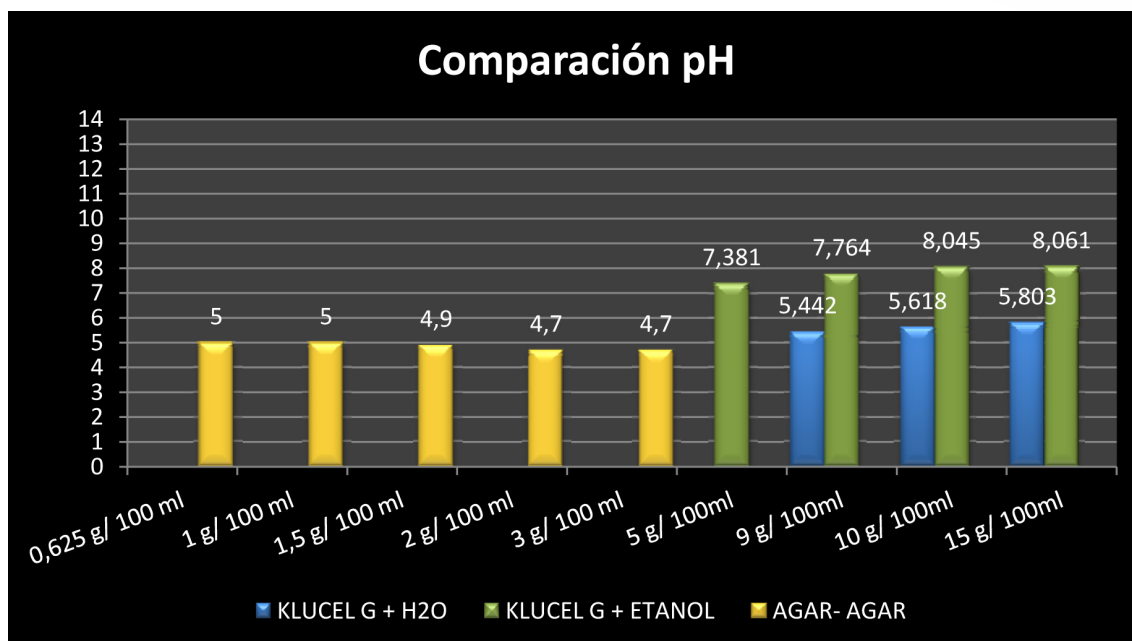
Agar-agar + Agua			
0,625g/100ml	Viscosidad: Media Manipulación: Media		
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Excesivamente alta	Excesivamente alta	Excesivamente alta
SECADO	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)
1g/100ml	Viscosidad: Media, buena Manipulación: Media, buena		
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Excesivamente alta	Excesivamente alta	Excesivamente alta
SECADO	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)
1,5g/100ml	Viscosidad: Media-Alta, buena Manipulación: Muy buena		
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Altamente excesiva	Altamente excesiva	Excesiva
SECADO	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)
2g/100ml	Viscosidad: Media-Alta, buena Manipulación: Muy buena		
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Excesiva	Media- alta	No humecta
SECADO	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)
3g/100ml	Viscosidad: Media-Alta, buena Manipulación: Muy buena		
	Directo	Japón	Tissu non Tissé
HUMECTACIÓN	Media, buena	Media, menor que directa	No humecta
SECADO	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)	Lento (2-3 días)

II. Medición del pH

La medición del pH de cada una de las mezclas se consideró necesaria para posteriormente comprobar el cambio en éstas tras la inclusión de cada fungicida en las mezclas. De esta manera se obtuvieron unas conclusiones que indican la acidez o alcalinidad de las mezclas. Para ello se utilizó un pHmetro digital que aporta una medición exacta.

Resultados de la medición:

Gráfico 1. Comparación pH con cada espesante y solvente



- El aumento de concentración de Klucel G® produce el aumento del pH, siendo superior en etanol, ya que éste tiene mayor grado de alcalinidad.
- Con las mezclas de Agar- agar, ocurre lo contrario, cuanto mayor es la concentración, mayor acidez.

7.3.3 Valoración de resultados

I. Comportamiento según la viscosidad

Klucel G® en agua

- Las mezclas de Klucel G® en agua en general penetran más y aportan mayor humedad que las mezclas en etanol, debido a su mayor retención, el tiempo de secado es más lento¹ en comparación con etanol, pero no lo suficiente para este tipo de tratamiento, por ello, las aplicaciones directas, quedan adheridas al sustrato, formando un film brillante en la superficie.
- En general manchan más el sustrato y como deducción, podemos decir que esta mayor penetración aumentará la inclusión de residuos en los intersticios del soporte textil.
- El empleo de estrato intermedio reduce la humectación, penetración e impregnación, por lo que su empleo puede ser beneficioso.
- En cuanto a la toxicidad, podemos decir que no se aumenta la toxicidad del conjunto debido a la nula toxicidad del agua.

Por todo ello, se consideraron las mezclas más adecuadas para el tratamiento las de **10 g/ 100 ml** y **15 g/ 100 ml** con estrato intermedio, *Japón* o *Tissu non Tissé*, dependiendo de las variaciones que produzca la agregación del fungicida o principio activo como medio de reducción de la humedad, penetración e impregnación y como método para reducir la inclusión de residuos.

Klucel G® en etanol

- Las principales ventajas son que se convierte en un gel autoportante que facilita la manipulabilidad y el control de su aplicación.
- Debida la baja tensión superficial de etanol, se reduce la penetración permitiendo mayor control del tratamiento, a su vez, esto puede reducir la efectividad del tratamiento.²
- Una ventaja muy importante es que el alcohol Etilico puede aumentar el efecto fungicida del tratamiento, ya que, éste de por sí tiene propiedades antifúngicas.
- Como principales inconvenientes se destaca la rápida evaporación del disolvente que produce un menor rango de tiempo de secado, disminuyendo la posibilidad de prolongación del tiempo de contacto del futuro tratamiento, por ello, las aplicaciones directas, quedan adheridas al sustrato, formando un film brillante en la superficie.
- El empleo de estrato intermedio puede reducir la humectación y penetración

Se consideró la mezcla más adecuada, **5 g/ 100 ml** con estrato intermedio, *Japón* o *Tissu non*

¹ Una posible solución a este problema podría ser comprobar si el tiempo de secado aumenta tapando las mezclas con algún estrato impermeable durante su actuación o utilizarlas con estrato intermedio y cada cierto tiempo realizar una nueva aplicación.

² Sería necesario complementar la investigación con pruebas de eficacia para valorar el tiempo de contacto necesario en el tratamiento.

Tissé, dependiendo de las variaciones por la agregación del fungicida o principio activo.

De esta manera se determinó para ambas mezclas, Klucel G® en agua o en etanol, que la aplicación directa quedaba descartada por la gran cantidad de residuos, por otro lado, al quedar adherido tras el secado se necesitaría una eliminación del producto seco con el disolvente contenido en la mezcla.³ De todos modos se consideró interesante comprobar la aplicación directa para verificar y certificar la inclusión de los residuos.

Agar-agar

- Tienen la ventaja de ser una placa autoportante que facilita el control del tratamiento y su manipulación, permitiendo tiempos de contacto más largos, dependiendo del grosor de la placa, por lo que, no se depende así de un producto que exija de un control por su rápido secado, aunque evidentemente en este tratamiento debe evitarse el tratamiento con tiempos prolongados por los riesgos que entrañan al soporte textil.
- Una vez seco, éste no queda adherido en ninguno de los casos en la superficie, convirtiéndose en un tratamiento reversible, respetuoso e inócuo, sin aportar residuos directos del soporte Agar-agar
- Se destaca su nula toxicidad y bajo coste.
- Como inconvenientes podemos remarcar que solo permite tratamientos de tipo acuoso.

Se consideran las mezclas más adecuadas para el tratamiento las de **2 g/ 100 ml** y **3 g/ 100 ml**. Tanto directo como con estrato intermedio, *Japón* o *Tissu non Tissé*, dependiendo de las variaciones que produzca la agregación del fungicida o principio activo.

II. Medición del pH

En cuanto a los resultados obtenidos en las mediciones de pH, puede decirse que:

- A mayores concentraciones de Klucel G®, se obtiene mayor alcalinidad tanto en agua como en etanol.
- Con etanol se obtienen pH más básicos a los obtenidos con agua.
- Con Agar-agar se obtienen rangos ácidos.
- Se puede considerar que las mezclas en etanol incorporan un pH más aconsejable siempre en concentraciones bajas, ya que se obtiene un rango neutro. Igualmente fue necesario comprobar la variación al incorporar el fungicida, esto se especifica en la fase 2.

³ También debe valorarse la opción de comprobar el aumento de tiempo de secado con el aislamiento de la mezcla con un estrato impermeable

A continuación se muestra una tabla en la que se comparan los parámetros característicos que se obtienen según la mezcla empleada.

Tabla 9. Comparación de parámetros obtenidos				
MEZCLA	VISCOSIDAD	MANIPULABILIDAD	HUMECTACIÓN	SECADO
Klucel G® + H₂O	Más líquidas	Menor control	Buena en proporciones altas con estrato intermedio	Rápido
Klucel G® + etanol	Medio, gel autoportante	Buena	Buena a proporciones bajas con estrato intermedio	Muy Rápido
Agar- agar + H₂O	Más densas, placas autoportantes	Muy buena	Buena a proporciones altas (más bajas en comparación con Klucel G) con y sin estrato intermedio	Lento- muy lento

7.4 FASE 2. INCORPORACIÓN DE FUNGICIDAS

En esta segunda fase se incorporaron los fungicidas en las mezclas gelificadas consideradas más adecuadas, y se realizó el mismo procedimiento sobre papel gris absorbente y se observaron los cambios de viscosidad, humectación, impregnación y pH que aportaron los fungicidas a cada una de las mezclas.

7.4.1 Metodología

Se observaron los cambios que produjo la incorporación de cada fungicida a cada mezcla realizando el mismo tipo de probeta, aplicación del soporte sustentador del fungicida sobre papel gris absorbente de forma directa e interponiendo un estrato intermedio, papel Japón y Tissu non Tissé.

Las condiciones de temperatura y humedad relativa a las que se realizó el ensayo fueron de 21,5°C (+/- 1,2 °C) 50,5% H.R. (+/-4%).

Para lograr que la relación líquido- sólido de cada mezcla permaneciera inalterado y los parámetros de impregnación y humectación fueran comparables a la fase anterior, la proporción de fungicida se incluyó en el porcentaje de solvente de cada mezcla, escogiendo una proporción del 3%,¹ siguiendo la recomendación del fabricante de cada fungicida, en la que se recomiendan concentraciones de entre el 0'5 al 10 % de forma general, se seleccionó una concentración media del 3%.

En el caso de los fungicidas disponibles en polvo o granulado, Ácido bórico y Fungusol®, se realizaron varias disoluciones en ambos solventes, agua y etanol, seleccionando las disoluciones saturadas, obteniendo así el fungicida en fase líquida. Las concentraciones a las que se elaboraron estas pruebas fueron a 0,5 g/ 30 ml, 1 g/ 30 ml y 2g/ 30 ml.

En el caso del Ácido bórico, éste se disuelve sin problema en ambos solventes y la disolución se encuentra saturada en concentración de 2g/ 30 ml tanto en agua como en etanol, de esta manera una vez obtenida la disolución saturada se extrajo la proporción necesaria para incluirla en el soporte.

Fungusol® se mezcla de forma homogénea en un principio, pero, al contener óxido de zinc, prácticamente insoluble en agua² y por lo tanto, tener un peso molecular mayor al de ambos solventes, una vez la mezcla queda en reposo, la carga tiende a separarse del solvente y se posa en el fondo del envase. Por ello fue necesario el uso de un agitador magnético que mantuviera la mezcla en movimiento permitiendo que las partículas de Fungusol® estuvieran repartidas en el momento de la inclusión del fungicida en el soporte.

1 Sería necesario complementar la investigación con pruebas de eficacia para valorar la concentración requerida en cada caso.

2 Oxido de zinc - Ficha técnica, consulta en línea 28/ 2/ 2012, <http://www.azsa.es>

A continuación se muestra una tabla en la que se muestran las proporciones empleadas

Tabla 10. Proporciones Fase 2.		
PROPORCIONES		
Klucel G® + H ₂ O + Fungicida	Klucel G® + Alcohol Etilico + Fungicida	Agar- agar + H ₂ O + Fungicida
10 g / 97 ml / 3 ml	5 g / 97 ml / 3 ml	2 g/ 97 ml/ 3 ml
15 g / 97 ml / 3 ml	-	3 g/ 97 ml/ 3ml

7. 4. 2 Resultados

I. Pruebas de viscosidad¹

Neo-desogen®

- En general la incorporación de este fungicida fluidificó un poco todas las mezclas provocando un mayor grado de humectación e impregnación. Por ello, en el caso de las mezclas de Klucel G® en agua, se optó por seleccionar la más densa, 15 g/ 100 ml optando a su vez por el uso del papel *Tissu non Tissé* que permite mayor control de la humectación e impregnación.
- La mezcla de Klucel G® en etanol de 5 g/ 100 ml se consideró apropiada también con el uso de *Tissu non Tissé* teniendo un comportamiento similar a la mezcla de Klucel G® en agua.
- Con las mezclas de Agar- agar, este aumento de fluidez fue beneficioso ya que, las mezclas de 2 g/ 100 ml y 3 g/ 100 ml con *Tissu non Tissé* que no humectaban sin la incorporación del fungicida, humectaron de forma controlada con su incorporación y aumento de fluidez. De esta manera, ambas concentraciones se consideraron apropiadas con este papel.
- Una semana después de la aplicación, se observó un color rosado en la superficie del papel gris absorbente producido únicamente en las mezclas acuosas de Klucel G® y Agar- agar, con este último, no se han producido con el uso del papel *Tissu non Tissé*.
- En el caso de la mezcla de Klucel G® en etanol no produjo este manchado rosado. Por lo que, se dedujo que posiblemente Neo- desogen® pudo reaccionar químicamente con Klucel G® en agua o con el papel gris absorbente.

Biotín T®

- La incorporación de este fungicida fluidificó todas las mezclas, bastante más que con el anterior fungicida, provocando una mayor humectación e impregnación. Por ello, se decidió seleccionar la mezcla de Klucel G® en agua más densa, **15 g/ 100 ml** con papel *Tissu non Tissé*.
- La mezcla de Klucel G® en etanol de 5 g/ 100 ml se consideró apropiada también con el uso de *Tissu non Tissé*.

¹ Véase Anexo, pp 11 a 16.

- En el caso de las mezclas de Agar- agar se consideraron apropiadas ambas con *Tissu non Tissé*.
- Todavía en estado húmedo, con las mezclas de Agar- agar, tras aproximadamente hora y media se produjeron manchas en la superficie del papel. Tras una semana, se observó el color rosado muy intenso en la superficie del papel gris absorbente, sobre todo y con más intensidad en las mezclas acuosas, en el caso de las de etanol, el color es más suave y anaranjado. En este caso podemos pensar que podría ser debido a que la concentración es excesiva, aunque el fabricante recomienda una concentración del 1 al 3%. Por otro lado, también podría deberse a una reacción química con el solvente, los espesantes utilizados o debido a la composición del papel gris absorbente.
- Debido a la intensidad de estas manchas, este fungicida quedaría descartado o se tendría en cuenta la posibilidad de bajar la concentración, para comprobar si varía la intensidad del manchado, de todos modos, se consideró necesario comprobar como funciona en caso real ante un soporte textil y en condiciones de biodeterioro.

Biotín R®

- La incorporación de este fungicida solo pudo realizarse en la mezcla de Klucel G® en etanol debido a su solubilidad. Con su incorporación se produjo algo más de fluidez, aunque no cambió la viscosidad de la mezcla de manera sustancial. Se consideró apropiado también en este caso utilizar papel *Tissu non Tissé*.
- En este caso, el residuo tiene mayor flexibilidad facilitando de alguna manera el despegado del papel de la superficie del sustrato en comparación al resto de mezclas que no se observaron cambios en este sentido.
- Tras una semana, también se observa un color rosado muy suave.

Fungusol®

- Su incorporación también cambió la viscosidad de las mezclas, produciéndose algo más de fluidez, pero de menor grado que en los anteriores.
- Del mismo modo que en los casos anteriores, de las mezclas de Klucel G® en agua, la más apropiada fue de mayor viscosidad, 15 g/ 100 ml optando a su vez por el uso del papel *Tissu non Tissé* que permitía mayor control de la humectación e impregnación.
- La mezcla de Klucel G® en etanol de 5 g/ 100 ml se consideró apropiada también con el uso de *Tissu non Tissé*.
- En cuanto a las mezclas de Agar- agar, se consideró adecuada, la concentración de de 2 g/ 100 ml con papel *Tissu non Tissé*.

- Al igual que con el ácido bórico, tras una semana se observó una ligera coloración rosácea únicamente en la mezcla no acuosa, Klucel G® en etanol.

Ácido bórico

- Su incorporación cambió la viscosidad, se apreció algo más de fluidez que benefició, a las mezclas de Agar- agar, aunque en este caso, la concentración de 2 g/ 100 ml humectaba en exceso y la de 3 g/ 100 ml no humectó lo suficiente, por ello se llevó a cabo una prueba con la concentración de 2 g/ 100 interponiendo dos papeles de Tissu non Tissé, el resultado fue efectivo, se disminuyó el exceso de humectación e impregnación.
- Del mismo modo que en los casos anteriores, de las mezclas de Klucel G® en agua, la más apropiada era la de mayor viscosidad, 15 g/ 100 ml optando a su vez por el uso del papel Tissu non Tissé que permitía mayor control de la humectación e impregnación.
- La mezcla de Klucel G® en etanol de 5 g/ 100 ml se consideró apropiada también con el uso de Tissu non Tissé.
- Tras una semana se percibió una ligera coloración rosácea únicamente en la mezcla no acuosa, Klucel G® en etanol.

A continuación se expone una tabla en la que se marcan las mezclas seleccionadas como más apropiadas tras la observación de su comportamiento. Destacamos que aunque en algunas de las aplicaciones se obtuvieron resultados satisfactorios, solo se seleccionaron los resultados positivos comunes para poder realizar la comparativa

Tabla 11. Selección de proporciones

F	Mezcla														
	KA						KE			A					
	KA1			KA2			KE1			A1			A2		
	KA1D	KA1J	KA1T	KA2D	KA2J	KA2T	KE1D	KE1J	KE1T	A1D	A1J	A1T	A2D	A2J	A2T
1	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×
2	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×
3	×	×	×	-	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	×	×	×
4	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×
5	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×
6	×	×	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	×

Tabla 12. Leyend tabla selección de proporciones

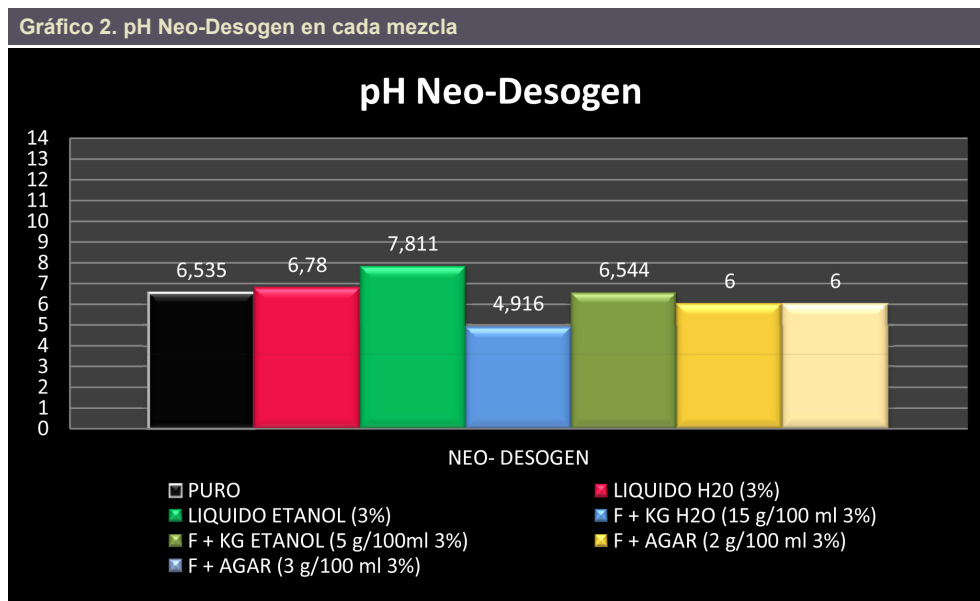
FUNGICIDAS		Mezclas		
1	Neo-Desogen	KA: Klucel + H2O	1: Viscosidad 1, 10 g/ 100 ml	D: Directo
2	Biotín T		2: Viscosidad 2, 15 g/ 100 ml	J: Japón T: Tissu non Tissé
3	Biotín R	KE: Klucel + Etanol	1: Viscosidad 1, 5 g/ 100 ml	D: Directo
4	Fungusol			J: Japón T: Tissu non Tissé
5	Ácido bórico	A: Agar- agar	1: Viscosidad 1, 10 g/ 100 ml	D: Directo
			2: Viscosidad 2, 15 g/ 100 ml	J: Japón T: Tissu non Tissé

II. Medición del pH

Tras la incorporación de los fungicidas se realizaron las mediciones del pH. Además también se midió el pH de los fungicidas en fase líquida en su forma pura, en agua y en etanol. De esta manera se obtuvieron resultados que indican la variación de pH de cada mezcla dependiendo del fungicida y el solvente utilizado.

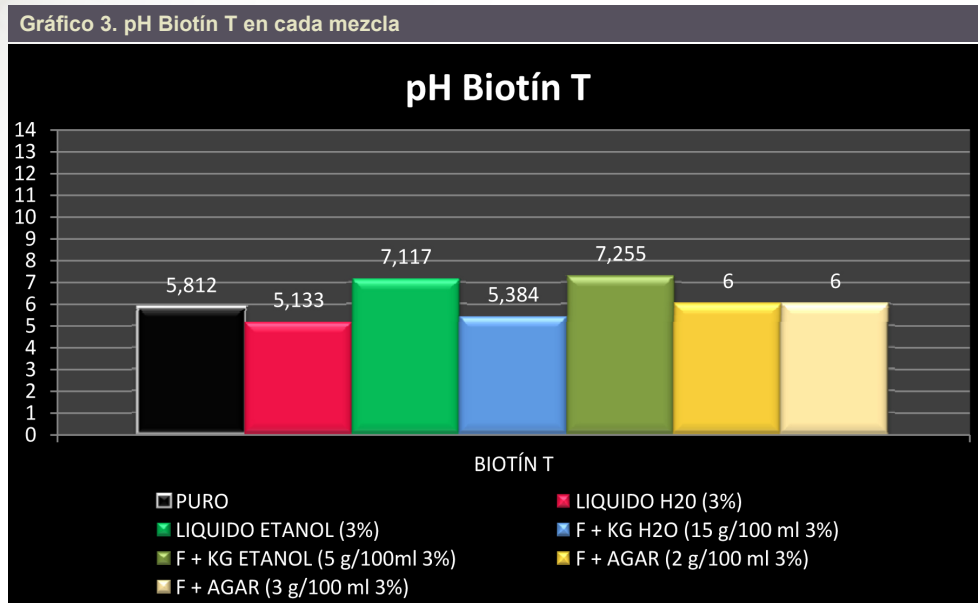
Resultados de la medición:

NEO- DESOGEN



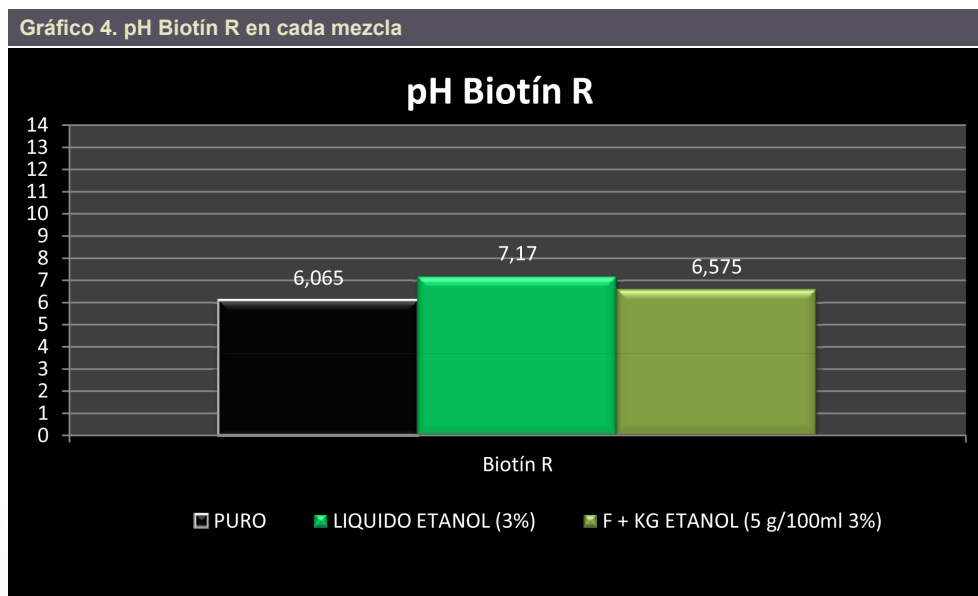
- Como puede observarse en la gráfica, con el empleo de Neo-Desogen®, se produce una disminución del pH de las disoluciones líquidas.
- También se produce disminución en las mezclas gelificadas con Klucel G®
- Por el contrario, al incorporarlo en las mezclas de Agar- agar, el pH de la mezcla aumentó produciéndose un pH más elevado.

BIOTÍN T



- Con el empleo de Biotín T®, se produce una disminución del pH de las disoluciones líquidas, mayor que con el anterior fungicida
- En las mezclas gelificadas con Klucel G®, también se produce disminución.
- La incorporación en las mezclas de Agar- agar, produjo un aumento del pH.

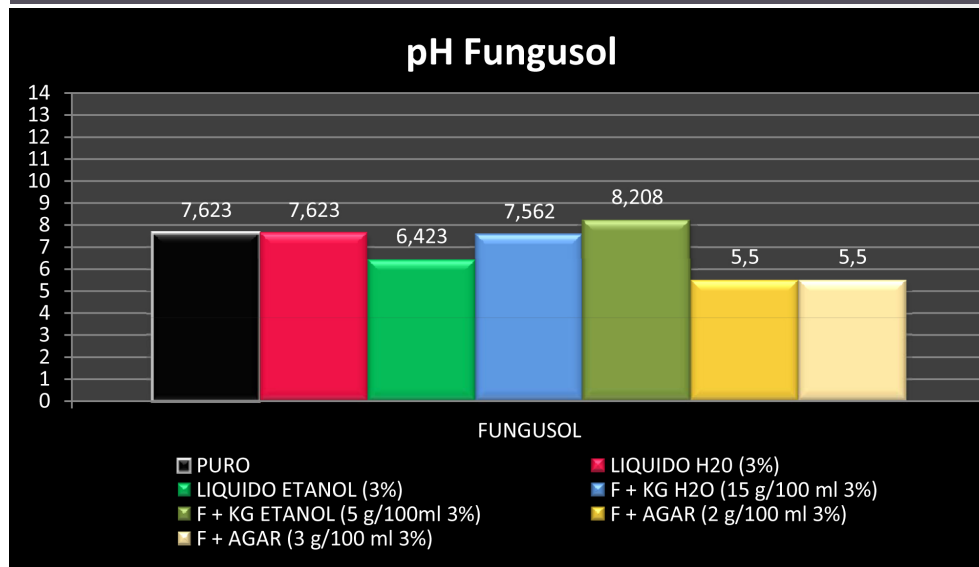
BIOTÍN R



- Como puede observarse en la gráfica, con el empleo de Biotín R®, se produce una disminución del pH de las disoluciones líquidas.
- También se produce disminución en las mezclas gelificadas con Klucel G®

FUNGUSOL

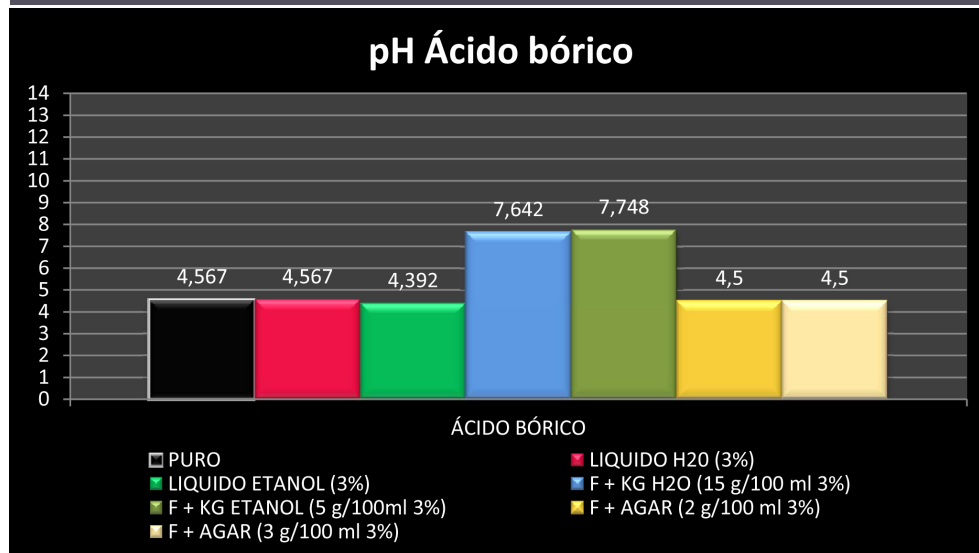
Gráfico 5. pH Fungusol en cada mezcla



- La disolución acuosa aumenta levemente, la de etanol disminuye
- En las mezclas gelificadas con Klucel G®, se produce disminución con etanol y mantenimiento en las acuosas.
- Con Agar- agar, produjo un leve aumento, menor que con los anteriores fungicidas

ÁCIDO BÓRICO

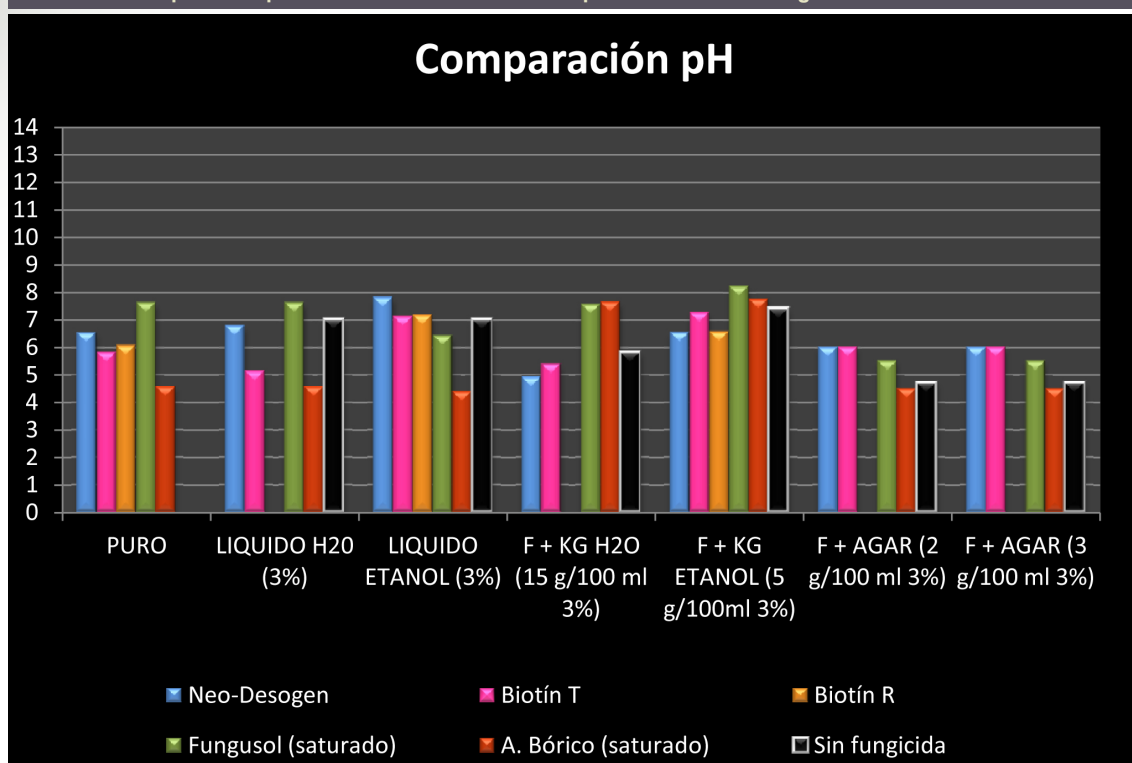
Gráfico 6. pH Ácido bórico en cada mezcla



- Diminución muy considerable del pH de las disoluciones produciendo gran acidez..
- Con Klucel G®, en cambio se produce un mantenimiento del pH
- Con Agar- agar, también produjo mantenimiento del pH.

Comparación de todas las mezclas con cada uno de los fungicidas

Gráfico 7. Comparación pH de cada mezcla con la incorporación de cada fungicida.



Con referencia al gráfico, puede establecerse que, teniendo en cuenta el pH:

- Las disolución acuosas más aconsejables serían Neo- Desogen® y Fungusol® ya que se mantienen en un rango de entre 6,5 y 7,5.
- En disolución en etanol, todas excepto Ácido bórico mantienen un pH aconsejable de entre 6,4 y 7,8.
- Con el empleo de Klucel G en agua, Fungusol® y Ácido bórico mantienen un rango de aproximadamente 7,5, mientras que Neo- Desogen® y Biotín T® mantienen un pH más ácido de entre 4,9 y 5,3.
- Con Klucel G en Etanol, prácticamente todos obtienen un rango de pH aceptable de entre 6,5 y 8, 2, siendo Fungusol® el más básico.
- Con el empleo de Agar- agar, en general se obtienen rangos más ácidos, obteniendo un rango máximo de 6 con Neo- Desogen® y Biotín T®, un rango medio de 5,5 con Fungusol® y un rango más ácido de 4,5 con Ácido bórico.

7.4.3 Valoración de resultados

I. Comportamiento según la viscosidad

Como valoración de los resultados obtenidos de esta segunda fase, podemos decir que:

- En general la incorporación de los fungicidas al medio aporta cierta fluidez, dependiendo del fungicida incorporado.
- Los fungicidas que más fluidificaron las mezclas son Biotín T® y Neo-desogen® debido a que contienen en su composición una Sal de Amonio Cuaternario, tensoactivo catiónico que rompe la tensión superficial de la mezcla a la que acompaña. Biotín R® también fluidificó, aunque con menos intensidad, por contener en su composición un porcentaje de etanol.
- Los fungicidas que menos fluidificaron las mezclas fueron Fungusol® , Ácido bórico.
- En general todos los fungicidas disponibles en fase líquida utilizados reaccionaron químicamente con mayor fuerza con las mezclas acuosas generando un color rosado. En el caso de Biotín T® el color fue bastante intenso.
- De forma general los fungicidas disponibles en polvo empleados, reaccionaron con las mezclas de etanol, generando un color rosado.
- Es probable que esta reacción química estuviera relacionada con el uso de espesantes, Klucel G® y Agar- agar, e incluso con el papel absorbente utilizado.
- En lo referente al tiempo de secado, éste no cambió significativamente. Se deduce que el rango de secado va a depender de la viscosidad de la mezcla en el caso de las mezclas de Klucel G®. En el caso de las de Agar- agar, del grosor de la placa en mayor medida.

II. Medición del pH

En cuanto a la variación del pH podemos decir que:

- Neo- Desogen® obtuvo rangos estables de entre 6 y 7,8 en todas las mezclas, exceptuando la mezcla de Klucel G® en agua en la que adquirió un pH más ácido de 4,9.
- Biotín T® proporcionó rangos estables de entre 6 y 7,2 exceptuando las mezclas que incorporan agua, tanto en disolución como espesadas con Klucel G® , en las que obtuvo rangos más ácidos de 5,1 y 5,3 respectivamente.
- Biotín R® adquirió rangos estables de entre 6,5 y 7,1.
- Fungusol® , en general produjo rangos neutros de entre 6,4 y 8,2, exceptuando los obtenidos con el empleo de Agar- agar, más ácidos de alrededor de 5,5.
- Ácido bórico en general proporcionó rangos muy ácidos de entre 4,3 y 4,56, exceptuando las mezclas espesadas con Klucel G en las que obtuvo pH de 7,6 y 7,7.

7.5 FASE 3. APLICACIÓN REAL EN LIENZOS INFECTADOS

En esta fase experimental se lleva a cabo la aplicación del tratamiento fungicida sobre lienzos infectados por hongos con las diversas metodologías de aplicabilidad.

Se analiza el comportamiento del soporte textil con cada metodología de aplicación y se comprueba la aparición de residuos procedentes del medio o de los fungicidas en polvo, para poder establecer las ventajas e inconvenientes de las diferentes metodologías de aplicación.

Además se comprueba la variación de pH en las fibras textiles inducida por cada combinación de metodología y fungicida y se realiza una comparación de forma aproximada de la eficacia del tratamiento con cada combinación.

7.5.1 Metodología

Esta fase experimental se realizó sobre lienzos infectados de características similares aplicando las mezclas fungicidas en áreas de 9 cm². El tratamiento se realizó durante tres horas, establecidas tras la comprobación del rango de secado de las mezclas espesadas con Klucel G®, que tras 4 horas quedaban secas. Estableciendo un rango temporal equitativo para que los resultados fueran comparables. Tras la aplicación y la espera del tiempo de actuación programado, se eliminaron las mezclas gelificadas y las aplicaciones en polvo.

La aplicación se realizó de forma directa ya que se consideró interesante observar como interactúa cada mezcla con las fibras textiles, y además con estrato intermedio, *Tissu non Tissé* como forma de reducción de humectación y de inclusión de residuos.

Es necesario destacar que además de las mezclas seleccionadas en las fases anteriores, también se realizaron pruebas de los fungicidas disponibles en fase líquida, disueltos igualmente al 3% tanto en agua como en etanol, como es su empleo habitual. Igualmente los disponibles en fase sólida también fueron empleados en polvo y disueltos en una disolución saturada del compuesto, incorporando un 3% de la solución en agua y en etanol.

Las condiciones de temperatura y humedad relativa a las que se realizó el ensayo fueron de 24°C y 55 % HR

La humectación, penetración, difusión e impregnación de las fibras textiles y la reacción de éstas se observaba directamente con el control y revisión del tratamiento durante el proceso.

La apreciación de residuos se divisó mediante una lupa binocular con cámara acoplada, con la que se realizaron fotografías a diferentes aumentos (en un rango de 10x a 80x) de los residuos que podían apreciarse.

La medición del pH sobre el tejido se realizaron con tiras medidoras de pH, humectando las fibras textiles con agua destilada. Tanto de una zona no tratada de cada lienzo, como de las zonas tratadas, para de esta forma, comparar los cambios de pH producidos con la incorporación de las mezclas.

Para la comprobación aproximativa de la eficacia se realizó un seguimiento fotográfico con macrofotografías generales de las probetas infectadas, además de una microfotografía con la lupa binocular de una zona infectada de cada probeta. Por otro lado se hace un recuento aproximativo de unidades formadoras de colonias de cada probeta en papel acetato, este procedimiento nos aporta un acercamiento numérico como parámetro aproximativo para establecer una comparación en porcentaje.

En ambos casos el procedimiento se realizó tres veces, antes del tratamiento, tras la aplicación de la mezcla y tras la aspiración. De esta forma, se pudieron observar los cambios producidos por comparación de imágenes de las zonas afectadas y tratadas.

Tabla 13. Aplicación y retirado del tratamiento

METODOLOGÍA	APLICACIÓN	RETIRADO
Fase líquida	Aplicación a pincel	No se realiza ningún tipo de intervención posterior.
Polvo	Aplicación con espátula a modo de deposición	Aspiración con aspirador industrial
Fase gelificada	Aplicación a pincel y/o espátula	-Eliminación con hisopo en seco -Lavado superficial con el disolvente incorporado en la mezcla.
Soporte Agar-agar	Aplicación manual	No se realiza ningún tipo de intervención posterior.

A continuación se realiza la descripción de las muestras de ensayo empleadas en la experimentación, se hace referencia a las características técnicas de éstas, así como a su estado de conservación en lo que se refiere a contaminación microbiológica.

Descripción de las muestras de ensayo

Se dispone de siete piezas de pintura sobre tela, algunas de ellas constituyen en sí una obra completa, otras son fragmentos de diferentes lienzos.

Debemos destacar que para realizar los ensayos, se seleccionaron fragmentos en condiciones similares, teniendo en cuenta que todas debían poseer estratos pictóricos, realizando el tratamiento por el reverso del lienzo.

Aspectos técnicos de las muestras de ensayo

Se trata de lienzos o fragmentos de ellos, de loneta de algodón de fabricación industrial, con ligamento tafetán simple y una densidad similar, exceptuando el lienzo nº 6 que es un soporte

más fino y más denso que el resto. Todas ellas comprenden un estrato pictórico al óleo con preparación blanca, tradicional, exceptuando nuevamente el lienzo nº 6 que se compone de pintura acrílica y látex más pigmento. A continuación se expone una tabla con los datos más relevantes de cada uno de los lienzos. (Véase Anexo pp 2,3 y 4)

Tabla 14. Aspectos técnicos de las muestras de ensayo

LIENZO N°	TEJIDO	LIGAMENTO	MEDIDAS	TÉC. PICTÓRICA	DENSIDAD
1	Loneta algodón	Tafetán simple	25 x 10,5 cm	Óleo + prep. blanca	210 h. por cm2
2	Loneta algodón	Tafetán simple	24 x 31 cm	Óleo + prep. blanca	180 h. por cm2
3	Loneta algodón	Tafetán simple	21 x 7 cm	Óleo + prep. blanca	195 h. por cm2
4	Loneta algodón	Tafetán simple	57 x 14 cm	Óleo + prep. blanca	210 h. por cm2
5	Loneta algodón	Tafetán simple	13 x 10 cm	Óleo + prep. blanca	210 h. por cm2
6	Algodón	Tafetán simple	80 x 48 cm	Acrílico y látex + pig.	675 h. por cm2
7	Loneta algodón	Tafetán simple	89 x 69 cm	Óleo + prep. blanca	208 h. por cm2

Contaminación microbiológica de las muestras de ensayo

Se encuentran en un estado avanzado de contaminación microbiológica que afecta tanto al reverso como al anverso de los lienzos.

No se realizaron ensayos de cultivo para cualificar y cuantificar de forma exacta el tipo de microorganismos que se encuentran biodegradando los lienzos, ya que, lo importante en este trabajo de investigación no es seleccionar el fungicida adecuado en cuanto al tipo de microorganismo, sino en valorar la aplicabilidad de éstos. Intentamos seleccionar la aplicación metodológica más inocua y más adecuada, comparando los efectos que producen sobre los lienzos y a su vez se tiene en cuenta la más efectiva sobre los microorganismos.¹

Por ello, la identificación aproximativa de microorganismos se realiza por anatomía comparada, mediante la observación directa y por medio de la lupa binocular, identificando de esta forma, en función del tamaño, la forma y el color, los posibles tipos de microorganismos presentes.

Con todo ello, teniendo en cuenta la bibliografía relacionada con el tema en cuestión, las opciones se reducen a un listado de tipologías de hongos más frecuentes que atacan a la pintura sobre lienzo. Este listado facilita bastante la identificación ya que las posibilidades quedan más acotadas.

En general todas las telas sufrían un ataque microbiológico considerado como una biopátina² en la que conviven diferentes microorganismos. Como elemento común en todas ellas estaba

¹ Se realiza una comprobación de la eficacia aproximativa, teniendo en cuenta la evolución de la cepa de cada probeta en el tratamiento, proceso registrado por documentación fotográfica.

² Biopátina, ecosistema microbiano organizado, conformado por uno o varios microorganismos asociados a una superficie viva o inerte, con características funcionales y estructuras complejas. PERAZA ZURITA, Y., 2004, *Biodeterioro por microalgas en fuentes de mármol: Descripción y formas de alteración relacionadas, propuesta de material de intervención. Interacciones entre microalgas y sustrato: Estudio de superficies*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, consulta en línea, 12/4/2012 <http://www.alhambra-patronato.es/ria/bitstream/handle/10514/113/Biodeterioro%20por%20microalgas%20en%20fuentes%20de%20marmol.pdf?sequence=3>

la presencia de un hongo negro en avanzado estado de crecimiento, siendo el más numeroso.

Por medio de la lupa binocular, con la que se obtienen un rango de 10x a 80x, se observó la morfología del cuerpo fructífero del hongo, poseía un gran tamaño, tratándose de esferas ovoides huecas en las que se generan y acumulan en su interior las esporas. El color de las hifas fúngicas era negro.

A simple vista, el hongo negro, podía parecer un ataque fúngico típico de *Aspergillus Níger* por la pigmentación negruzca, considerando a éste como uno de los hongos negros más comunes que atacan a la pintura sobre lienzo.³

Pero contrariamente, al realizar la observación a través de la lupa, se observaron dos datos anatómicos identificativos que no correspondían con *Aspergillus Níger*, por un lado, el cuerpo fructífero del hongo poseía un tamaño muy superior al habitual en esta especie, además la morfología del cuerpo fructífero era diferente. Otro dato identificativo que no correspondía, era el color de las hifas fúngicas, que eran negras en lugar de blancas.⁴

• Mezclas y proporciones

A continuación se exponen las mezclas empleadas en los ensayos.

	NEO-DES.	BIOTÍN T	BIOTÍN R	FUNGUSOL	ÁCIDO BÓRICO
POLVO	-	-	-	Aleatorio	Aleatorio
H ₂ O	3ml/ 97ml	3ml/ 97ml	-	3ml/ 97ml/ 3ml	3ml/ 97ml/ 3ml
ETANOL	3ml/ 97ml	3ml/ 97ml	3ml/ 97ml	3ml/ 97ml/ 3ml	3ml/ 97ml/ 3ml
KLUCEL G + H ₂ O	15g/97ml/3ml	15g/97ml/3ml	-	15g/97ml/3ml	15g/97ml/3ml
KLUCEL G + ETANOL	5g/97ml/3ml	5g/97ml/3ml	5g/97ml/3ml	g/97ml/3ml	g/97ml/3ml
AGAR-AGAR	2g/97ml/3ml	2g/97ml/3ml	-	2g/97ml/3ml	2g/97ml/3ml

7.5.2 Resultados en cuanto al tipo de metodología de aplicación

En este apartado hacemos referencia a los datos obtenidos relacionados con el medio de la aplicación, los resultados referentes al fungicida empleado serán descritos en el apartado siguiente. Hay que señalar que antes de la aplicación no se realizó aspiración previa, procedimiento habitual, para de esta forma, obtener valores más identificables.

3 Véase Anexo pp 4, 5 y 6

4 Véase Anexo pp 6 y 7.

I. Mezclas en fase líquida

Tabla 16. Resultado de la metodología en fase líquida

HUMECTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor humectación, mojado excesivo del soporte textil, ya que se produce de forma rápida y precipitada, con una aplicación de menor control, el líquido se expande por las fibras textiles por capilaridad y absorción. • Agua: tensión superficial mayor, por ello, menor humectación y mayor difusión y penetración. • Etanol: menor tensión superficial, por ello, humectación mayor, difusión y penetración menor. • Disolución acuosa: produce mayor permanencia de la humedad en las fibras textiles (unas dos horas) • Etanol: por su rápida capacidad de evaporación, tiempo de humectación reducido casi a un total de una hora.
PENETRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Alta penetración de la disolución en el grosor del soporte textil • Líquido que se difunde de forma rápida y poco controlada • Riesgo de atravesar al anverso. • Penetración mayor con las disoluciones acuosas.
IMPREGNACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • De forma completa y general • Absorción del líquido por las fibras textiles
REACCIÓN DEL SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Oscurecimiento mientras su estado es húmedo. • Mayores movimientos del soporte y reblandecimiento de la capa pictórica en el caso de la mezcla acuosa <ul style="list-style-type: none"> • Riesgos según la técnica pictórica, la naturaleza del soporte textil y estado de conservación de la obra.¹
ESTADO DEL SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas y cercos más o menos prominentes según el soporte textil se encuentre más o menos sucio. Por lo que aparentemente la apariencia del tejido se ve afectada sutilmente. • No se aprecian cambios en las propiedades físicas, no adquiere rigidez.
RESIDUOS DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • No se aprecian residuos a simple vista procedentes del disolvente utilizado agua o etanol, • Los residuos dependen de la capacidad de evaporación/ retención del disolvente.²
pH DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada incorpora un pH 7, por lo que es neutra. • Etanol tiene un pH básico. • El pH variará en función del fungicida empleado.
TOXICIDAD DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada nula toxicidad. • Etanol toxicidad media, por lo tanto aumentará la toxicidad del conjunto.
EFICACIA DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada eficacia por la alta penetración y forma de impregnación • Alcohol Etilico tiene propiedades antifúngicas produce desnaturalización de las proteínas del microorganismo.³

1 También hay que tener en cuenta que la mayor parte de los soportes en pintura sobre tela son celulósicos y un tratamiento acuoso en fase líquida directo puede repercutir en deformaciones del soporte textil.

2 PÉREZ MARÍN, E. 2009. *Limpieza de superficies pictóricas*. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. UPV, p 6.

La retención es la resistencia de las capas internas del cuerpo impregnado, a dejar escapar el disolvente. Aunque se evapore un porcentaje muy elevado, una pequeña cantidad puede permanecer en la estructura impregnada incluso durante años.

3 Desplaza el agua del interior de sus células dejándolos incapacitados para ejercer su metabolismo. Diluido en agua al 70% es más eficaz debido a que se aumenta la retención, disminuyendo la rapidez de evaporación.

TORTORA, G. J; FUNKE, B.R; CASE, C. L., 2007, *Introducción a la microbiología*. Ed. Médica Panamericana, p201

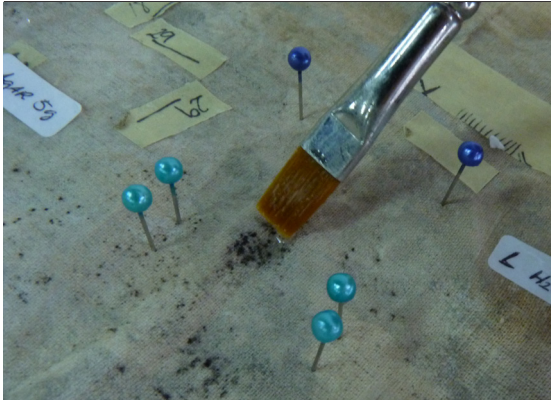


Imagen 1. Aplicación disolución acuosa al 3% Neo-Desogen®.

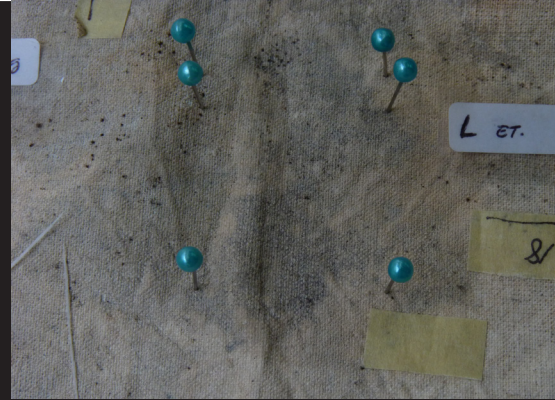


Imagen 2. Estado del soporte tras la aplicación de la disolución en etanol. Se observa el oscurecimiento y mojado de las fibras textiles.



Imagen 3. Aplicación disolución acuosa de Fungusol®. Se observa la alta tensión superficial de líquido.



Imagen 4. Aplicación disolución en etanol de Fungusol®. Se observa el mojado excesivo del soporte textil.



Imagen 5. Aplicación disolución en acuosa de Ácido bórico.

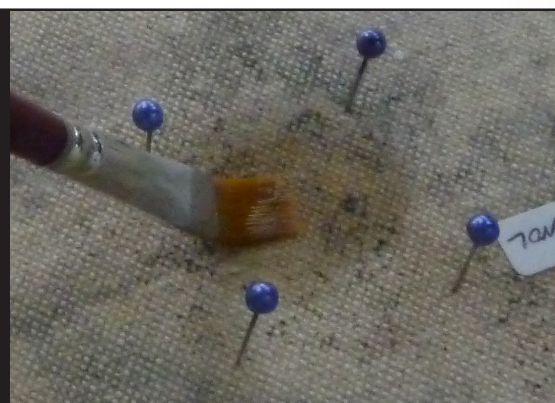


Imagen 6. Aplicación disolución en etanol de Ácido bórico. Se observa la absorción del líquido por las fibras textiles.

II. Mezclas en fase polvo/ granulado

Tabla 17. Resultado de la metodología de aplicación en polvo

HUMECTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> No existe humectación, lo que supone una gran ventaja para los soportes celulósicos.
PENETRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> La mayor o menor penetración reside en función de la granulometría y consistencia del mismo. Fungusol® polvo penetró mucho más en el soporte textil debido a su menor granulometría, es un polvo muy fino que además contiene excipientes por su uso tópico, en concreto, Aerosil, que facilita su adherencia a las fibras textiles. Acido bórico tiene una granulometría alta, por ello, la penetración es menor que en el caso anterior y además no se adhiere como en el caso de Fungusol.
IMPREGNACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> No se produce impregnación, ya que el producto es totalmente sólido, no contiene disolventes ni espesantes que humecten e impregnen las fibras textiles.
REACCIÓN DEL SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> Las fibras textiles no manifestaron ningún tipo de alteración en cuanto a movimientos del soporte ni reblandecimiento de estratos pictóricos, debido a la nula aportación de humedad e impregnación.
ESTADO DEL SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> No se observó aumento de rigidez de la tela. La apariencia del soporte textil una vez retirado el producto era la misma. A excepción de los puntos en los que se acumularon residuos. (Este fue el caso de Fungusol®, con el que se apreciaban residuos blancos adheridos en las fibras textiles a simple vista. Por el contrario, con Ácido Bórico no se produjo este fenómeno, o al menos no a simple vista.)
RESIDUOS DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> No emplean medio para ser aplicados. Los residuos que puedan incluirse en el soporte textil corresponden directamente con el fungicida o principio activo empleado.
pH DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> No emplean medio para ser aplicados. Los cambios de pH producidos en el soporte textil corresponden directamente con el fungicida o principio activo empleado.
TOXICIDAD DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> No emplean medio para ser aplicados. La toxicidad corresponde directamente con el fungicida o principio activo empleado.
EFICACIA DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> Baja efectividad, por la nula impregnación de las fibras textiles Depende de la potencia de acción del fungicida o principio activo empleado y del tiempo de actuación

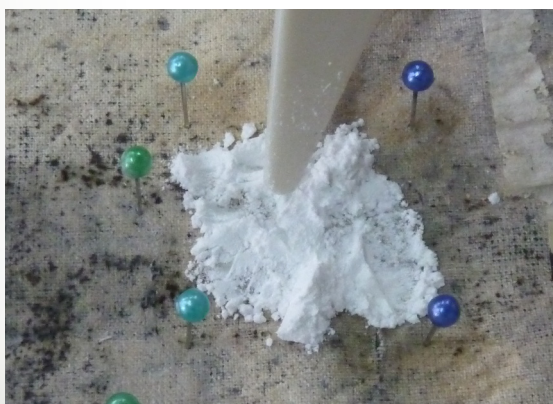


Imagen 7. Aplicación Fungusol® con espátula sobre la superficie del soporte textil.

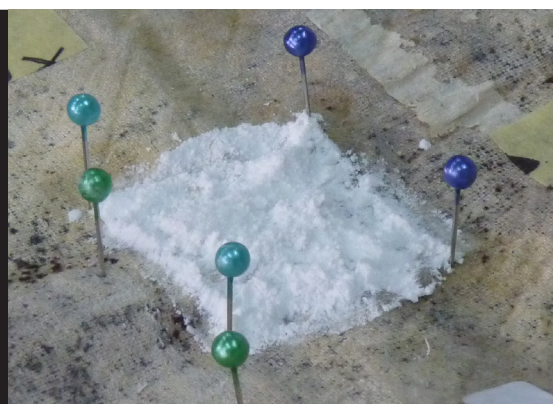


Imagen 8. Como se aprecia en la imagen, la cantidad de Fungusol® es aleatoria, cubriendo el soporte textil.



Imagen 9. Eliminación de Fungusol® tras tres horas de actuación, por medio de aspiración de la zona.



Imagen 10. Como se observa en la imagen, tras la aspiración de Fungusol®, la superficie se encuentra blanquecina por algunas zonas.

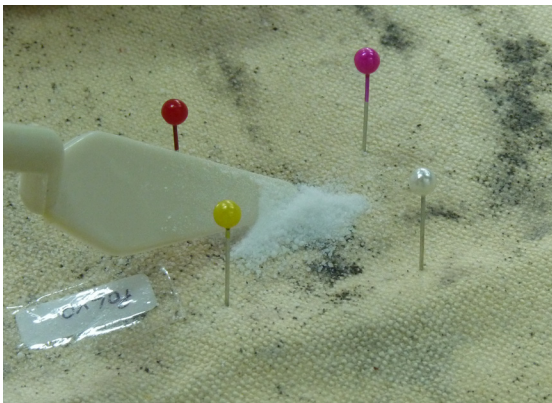


Imagen 11. Aplicación de Ácido bórico por medio de espátula.



Imagen 12. Igualmente que con Fungusol®, con Ácido bórico la cantidad es aleatoria. Se observa la mayor granulometría.

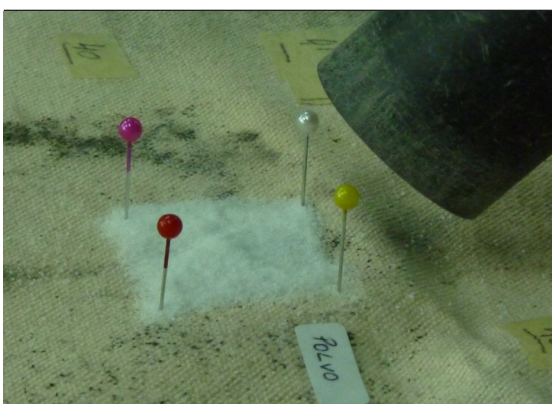


Imagen 13. Eliminación de Ácido bórico por aspiración de la zona tratada.

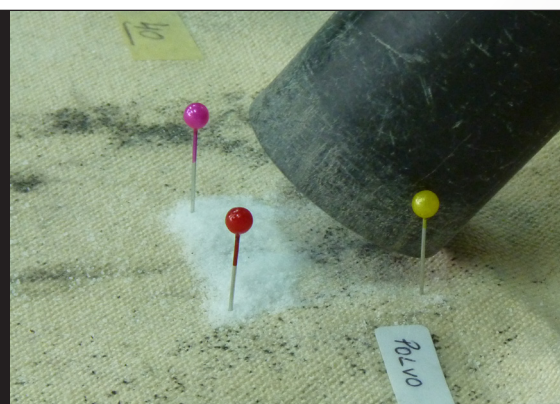


Imagen 14. Estado del soporte tras la aplicación de la disolución en etanol. Se observa el oscurecimiento y mojado de las fibras textiles.

III. Mezclas gelificadas con Klucel G®

Tabla 18. Resultado de la metodología en fase gelificada con Klucel G®

HUMECTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Se reduce, manteniéndose en superficie, evitando el mojado excesivo y riesgos en los estratos pictóricos debido a la viscosidad, que mantuvo el conjunto en suspensión. • Aumento de su control, atenuando la difusión del disolvente y el fungicida o principio activo por las fibras textiles contiguas. • Tiempo de humectación reducido a 3 horas, antes de que la mezcla secase. • Base de etanol: secado más acelerado que las de base acuosa, debido a la rápida capacidad de evaporación del disolvente. • Requieren un retirado en seco y la aplicación posterior de una fase líquida para la eliminación en húmedo por lo que el tratamiento humectó las fibras.
PENETRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de ésta debido a la viscosidad, que mantuvo el disolvente y el fungicida o principio activo en superficie. • Acuosa: mayor difusión y penetración. • Etanol: menor difusión y penetración.
IMPREGNACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Excesiva (en superficie) • Mayor impregnación en las fibras textiles más superficiales. • Impregnación reducida en las zonas más internas del soporte textil, debido a la viscosidad y rápido secado.
REACCIÓN DEL SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Oscurecimiento • No se observaron reacciones negativas de reblandecimiento de la capa pictórica ni movimientos del soporte.
ESTADO DEL SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza excesiva para su eliminación. Dando por hecho que este estudio se orientó a reducir riesgos en la obra, la aplicación de este tratamiento, no resulta apropiada. • Aumento de rigidez debido a la impregnación y acumulación de residuos secos • Aspecto y propiedades diferentes: Oscurecimiento, brillos, aspecto plastificado una vez seco
RESIDUOS DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Acumulación de residuos visibles a simple vista. • Las de base de etanol producen un tipo de residuo seco en las zonas externas, esto complicó su eliminación produciendo un alto contenido de residuos. • Eliminación de parte de la suciedad de la tela y parte de la microflora existente, produciéndose de esta manera, una limpieza de la zona tratada del lienzo.
pH DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Varía en función del empleo de agua o etanol como solvente. • Con agua se obtienen pH ácidos, en la proporción empleada, es de 5,8. • En etanol, rangos neutros con tendencia a la alcalinidad, en este caso, con la proporción empleada es de 7,3. • Tener en cuenta la incorporación del fungicida
TOXICIDAD DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Variará en función del solvente, ya que se considera a Klucel G® como un producto no tóxico.
EFICACIA DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Media, por la viscosidad y rápido secado, se produce un taponamiento de la superficie. • El grado de eficacia puede variar dependiendo de su propia viscosidad, además de la potencia del fungicida, concentración y tiempo de actuación • Se produjo un arrastre de los cuerpos aéreos de los hongos en la eliminación de la mezcla con hisopo. Posible influencia en resultados de eficacia aproximativa.



Imagen 15. Eliminación del gel Klucel G® en agua y Ácido bórico al 3%, en seco con hisopo



Imagen 16. Arrastrado de la suciedad y de la microflora existente en la eliminación del gel.

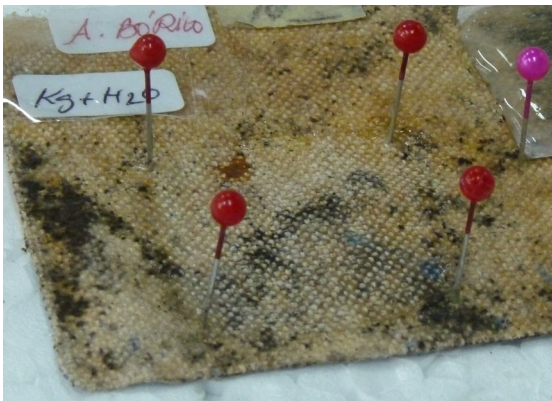


Imagen 17. Fibra textil más limpia tras el retirado de la mezcla en seco y su posterior lavado en húmedo con agua.



Imagen 18. Eliminación de Klucel G® en agua y 3% de Biotín T. La impregnación de las fibras textiles es excesiva en superficie, oscurecimiento de la zona.



Imagen 19. Eliminación de Klucel G® en etanol y Neo-Desogen al 3%, con hisopo en seco y su posterior lavado con etanol.



Imagen 20. Estado del soporte tras la eliminación. El residuo seco quedó acumulado en forma de cerco y la zona central blanquecina, aportando cierta rigidez.

IV. Mezclas en placas sólidas Agar-agar

Tabla 19. Resultado de la metodología con placas sólidas de Agar-agar

HUMECTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la humectación con respecto a los resultados obtenidos en la 2ª fase, <i>selección de viscosidades</i>.¹ • Humectación controlada y paulatina debido a que el soporte de Agar- agar contiene el disolvente, agua, y las fibras textiles fueron absorbiendo la humedad por capilaridad o absorción de forma progresiva. • No impone tiempos de secado, retirado de la placa y secado natural de las fibras.
PENETRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Bastante controlada, se produjo de forma lenta y paulatina.
IMPREGNACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Ocasionada de forma controlada.² • Producida de forma general por absorción y capilaridad. • Su forma de impregnar las fibras textiles se asemejaba más a la de las mezclas en fase líquida que a las gelificadas, en cuanto a la penetración, esto tiene que ver con que el soporte de Agar-agar es una placa autoportante que no se disgrega y que fue desprendiendo agua en fase líquida pero de forma mucho más controlada con respecto a las disoluciones.
REACCIÓN DEL SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • Oscurecimiento mientras el tratamiento seguía activo por la humedad aplicada. • No se observaron reacciones negativas de reblandecimiento de la capa pictórica ni movimientos del soporte.³
ESTADO DEL SOPORTE	<ul style="list-style-type: none"> • No se apreciaron manchas ni cercos de movimiento de suciedad, con excepción del que incluía Biotín T®, con el que se produjo un pequeño cerco, al igual que con fungusol. • Ejerce una acción limpiadora por absorción de suciedad, por lo que las probetas tratadas con este agente presentaron una reducción de la suciedad acumulada de las fibras textiles. • No se apreciaron cambios en cuanto a aumento de rigidez.
RESIDUOS DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • No se aprecian residuos que correspondan con el espesante Agar-agar. • Los residuos dependen del solvente empleado (teniendo en cuenta la retención del agua) y de la permanencia procedente del fungicida o principio activo.
pH DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Agua destilada neutra más Agar- agar, proporciona pH ácidos.
TOXICIDAD DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Nula toxicidad, por un lado el agua no tóxica y por otro lado, Agar- agar de origen natural, no tóxico, por lo que en este caso la toxicidad la incorpora el fungicida.
EFICACIA DEL MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> • Media, pudiendo variar dependiendo de su propia viscosidad, debido la forma en que controla el aporte de agua y limita la difusión y absorción de ésta por los materiales. • La eficacia del medio Agar-agar, depende de establecer el tiempo de actuación necesario y aconsejable del conjunto en la superficie del soporte textil, para lograr la eficacia con un control sobre la humectación y la penetración.



Imagen 21. Agar- agar con Neo-Desogen® al 3%, directo y con estrato intermedio.

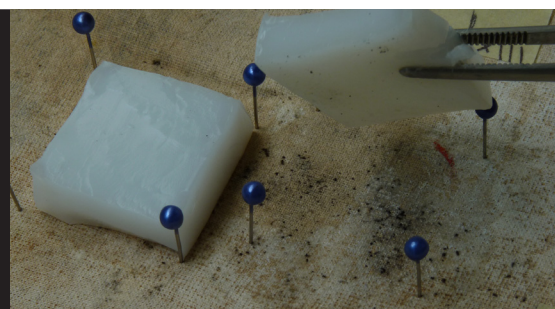


Imagen 22. Estado del soporte tras la eliminación. No se aprecian manchas, el soporte permanece inalterado.

1 Esto estaba relacionado con la absorción de la tela, que era mucho menor que la del papel gris absorbente. Por ello la eficacia del tratamiento podía verse afectada, ya que si el principio activo no penetra, podía no producirse la acción fungicida.

2 Por el contrario, lo que ocurre con las gelificadas es que debido a su viscosidad se produce un taponamiento de la superficie evitando por completo la penetración e impregnación.

3 Hay que tener en cuenta que es un tratamiento acuoso, por lo que, que no se perciban movimientos y reblandecimientos no significa que no los hubiera, aunque se haya conseguido reducirlos.



Imagen 22. Eliminación de Agar- agar con Biotín T® al 3%.



Imagen 23. Estado del soporte tras la eliminación. Aparición de cercos, siendo este el único caso.

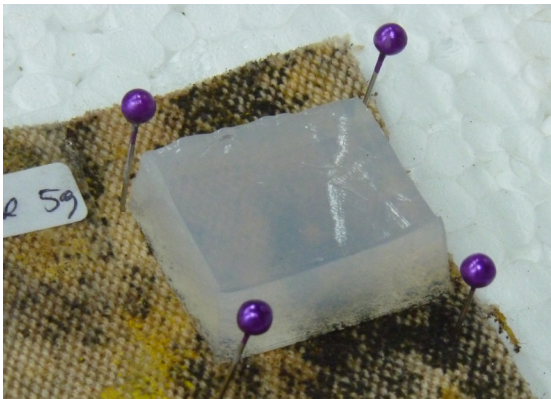


Imagen 24. Agar- agar con Ácido bórico al 3%.



Imagen 25. Estado del soporte tras la eliminación. No se aprecian manchas ni cercos.



Imagen 26. Soporte Agar- agar con un tono amarillento por la absorción de la suciedad de las fibras textiles.

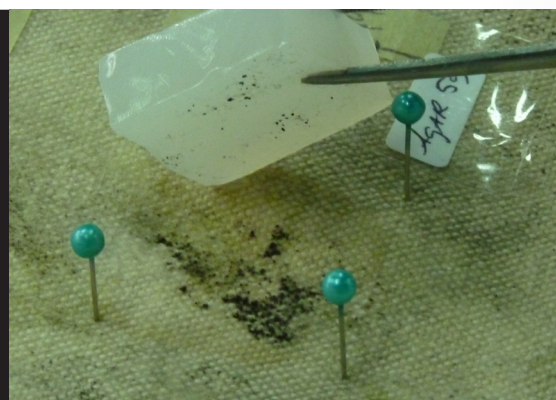


Imagen 27. Estado del soporte tras la eliminación de Agar- agar con Fungusol® al 3%, no se aprecian manchas ni cercos.

7.5.3.1 Valoración de resultados en cuanto al tipo de metodología empleada

Este apartado hace referencia a los resultados más o menos apropiados según la metodología empleada, teniendo en cuenta los parámetros de humectación, penetración, impregnación, reacción y cambios del soporte textil, residuos y eficacia.

De esta manera, en primer lugar se comentan las características de cada metodología y a continuación se señala la metodología más apropiada teniendo en cuenta cada uno de estos parámetros por separado, por ello, destacamos que son resultados y valoraciones parciales, ya que no hablamos de la metodología más apropiada teniendo en cuenta todos los parámetros en acción conjunta.

Tabla 20. Características de las metodologías de aplicación

FASE LÍQUIDA	<ul style="list-style-type: none"> • Modo de actuación por la rápida penetración y difusión del líquido en el soporte textil, impregnando por completo las fibras textiles. • Producen en general una humectación excesiva del soporte, con una elevada y peligrosa penetración y una eficaz impregnación de las fibras textiles. • Generando movimientos del soporte, riesgos de reblandecer los estratos pictóricos y cambios cromáticos del soporte textil. • En cuanto a los residuos, van a depender de la evaporación/ retención del solvente y la persistencia del principio activo.
POLVO	<ul style="list-style-type: none"> • Actúan por contacto directo de la sustancia sólida en gránulos o en polvo sobre la superficie textil, por emisión de vapor tóxico. • No implican la aportación de humedad ni penetración de una fase líquida, por lo que no implican riesgos de movimientos del soporte ni reblandecimiento de estratos. • Los residuos van a depender del principio activo empleado, en este caso, Fungusol® implica la acumulación de una gran cantidad que queda adherida. Con Ácido bórico en cambio no se produce. • La aportación de residuos en polvo suele generar un capa blanquecina que altera estéticamente el soporte.
GELIFICADAS KLUCEL G®	<ul style="list-style-type: none"> • La actuación se produce por la lenta penetración del principio activo junto al solvente impregnando las fibras textiles. • Implican la aportación de humedad y penetración controlada, por lo que disminuyen los riesgos de producir movimientos del soporte y reblandecer estratos. • La impregnación se reduce debido a la alta viscosidad junto al tiempo de secado excesivamente rápido, produciendo un taponado de la superficie, pudiendo reducir la efectividad. • En cuanto a los residuos, es la menos idónea ya que genera una capa de residuo seco brillante y plastificado, que adhiere toda sustancia que halla en la superficie textil. • Implica la eliminación de la mezcla en seco y en húmedo, impregnando con una fase líquida, por lo que se produce una limpieza excesiva de la superficie en su eliminación.
PLACAS AGAR-AGAR	<ul style="list-style-type: none"> • La forma de actuación de esta metodología es a través de la lenta y paulatina penetración del principio activo junto al solvente impregnando las fibras textiles. • Implican la aportación de humedad y penetración muy controlada, disminuyendo así los riesgos de movimientos del soporte y reblandecimiento de estratos. • La impregnación se produce como en el caso de las aplicaciones en disolución, de forma general, pero por absorción lenta y paulatina por parte de las fibras textiles. • En este caso el medio espesante no aporta residuos sólidos directos, por lo que éstos dependen de la persistencia del principio activo disuelto en el conjunto y de la retención del agua. • Se destaca la producción de limpieza por absorción de la suciedad.

- Según el **nivel de humectación**, el tratamiento más inocuo fue evidentemente la aplicación en polvo, ya que ésta no implica la aportación de humedad. En cuanto al resto de mezclas que si entrañan la aportación de humedad, el nivel más adecuado lo aportaba el soporte de Agar- agar, ya que la tela fue absorbiendo la humedad de forma paulatina sin producirse un mojado excesivo.

- Por el **grado de penetración** obtenido, el nivel más adecuado debe ser el que logre hacer llegar el fungicida o principio activo a la totalidad de las fibras textiles para resultar eficaz. Tanto la aplicación con soportes de Agar-agar como la aplicación en fase líquida cumplían con este requisito.

- Según la **impregnación** de las fibras textiles, la más adecuada la produjeron nuevamente las mezclas en fase líquida por la distribución del líquido en las zonas internas del soporte textil y los soportes de Agar- agar debido a que las fibras textiles fueron absorbiendo el producto que penetraba en el interior del tejido progresivamente.

- Con respecto a la **reacción de la tela**, la aplicación más inocua fue la aplicación en polvo debido a la nula aportación de humedad que proporcionó una total seguridad de que el lienzo no iba a sufrir deformaciones, ni reblandecimiento de los estratos. En una fase intermedia de la inocuidad de las restantes mezclas en cuanto a la reacción de la tela podríamos establecer como siguientes más adecuadas tanto los soportes de Agar- agar como las mezclas gelificadas con Klucel G®, que debido a la humectación controlada, las reacciones de lienzo fueron menores que con las líquidas.

- En relación a los **cambios** que se producen en la tela tras el tratamiento, la metodologías más adecuadas son la aplicación con soporte de Agar- agar ya que no rigidificaron el soporte textil ni produjeron manchas en la superficie, exceptuando las producidas por Biotín T® y Fungisol®. Además de que ventajosamente realizaron una acción limpiadora en las fibras textiles.

- En cuanto a los **residuos**, podemos afirmar que la aplicación que menos residuos aportó respecto al medio empleado, fueron los soportes de Agar- agar puesto que el residuo no resulta del uso del espesante, sino que se debe comprobar el residuo del fungicida o principio activo, así como la retención del disolvente en el soporte textil.

Del mismo modo sucedió en la aplicación en fase líquida, los residuos están relacionados con la retención del disolvente utilizado y la durabilidad y persistencia del fungicida o principio activo en las fibras textiles.

- Con relación al **pH**, éste siempre va a ser variado por el fungicida empleado, por lo que la

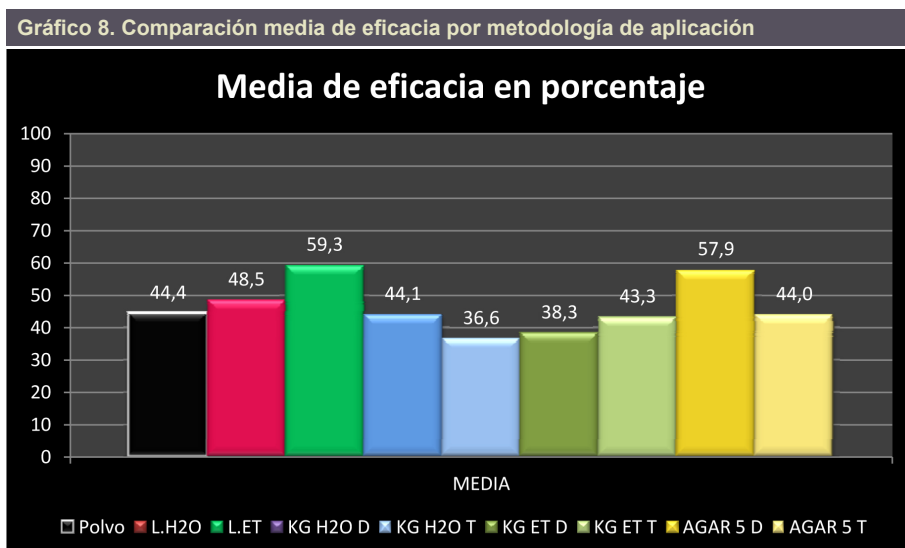
selección del medio más adecuado respecto al pH proporcionado es muy relativo.

- Con respecto a la **toxicidad**, el medio más inocuo, en general son todas las metodologías que empleen el agua como medio en lugar de cualquier otro solvente: etanol. Disolución acuosa, Klucel G® en agua y Agar- agar en agua. Teniendo en cuenta obviamente el incremento de la toxicidad por el empleo del fungicida.

- En cuanto a la **eficacia**, teniendo en cuenta propiedades de la física y no de la química, podemos señalar que según los resultados, las probabilidades de que un medio resulte efectivo está directamente relacionado con su forma de humectar, penetrar e impregnar las fibras textiles, por ello y visto de este modo, podemos establecer el orden en, más eficaces los líquidos, eficacia media soporte Agar, agar y baja en polvo y espesados con Klucel G®.

Comparación eficacia de las diferentes metodologías de aplicación

Esta grafica representa la media de eficacia obtenida tras el tratamiento completo con cada metodología, aunque la eficacia va enlazada al empleo de cada fungicida, tema que se detalla más adelante, aquí se tiene en cuenta la media de eficacia obtenida por la metodología de aplicación.



- La mayor eficacia se obtiene con las aplicaciones en disoluciones líquidas, especialmente con etanol. Y con las aplicaciones con placas sólidas de Agar- agar.
- La menor eficacia se obtiene generalmente con las mezclas gelificadas con Klucel G®.

7.5.4 Resultados obtenidos en cuanto al uso de cada fungicida

A continuación se hace referencia a los resultados obtenidos con el empleo de cada fungicida en su diferente metodología de aplicación, exponiendo una tabla resumen de su comportamiento, el pH que incorporan a las fibras textiles, valoración de residuos y comparación del tejido tratado respecto al no tratado y una aproximación a la eficacia obtenida.

Hay que dejar constancia con respecto a la comprobación de la eficacia, que más adelante se detalla en las tablas pertenecientes a cada fungicida, que los resultados no pueden ser tomados como un criterio absoluto en esta investigación, ya que como se comentó en la introducción es una aproximación, ésta no es comprobada mediante la contaminación de placas de cultivo, pero se realiza un acercamiento a la posible reducción de la cepa mediante el seguimiento fotográfico y la aproximada contabilización.

Por otro lado, para que se produzca la eficacia del tratamiento se ven involucrados numerosos parámetros interrelacionados, pudiendo ser variados en función de los resultados obtenidos y como medio para el progreso del estudio en cuestión.

Los parámetros involucrados en la obtención y comprobación de la eficacia son:

- La proporción de fungicida en la mezcla, cada fungicida o principio activo puede tener un grado de actuación diferente a una misma proporción.
- El tiempo de actuación requerido para que se produzca la acción fungicida.
- El diferente grado de ataque microbiológico presente en las probetas
- La diferente naturaleza del ataque microbiológico presente en las probetas
- La aspiración, puede ser un elemento que ayuda a eliminar la cepa, sin que se haya producido la acción fungicida.

Neo-Desogen®

I. Comportamiento

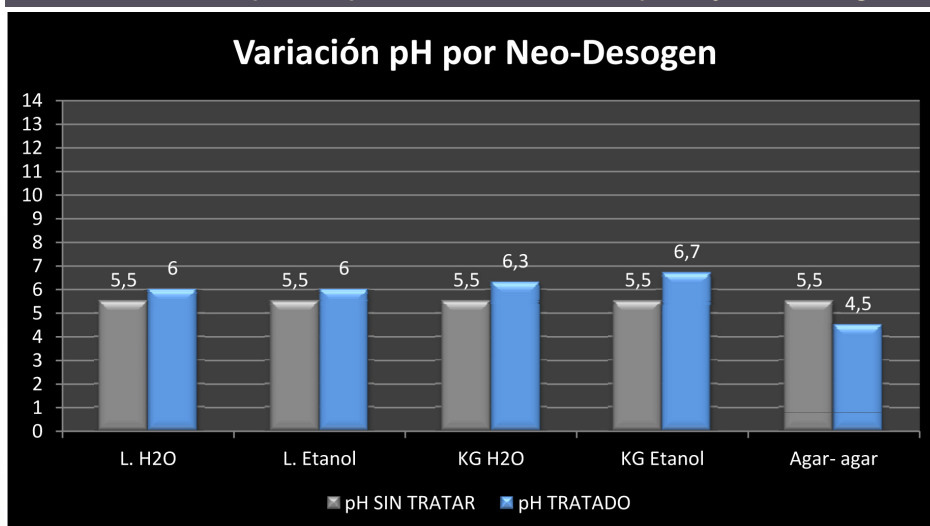
Tabla 21. Comportamiento Neo-Desogen®

<p>FASE LÍQUIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Su contenido de tensoactivo ha producido que en la disolución acuosa disminuya la tensión superficial, por lo que aumenta la humectación y disminuye la penetración y difusión.
<p>GELIFICADAS KLUCEL G®</p> <ul style="list-style-type: none"> • Han funcionado de forma similar a la fase de experimentación anterior, incluso con estrato intermedio <i>Tissu non Tissé</i> en la que la mezcla ha traspasado el papel, reduciendo la cantidad de mezcla en contacto con la tela y por lo tanto, reduciendo la impregnación.
<p>PLACAS AGAR-AGAR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humectan tanto aplicadas de forma directa como con estrato intermedio.
<p>MANCHAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se han producido manchas por reacciones químicas, pero si ha producido cercos dependiendo del solvente y medio empleado.
<p>TOXICIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debida su composición, cloruro de benzalconio, compuesto de sales de amonio cuaternario, se hace referencia a que presentan una toxicidad de moderada a variable según el tipo de compuesto.

II. Variación pH de las fibras textiles

A continuación se muestran los resultados obtenidos en relación al pH que se ha incorporado al soporte textil con cada una de las mezclas empleadas con este fungicida

Gráfico 9. Variación de pH del soporte textil con las mezclas que incluyen Neo-Desogen®



- La fibra textil de algodón sin tratar tiene un pH aproximado de 5,5.
- Por lo general se ha producido un incremento del pH con todas las mezclas a excepción de la de Agar-agar, con el que se acidifica.

III. Residuos y comparación

A continuación se muestran los resultados obtenidos en relación la inclusión de residuos y al estado del soporte tras el tratamiento.¹

Fase líquida

- No se apreciaron residuos en las fibras textiles, ni antes ni después del aspirado. En este caso, los residuos no pueden apreciarse al tratarse de un compuesto líquido.
- El tejido tratado y sin tratar muestra el mismo aspecto, no se produjeron cambios estéticos en el caso de la disolución acuosa. Por el contrario, con la disolución en etanol, se aprecia un cerco oscuro en la zona tratada.

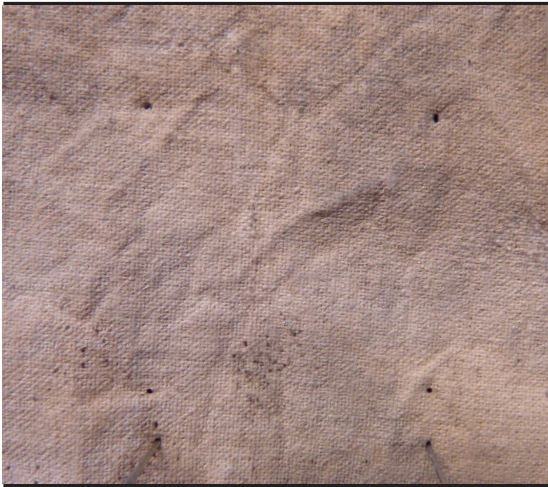


Imagen 28. Estado del soporte de la zona tratada con Neo-Desogen® al 3% en agua. No se aprecian cambios a simple vista.



Imagen 29. Estado del soporte de la zona tratada con Neo-Desogen® al 3% en etanol. Se aprecia un cerco oscuro en la zona tratada

Fase gelificada Klucel G®

- Se apreciaron residuos sólidos tanto antes como después de la aspiración procedentes del medio espesante empleado. Con estrato intermedio el porcentaje de residuos fue menor.

- Los residuos sólidos aportan un aspecto brillante a las fibras textiles y un tacto más rígido. La segunda y tercera imagen muestra el cerco producido por el residuo sólido de Klucel G®, más pronunciado con el empleo de etanol.

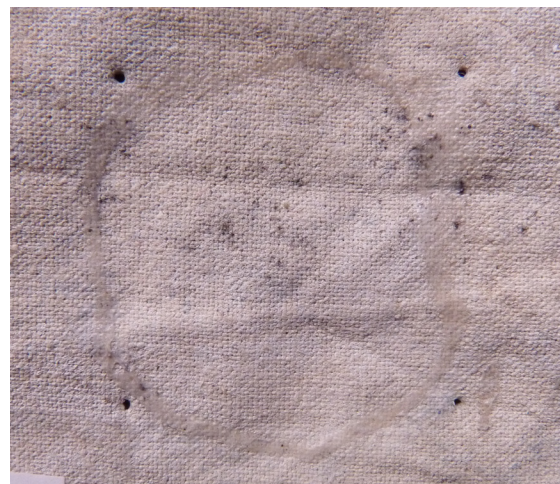


Imagen 30. Estado del soporte de la zona tratada con Neo-Desogen® al 3% en Klucel G® etanol. Cerco alrededor de la zona tratada y blanquecimiento en las fibras.

¹ Véase Anexo, pp 30, 31, 32 y 33 Tablas 45, 46, 47 y 48. Residuos y comparación de Neo-Desogen.

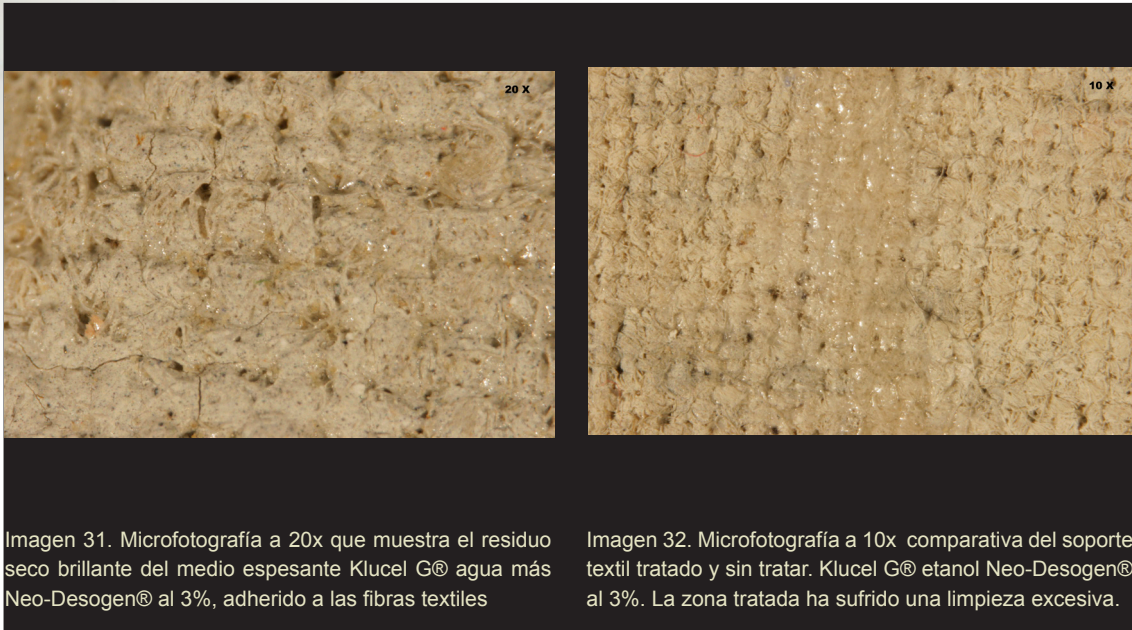


Imagen 31. Microfotografía a 20x que muestra el residuo seco brillante del medio espesante Klucel G® agua más Neo-Desogen® al 3%, adherido a las fibras textiles

Imagen 32. Microfotografía a 10x comparativa del soporte textil tratado y sin tratar. Klucel G® etanol Neo-Desogen® al 3%. La zona tratada ha sufrido una limpieza excesiva.

Placas sólidas Agar-agar

- No se apreciaron residuos sólidos del medio espesante en ninguno de los casos.
- El soporte textil se encuentra en el mismo estado, no se aprecian cambios estéticos de oscurecimiento ni cercos, tanto en la aplicación directa como con estrato intermedio

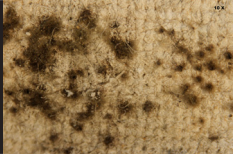
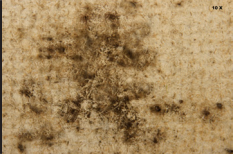

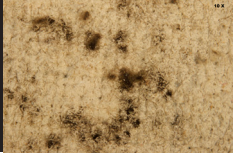
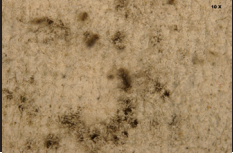

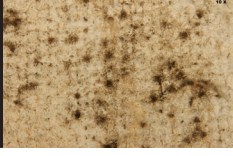


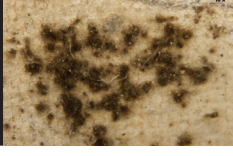





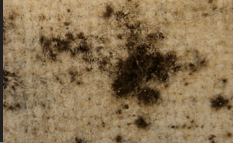




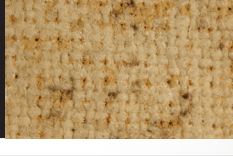

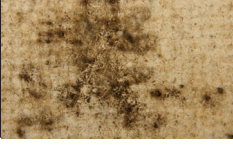



Imagen 33. Estado del soporte de la zona tratada con Neo-Desogen® al 3% en Agar-agar con aplicación directa. No se aprecian cambios estéticos.

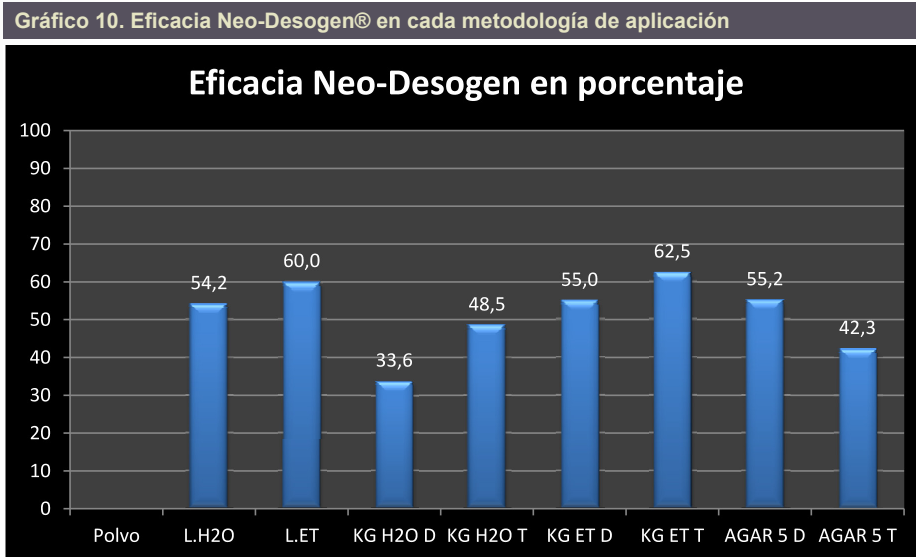
Imagen 34. Estado del soporte de la zona tratada con Neo-Desogen® al 3% en Agar-agar con aplicación con TNT. No se aprecian cambios.

IV. Eficacia

Tabla 22. Eficacia Neo-Desogen®. Evolución de la cepa. Microfotografías a 10x.

NEO- DESOGEN				
MEZCLA	CEPA SIN TRATAR		CEPA TRATADA	CEPA ASPIRADA
L. H ₂ O				
L. Etanol				
K.G. H ₂ O Directo				
K.G. H ₂ O TNT				
K.G.Etanol Directo				
K.G.Etanol TNT				
Agar- agar Directo				
Agar- agar TNT				

A continuación se muestran un gráfico que muestra la eficacia obtenida con Neo-Desogen® con cada metodología de aplicación. (Véase Anexo, pp 17, 18 y 19. Tablas 32, 33 y 34. Evolución de las muestras de ensayo)



- Mayor eficacia con Klucel G® en etanol, debido probablemente al arrastre producido en la eliminación. En general en las mezclas espesadas con Klucel G® se produce mayor eficacia con el empleo de estrato intermedio, esto puede deberse a la menor impregnación que se produce, ya que con mayor impregnación y acumulación de residuos, los hongos quedan adheridos al soporte textil.
- Con las disoluciones líquidas, especialmente con etanol también tiene una eficacia destacable.
- Con Agar-agar, es mayor con la aplicación directa, que con TNT.

Biotín T®

I. Comportamiento

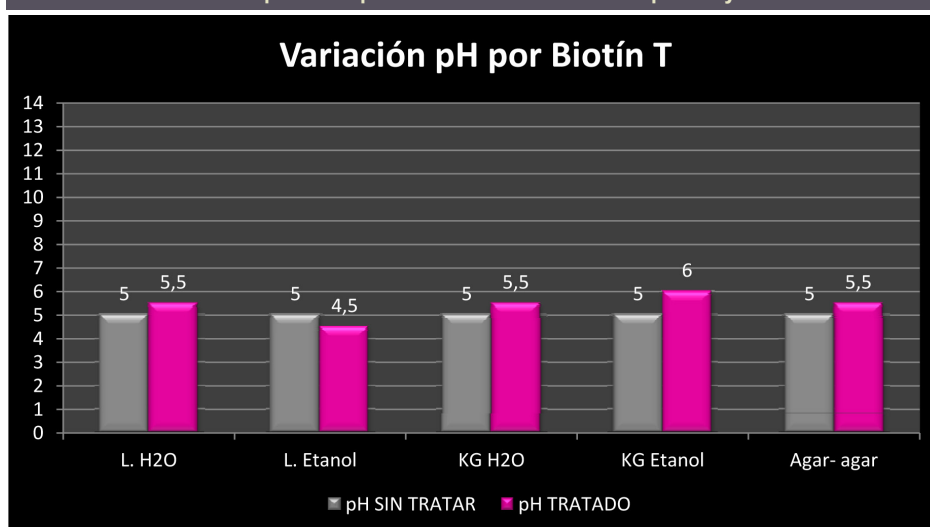
Tabla 23. Comportamiento Biotín T®

<p>FASE LÍQUIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por su contenido de tensoactivos en su formulación, la mezcla de base acuosa disminuye su tensión superficial produciendo un aumento de la humectación y una disminución de la difusión y penetración.
<p>GELIFICADAS KLUCEL G®</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funcionan de forma similar al ensayo anterior, produciéndose humectación tanto de forma directa como con estrato intermedio, excepto en la de base de etanol que no humectó demasiado. • Biotín T® fluidifica menos las mezclas en comparación con Neo-Desogen®. • Debido al color amarillento oscuro de Biotín T®, la capa de residuo resultante es más oscura que con el resto de fungicidas.
<p>PLACAS AGAR-AGAR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humectación más reducida que con Neo-Desogen, produciéndose menor humectación con estrato intermedio.
<p>MANCHAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posible reacción química con el resultado de un manchado rosado anaranjado similar al producido en la fase 2 sobre papel absorbente con Klucel G® en agua. Además se han producido cercos dependiendo del medio y solvente empleado.
<p>TOXICIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debido su composición, mezcla de OIT, (octiliona) más sales de amonio cuaternario, se hace referencia que presentan una DL50 aguda.

II. Variación pH de las fibras textiles

A continuación se muestran los resultados en relación al pH incorporado al soporte textil

Gráfico 11. Variación de pH del soporte textil con las mezclas que incluyen Biotín T®



- La fibra textil de algodón sin tratar tiene un pH aproximado de 5.
- Por lo general se ha producido un incremento del pH con todas las mezclas a excepción de la disolución en etanol.

III. Residuos y comparación

A continuación se muestran los resultados obtenidos en relación la inclusión de residuos y al estado del soporte tras el tratamiento. (Véase Anexo, pp 34 a 37, tablas 49, 50, 51 y 52). Residuos y Comparación con el empleo de Biotín T®)

Fase líquida

- Tanto en disolución acuosa como en etanol, no se apreciaron residuos en ninguno de los casos ya que se trata de un producto en líquido.
- Aparición de cercos amarillentos alrededor de la zona tratada en ambas disoluciones de forma sutil.



Imagen 35. Estado del soporte de la zona tratada con Biotín T® al 3% en agua. Se aprecia un halo amarillento en la zona tratada.

Fase gelificada Klucel G®

- Se apreciaron residuos sólidos tanto antes como después de la aspiración. Con estrato intermedio el porcentaje de residuos fue menor.
- los residuos sólidos aportan un aspecto brillante a las fibras textiles, además de mostrar oscurecimiento de la zona. En la imagen 42 imagen puede observarse una posible reacción química de Biotín T® que ha producido una mancha rosácea similar a las producidas en la fase 2.



Imagen 36. Estado del soporte de la zona tratada con Biotín T® al 3% en Klucel G® agua. Cerco de residuo alrededor de la zona tratada.



Imagen 37. Estado del soporte de la zona tratada con Biotín T® al 3% en Klucel G® etanol. Cerco con mayor contenido de residuo alrededor de la zona tratada, que en agua.

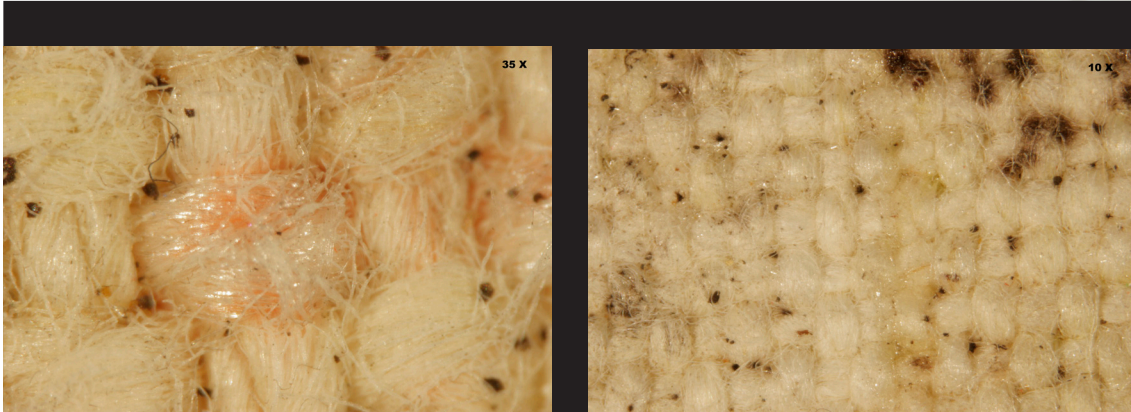


Imagen 38. Microfotografía a 35x Fibras textiles tratadas con Biotín T® al 3% en Klucel G® agua. Mancha rosácea similar a la producida en la fase anterior.

Imagen 39. Microfotografía a 10x. Comparativa soporte textil tratado y sin tratar. Biotín T® 3% en Klucel G® agua. La zona tratada oscurece por el residuo seco acumulado.

Placas sólidas Agar-agar

- No se apreciaron residuos sólidos en ninguno de los casos, ni por el empleo de este espesante, ni por el fungicida, ya que es un producto líquido, quedan a modo de impregnación.
- El soporte textil presenta una ligera alteración de manchado por la humedad aplicada, posible removimiento de suciedad o tono amarillento del mismo fungicida. Aunque puede confundirse con las manchas producidas por el microorganismo.



Imagen 40. Detalle cerco producido por Biotín T® al 3% en Agar-agar con aplicación directa.

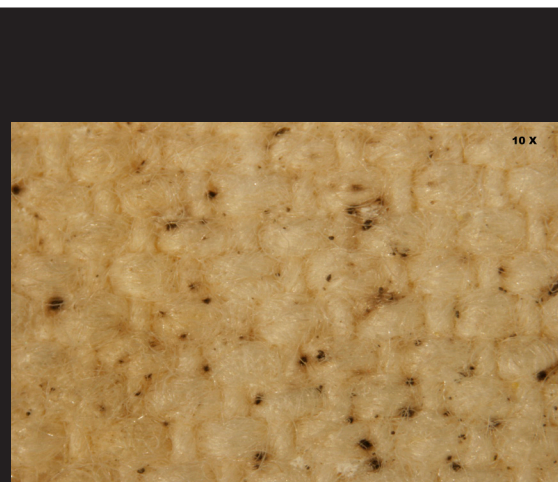
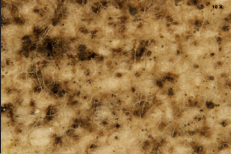





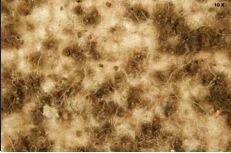
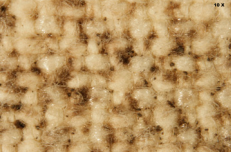
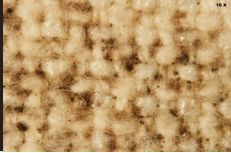



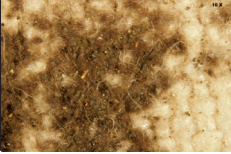
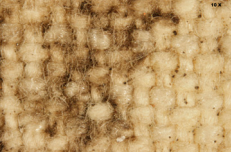
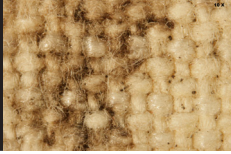



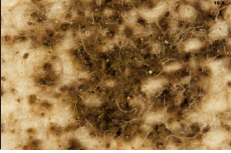
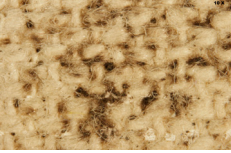
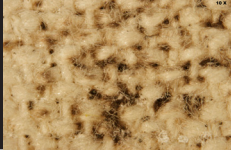
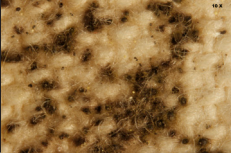




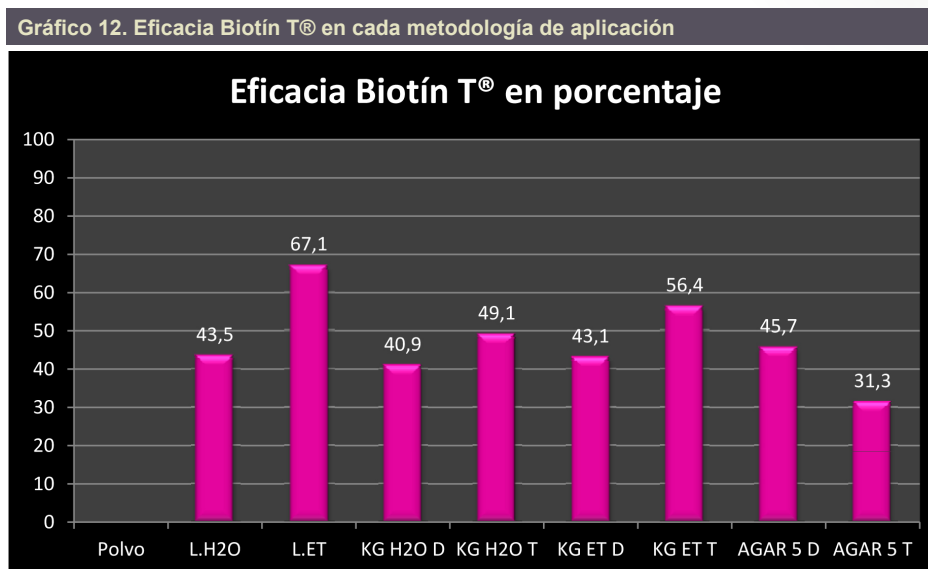
Imagen 41. Microfotografía a 10x comparativa del soporte tratado y sin tratar. Biotín T® al 3% en Agar-agar con aplicación directa. Se aprecia la limpieza producida (derch).

IV. Eficacia

Tabla 24. Eficacia Biotín T®. Evolución de la cepa. Microfotografías a 10x.

BIOTÍN T				
MEZCLA	CEPA SIN TRATAR		CEPA TRATADA	CEPA ASPIRADA
L. H ₂ O				
L. Etanol				
K.G. H ₂ O Directo				
K.G. H ₂ O TNT				
K.G. Etanol Directo				
K.G. Etanol TNT				
Agar-agar Directo				
Agar-agar TNT				

A continuación se muestran un gráfico que muestra la eficacia obtenida con Biotín T® con cada metodología de aplicación. (Véase Anexo pp 20, 21 y 22. Tabla 35, 36 y 37. Evolución de las mestras de ensayo durante todo el proceso)



- Mayor eficacia en disolución etanol y espesado en Klucel G® etanol con estrato intermedio, por lo que puede deducirse que etanol aumenta la actividad fungicida del producto.
- Mayor eficacia en disolución etanol y espesado en Klucel G® etanol con estrato intermedio, por lo que puede deducirse que etanol aumenta la actividad fungicida del producto.
- En general se produce eficacia en todas las mezclas, por lo que puede deducirse que Biotín T® tiene más versatilidad con respecto a Neo-Desogen®
- Si comparamos las mezclas espesadas en Klucel G®, podemos decir que tienen un grado de eficacia mayor que las obtenidas con Neo-Desogen® siendo más eficaz con estrato intermedio y en especial con etanol. A su vez, con estas mezclas, se obtiene un resultado de eficacia equiparable a la de la disolución acuosa.
- En cuanto a las mezclas espesadas con agar-agar, su eficacia es nuevamente, mayor con la aplicación directa que sin estrato intermedio pudiéndose equiparar en cuanto a grado de eficacia también con la disolución acuosa.

Biotín R®

I. Comportamiento

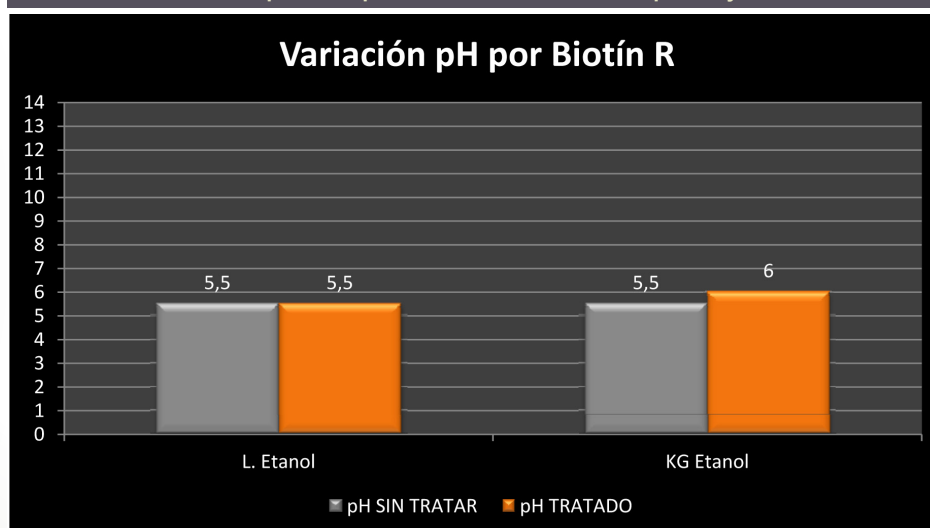
Tabla 25. Comportamiento Biotín R®

<p>FASE LÍQUIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humectación similar (un poco menor) a las dos anteriores, debido a la baja tensión superficial de este disolvente, por su contenido de etanol en su formulación.
<p>GELIFICADAS KLUCEL G®</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor humectación y menor penetración que en los dos casos anteriores, (Neo- Desogen® y Biotín T®) • Con estrato intermedio se produjo menor humectación.
<p>PLACAS AGAR-AGAR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Humectación más reducida que con Neo- Desogen®, produciéndose menor humectación con estrato intermedio.
<p>MANCHAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se han producido manchas anaranjadas por reacciones químicas en la superficie del soporte textil a diferencia del ensayo anterior, sobre papel gris absorbente. • Tras su eliminación se observa un tono blanquecino en la tela que puede deberse al uso de etanol directo para la eliminación de residuos. Y un oscurecimiento en las fibras textiles con el empleo de la disolución.
<p>TOXICIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debida su composición, mezcla de OIT, (octilina) más IPBC (Ácido butil carbámico), se hace referencia que al igual que Biotín T, presentan una DL50 aguda.

II. Variación pH de las fibras textiles

A continuación se muestran los resultados obtenidos en relación al pH que se ha incorporado al soporte textil con cada una de las mezclas empleadas con este fungicida

Gráfico 13. Variación de pH del soporte textil con las mezclas que incluyen Biotín R®



- La fibra textil de algodón sin tratar tiene un pH aproximado de 5,5.
- En disolución el pH se mantiene estable
- Con la gelificada en Klucel G® en etanol se produce un aumento

III. Residuos y comparación

A continuación se muestran los resultados obtenidos en relación la inclusión de residuos y al estado del soporte tras el tratamiento. (Véase Anexo, pp 38- 39, tablas 53 y 54. Residuos y Comparación con el empleo de Biotín R®)

Fase líquida

- No se apreciaron residuos por tratarse de una fase líquida.
- En cuanto al aspecto del soporte textil, se observa oscurecimiento de la zona tratada.



Imagen 42. Estado del soporte de la zona tratada con Biotín R® al 3% en etanol. Se aprecia la zona oscurecida

Fase gelificada Klucel G®

- Residuos sólidos procedentes del espesante. Con estrato intermedio el porcentaje fue menor.
- La zona tratada quedó blanquecina.

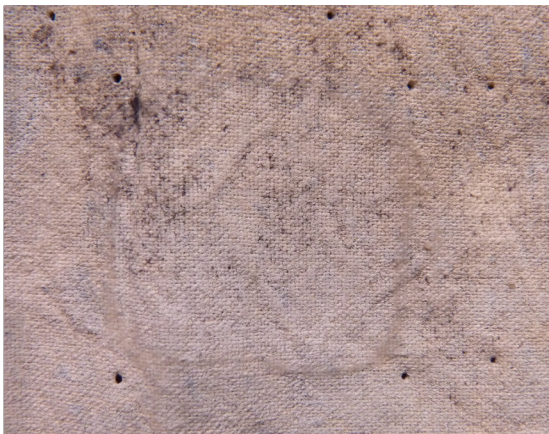


Imagen 43. Estado de la zona tratada con Biotín R® al 3% en Klucel G® etanol. Se aprecia un halo de residuo seco en el exterior. Fibras textiles tratadas más blanquecinas.

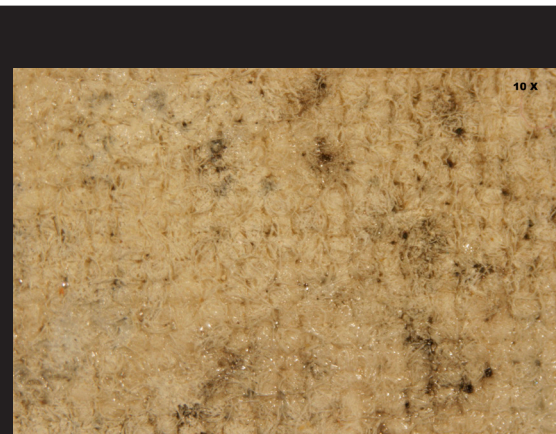


Imagen 44. Microfotografía a 10x de zona tratada con Biotín R® al 3% en Klucel G® etanol con aplicación directa. Se aprecian residuos adheridos a las fibras textiles.

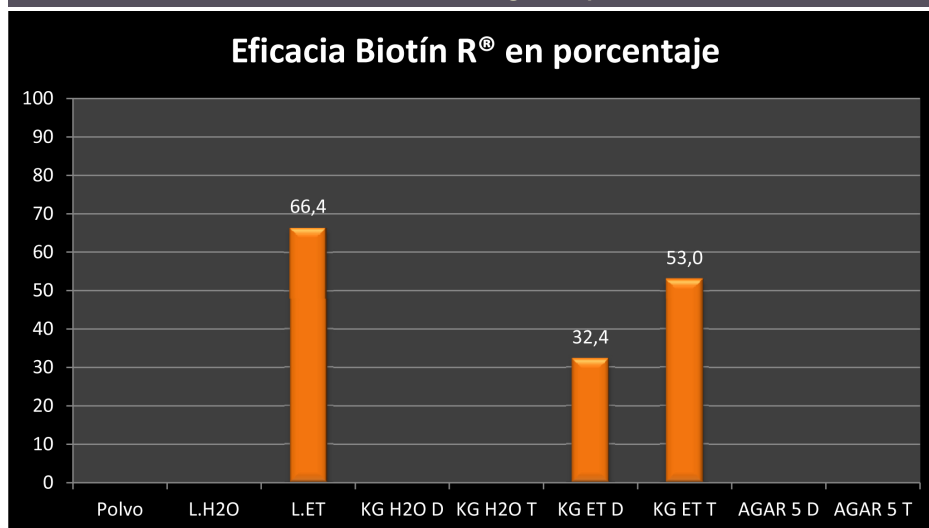
IV. Eficacia

Tabla 26. Eficacia Biotín R®. Evolución de la cepa. Microfotografías a 10x.

BIOTÍN R				
MEZCLA	CEPA SIN TRATAR	CEPA TRATADA	CEPA ASPIRADA	
L. Etanol				
K.G. Etanol Directo				
K.G. Etanol TNT				

A continuación se muestran un gráfico con la eficacia de Biotín R® las metodología de aplicación. (Véase Anexo pp 23. Tabla 38. Evolución de las muestras de ensayo)

Gráfico 14. Eficacia Biotín R® en cada metodología de aplicación



- Potencia de acción similar a Neo- Desogen® y Biotín T®.
- Disolución en etanol grado similar a Neo-Desogen® y Biotín T®.
- Gel de Klucel G®, grado de eficacia menor que con Neo-Desogen®, similar a Biotín T®, siendo más eficaz nuevamente con TNT.

Fungusol®

I. Comportamiento

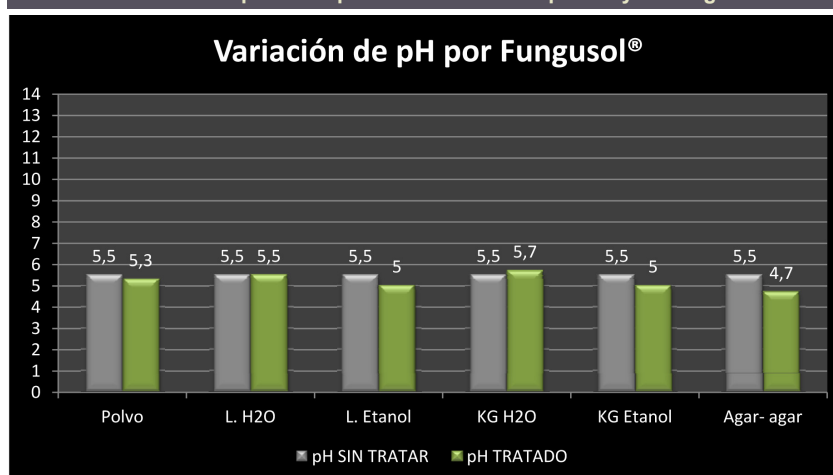
Tabla 27. Comportamiento Fungusol®

<p>POLVO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consistencia de polvo extremadamente fino que denota cierta facilidad para penetrar en los intersticios de la tela • Capacidad para adherirse a la superficie en la que se ha depositado. • No implica la humectación ni la impregnación del soporte textil.
<p>FASE LÍQUIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acuosa: alta tensión superficial que dificulta la aplicación, en consecuencia, una vez la superficie se humecta se difunde y penetra con más fuerza que en los casos anteriores. • Etanol: este problema no ocurre por la baja tensión superficial del disolvente. • Mancha blanquecina de residuo seco tras el secado (el polvo queda en superficie) en ambos casos.
<p>GELIFICADAS KLUCEL G®</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poder de humectación menor que el previsto en el ensayo anterior por la menor capacidad de absorción del tejido. • Humectación en aplicación directa de ambas mezclas. • No humectación, con estrato intermedio Tissu non Tissé en etanol (traspasó en algunos puntos muy localizados)
<p>PLACAS AGAR-AGAR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor humectación que la previsto en el ensayo anterior y menor todavía con estrato intermedio. Reduciéndose así las posibilidades de que resulte efectivo el tratamiento
<p>MANCHAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se han producido manchas por reacciones químicas. En general en su uso en polvo y en disolución aporta una capa blanquecina de residuo
<p>TOXICIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> • toxicidad media por la baja concentración de compuestos peligrosos

II. Variación pH de las fibras textiles

Resultados en relación al pH que se ha incorporado al soporte textil.

Gráfico 15. Variación pH del soporte textil mezclas que incluyen Fungusol®



- La fibra textil de algodón sin tratar tiene un pH aproximado de 5,5.
- Disminución en disolución en etanol, Klucel G® etanol y Agar-agar
- Mantenimiento en la disolución acuosa
- Aumento en Klucel G® en agua

III. Residuos y comparación

A continuación se muestran los resultados obtenidos en relación la inclusión de residuos y al estado del soporte tras el tratamiento. (Véase Anexo pp 40 a 44. Tablas 55, 56, 57, 58 y 59. Residuos y comparación)

Polvo

- Se produjo acumulación de residuos entre las fibras del soporte textil. Hay que destacar que para el retirado del material ya se realizó un primer aspirado y que igualmente siguieron presentes. Tras el segundo aspirado, se redujo casi imperceptiblemente, las acumulaciones de residuo sólido son muy llamativas e importantes a observación microscópica
- En cuanto al aspecto general del tejido, comparándolo con zonas no tratadas, presentan un aspecto blanquecino por las zonas en las que se denota acumulación de residuo



Imagen 45. Residuos de Fungusol® polvo tras el primer aspirado de retirado del material

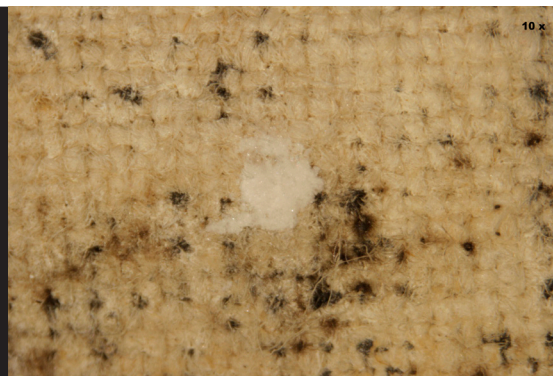


Imagen 46. Residuos de Fungusol® polvo tras el aspirado final de la misma zona. La reducción de residuos es casi inapreciable.

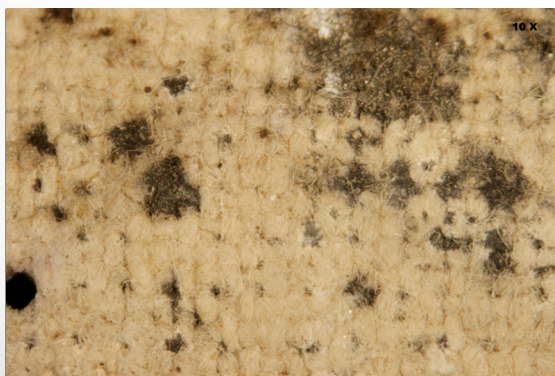


Imagen 47. Microfotografía a 10x. Comparativa de soporte tratado (derch) y no tratado (izq) con Fungusol® polvo, tras el primer aspirado de retirado del material. Capa blanquecina.

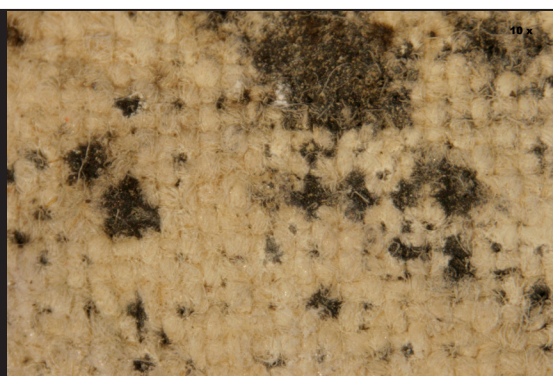


Imagen 48. Microfotografía a 10x. Comparativa de soporte tratado (derch) y no tratado (izq) con Fungusol® polvo, de la misma zona tras el aspirado final. No se ha reducido.

Fase líquida

- Acumulación de residuos a modo de capa blanquecina
- Cambios en el aspecto de la superficie del soporte textil, debido al residuo seco que quedó depositado aun habiendo realizado el aspirado de retirado de material. Tras la segunda aspiración, puede observarse que la cantidad se reduce muy sutilmente, por lo que sigue conteniendo una cantidad elevada de residuo.



Imagen 49. Estado del soporte de la zona tratada con Fungusol® al 3% en agua. Se aprecia capa blanquecina general en la zona tratada.



Imagen 50. Microfotografía a 10x de la zona tratada con Fungusol® al 3% en agua. Las fibras textiles quedan impregnadas de residuo seco insoluble.

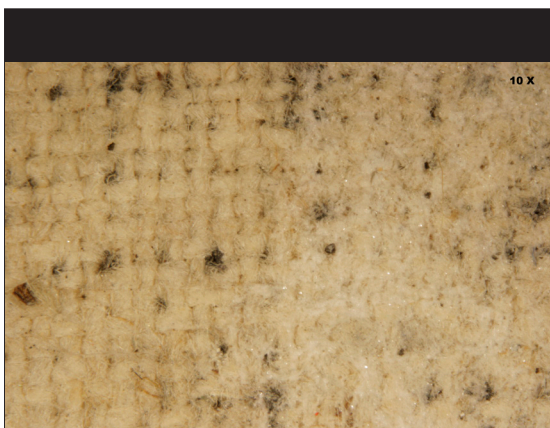


Imagen 51. Microfotografía a 10x. Comparativa de la zona tratada (derch) y la no tratada (izq) con Fungusol® al 3% en etanol tras el aspirado del material. Mayor cantidad de residuos que en comparación con la disolución acuosa.

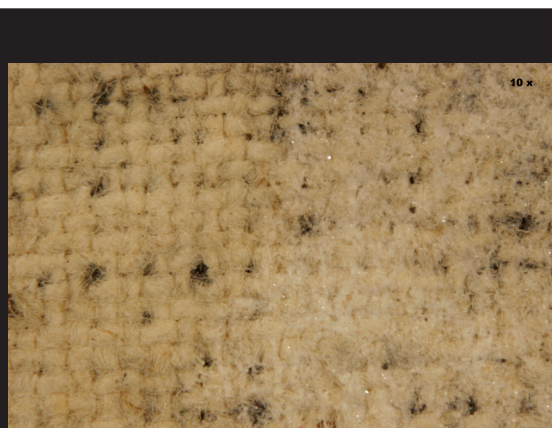


Imagen 52. Microfotografía a 10x. Comparativa zona tratada (derch) y no tratada (izq) con Fungusol® al 3% en etanol tras el aspirado final. (misma zona que anterior). La cantidad de residuos no desciende notablemente.

Fase gelificada Klucel G®

- Residuos secos brillantes, tanto antes como tras la aspiración. Con estrato intermedio se produjo una humectación más baja y la impregnación fue mucho menor y menos visible, pero las zonas puntuales donde la mezcla traspasó e impregnó las fibras también se acumularon residuos.
- Además las zonas tratadas oscurecen de forma irreversible.

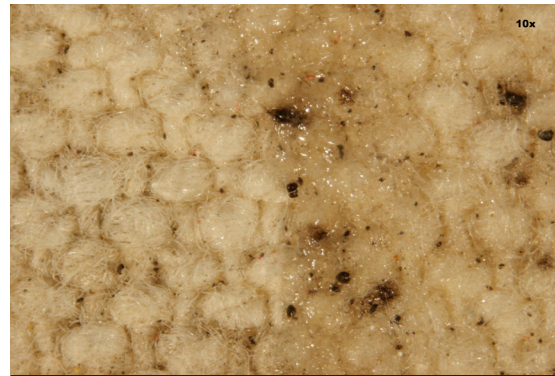


Imagen 53. Microfotografía a 10x. Comparativa de soporte tratado (derch) y no tratado (izq) con Fungusol® espesado en Klucel G® en agua. Las fibras textiles quedan impregnadas por una capa de residuo seco.

Placas sólidas Agar-agar







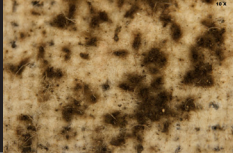

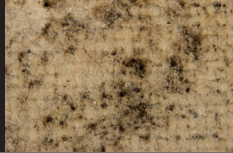

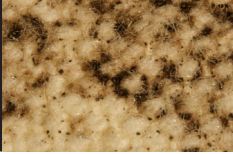
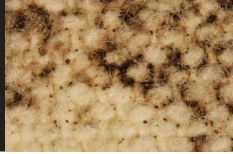

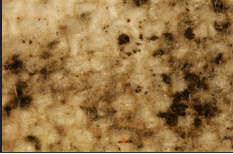
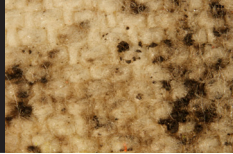

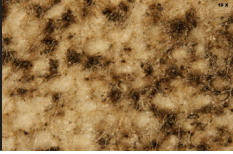


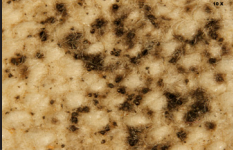
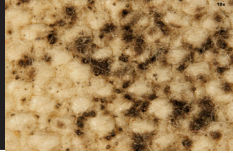
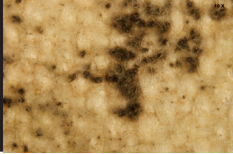
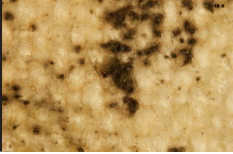
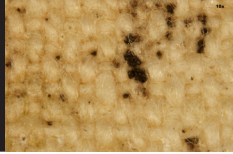


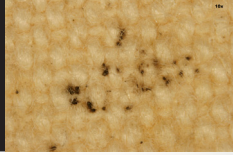
- No se apreciaron residuos sobre la superficie del soporte textil. Se puede observar en las imágenes el efecto de limpieza producido en las fibras textiles, en especial en la aplicación directa, a su vez se generó un cerco del movimiento de la suciedad del lienzo.



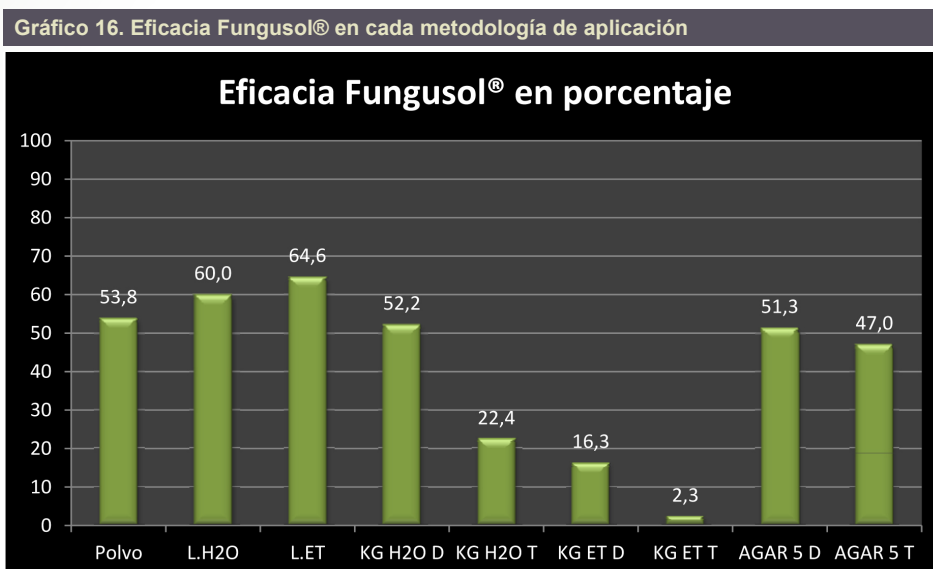
Imagen 54. Estado del soporte textil tras la aplicación de Agar-agar con Fungusol® al 3% con aplicación directa. Se observa la absorción de suciedad producida por el espesante. Pueden intuirse manchas o cercos por la aplicación de la humedad.

IV. Eficacia

Tabla 28. Eficacia Fungusol®. Evolución de la cepa. Microfotografías a 10x.

FUNGUSOL				
MEZCLA	CEPA SIN TRATAR		CEPA TRATADA	CEPA ASPIRADA
Polvo				
L. H ₂ O				
L. Etanol				
K.G. H ₂ O Directo				
K.G. H ₂ O TNT				
K.G. Etanol Directo				
K.G. Etanol TNT				
Agar- agar Directo				
Agar- agar TNT				

A continuación se muestran un gráfico que muestra la eficacia obtenida con Fungusol® con cada metodología de aplicación. (Véase anexo pp 23 a 26. Tablas 39, 40 y 41. Evolucion de las muestras de ensayo)



- Mayor grado de eficacia con disoluciones líquidas, especialmente con etanol. Pero hay que destacar que esta metodología incorpora numerosos inconvenientes, por un lado se introduce la aplicación de humedad al soporte textil con todas las consecuencias que esto puede conllevar y por otro lado y muy importante, el porcentaje de residuos que se incorpora es muy elevado, apareciendo una capa superficial blanquecina que tras la aspiración se reduce mínimamente.
- Con la aplicación en polvo, la eficacia es menor a las disoluciones líquidas, y mayor que con el resto de mezclas, pero se destaca la aparición de residuo seco en las fibras textiles.
- Con Klucel G®, se obtiene mayor eficacia con la acuosa directa, ya que, con estrato intermedio no se obtiene humectación del soporte textil y por lo tanto, la acción se reduce. Con esta metodología en etanol, la eficacia disminuye considerablemente, probablemente por la menor humectación e impregnación que se produce, por lo que para aumentar la acción habría que bajar la concentración de espesante en la mezcla, ya que Fungusol no las fluidificó.
- Con Agar- Agar, pese a reducirse bastante la humectación en comparación al uso de esta mezcla con los otros fungicidas, se obtiene un grado de eficacia bastante alto, ya que, se obtiene una eliminación aproximada del 50%, un porcentaje comparable al obtenido en su aplicación habitual, aunque hay que considerar que se aporta cierta humedad controlable, y como ventaja se eliminan los riesgos de incorporar residuos sólidos.

Ácido bórico

I. Comportamiento

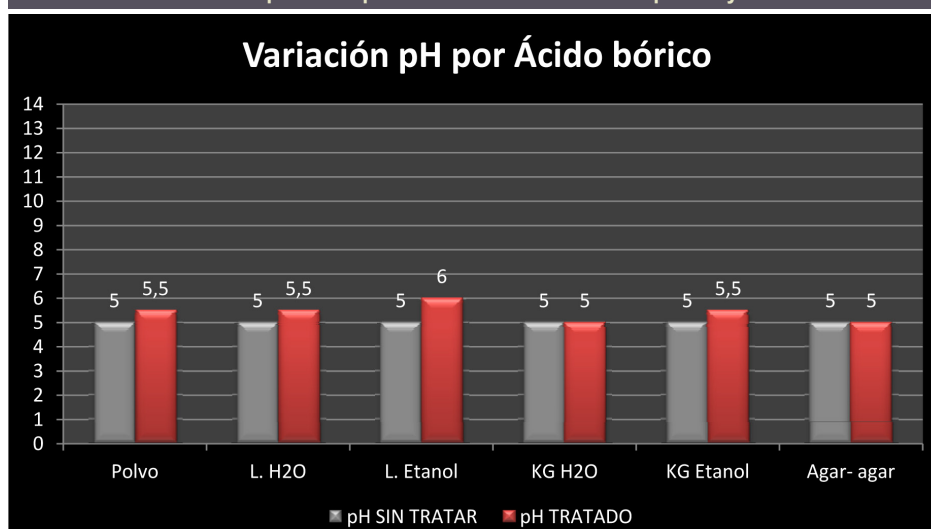
Tabla 29. Comportamiento Ácido bórico

<p>POLVO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consistencia granulosa que produce que éste no penetre con tanta facilidad en los intersticios de la tela • No se adhiere a las fibras textiles • No implica humectación ni impregnación del soporte textil.
<p>FASE LÍQUIDA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acuosa: alta tensión superficial que produce disminución de la humectación y mayor poder de penetración y difusión • Etanol: el comportamiento es similar al resto de fungicidas.
<p>GELIFICADAS KLUCEL G®</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mayor humectación e impregnación de las fibras textiles en la aplicación directa • Menor humectación con estrato intermedio • Efecto potenciador de la limpieza muy elevado
<p>PLACAS AGAR-AGAR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor humectación que con los fungicidas disponibles en fase líquida en esta metodología, y de forma menor con estrato intermedio, (igualmente que con Fungusol®)
<p>MANCHAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se han producido manchas por reacciones químicas. En disolución acuosa generó un cerco.
<p>TOXICIDAD</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clasificado como un compuesto de toxicidad aguda mpuestos peligrosos

II. Variación pH de las fibras textiles

Resultados obtenidos en relación al pH incorporado en las fibras textiles.

Gráfico 17. Variación de pH del soporte textil con las mezclas que incluyen Ácido bórico



- La fibra textil de algodón sin tratar tiene un pH aproximado de 5
- Aumenta el pH de disoluciones, aplicación en polvo y Klucel G® etanol
- Mantiene el pH estable con Agar-agar y con Klucel G® en agua
- No produce disminución en ninguno de los casos.

III. Residuos y comparación

Resultados obtenidos en relación la inclusión de residuos y al estado del soporte tras el tratamiento. (Véase Anexo pp 47 a 49. Tablas 60, 61, 62 y 63. Residuos y Comparación)

Polvo

- No se apreciaron residuos entre las fibras del soporte textil. Para el retirado del material ya se realizó un primer aspirado con el que pudieron ser eliminados. Es importante tener en cuenta que aunque no se aprecien residuos, la probabilidad de que algún gránulo quede atrapado es muy alta.
- Tras el segundo aspirado se observa que el soporte textil sigue en las mismas condiciones con la particularidad de encontrarse más limpio debido a la aspiración.



Imagen 55. Zona tratada con Ácido bórico en polvo. El soporte no sufrió variaciones sustanciales.

Fase líquida

- Con la disolución acuosa aparece algún gránulo aislado, tras el aspirado pueden ser eliminados o no, difícil percepción de los residuos. En el caso de la disolución en etanol se produjo la penetración de algunos gránulos por la disolución incompleta del sólido.
- En cuanto al aspecto, apareció un cerco en la zona, las fibras tratadas muestran un oscurecimiento amarillento, especialmente con la acuosa. En el caso de la disolución en etanol, ya antes de la aspiración se observó que el tejido se encontraba más limpio y blanquecino y tras la aspiración se potencia la limpieza. En la imagen 63 se muestra a mayores aumentos, los gránulos adheridos que tras el aspirado continúan estando en menor cantidad.

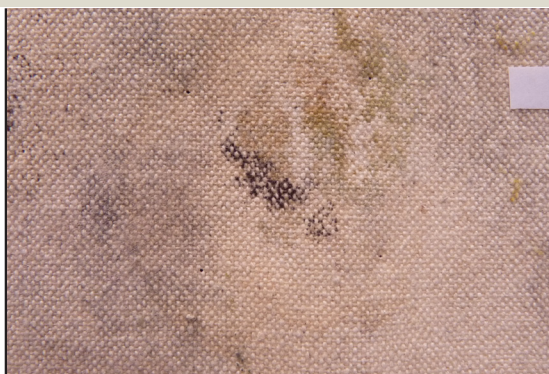


Imagen 56. Estado del soporte textil tras el tratamiento con Ácido bórico en disolución acuosa. Aparición de un cerco amarillento en la zona.



Imagen 63. Microfotografía a 63x. Posibles residuos de ácido bórico.

Fase gelificada Klucel G®

- Acumulación de residuos secos brillantes, tanto antes como tras la aspiración. Y en menor grado con el empleo de estrato intermedio.
- Se produjo un efecto de limpieza, podría decirse, agresiva, con esta combinación y con ambos solventes.



Imagen 57. Estado del soporte textil tras el tratamiento con Ácido bórico al 3% en Klucel G® agua. Se aprecia la limpieza agresiva.

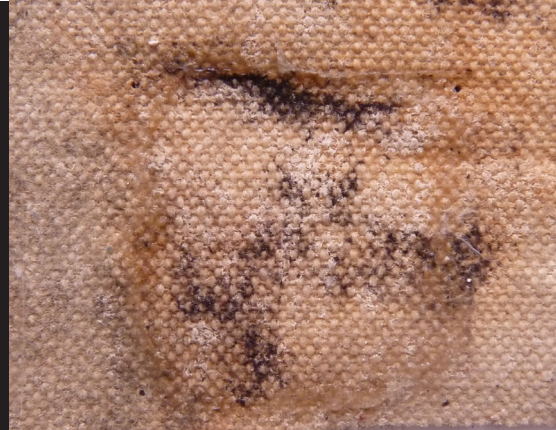


Imagen 58. Estado del soporte textil tras el tratamiento con Ácido bórico al 3% en Klucel G® etanol. Limpieza agresiva y el alo de residuo seco que rigidifica las fibras.

Placas sólidas Agar-agar

- No se apreciaron residuos en ningún caso.
- Se produjo un efecto de limpieza especialmente en la aplicación directa. No se observaron manchas ni cercos.



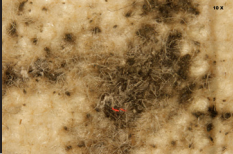
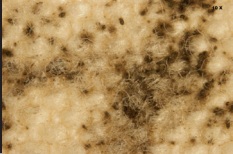


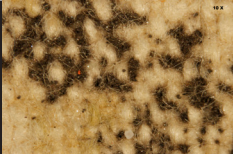




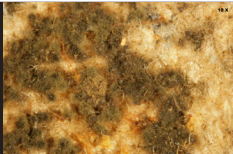



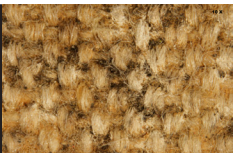

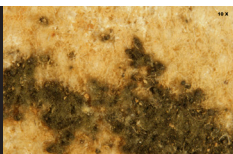
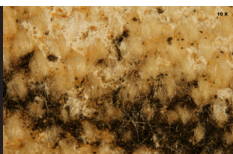
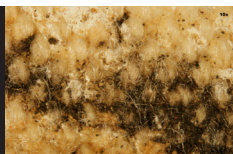
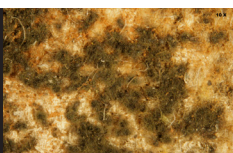
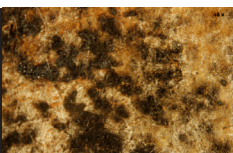

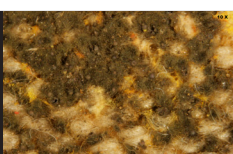


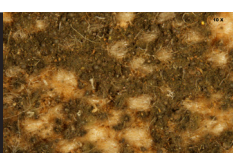
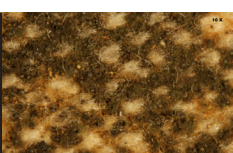

Imagen 59. Microfotografía a 10x. Comparativa de zona tratada (derch) y no tratada (izq) con Ácido bórico al 3% en Agar-agar, aplicación directa. Las fibras tratadas se muestran más limpias.



Imagen 60. Microfotografía a 10x. Comparativa de zona tratada (derch) y no tratada (izq) con Ácido bórico al 3% en Agar-agar, aplicación con TNT. Mismo resultado que imagen anterior pero de forma más sutil.

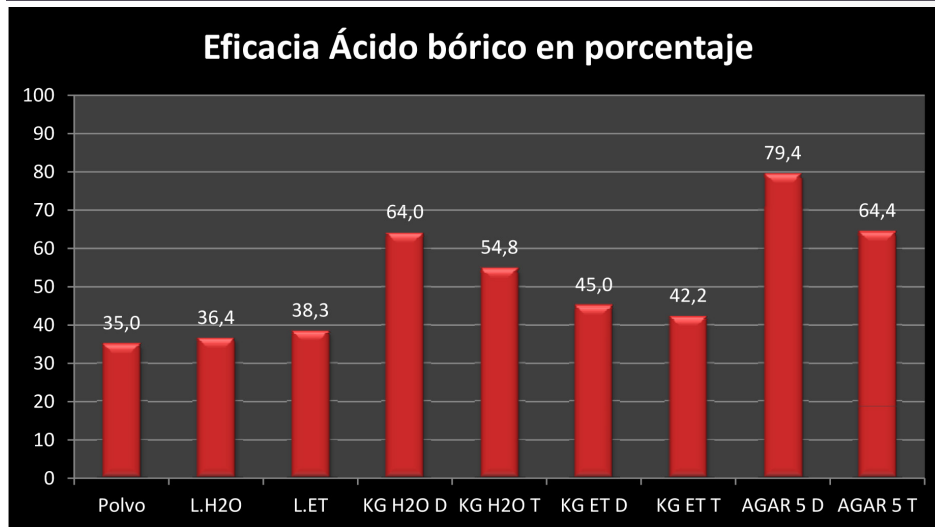
IV. Eficacia

Tabla 30. Eficacia Ácido bórico. Evolución de la cepa. Microfotografías a 10x.

ÁCIDO BÓRICO				
MEZCLA	CEPA SIN TRATAR		CEPA TRATADA	CEPA ASPIRADA
Polvo				
L. H ₂ O				
L. Etanol				
K.G. H ₂ O Directo				
K.G. H ₂ O TNT				
K.G. Etanol Directo				
K.G. Etanol TNT				
Agar- agar Directo				
Agar- agar TNT				

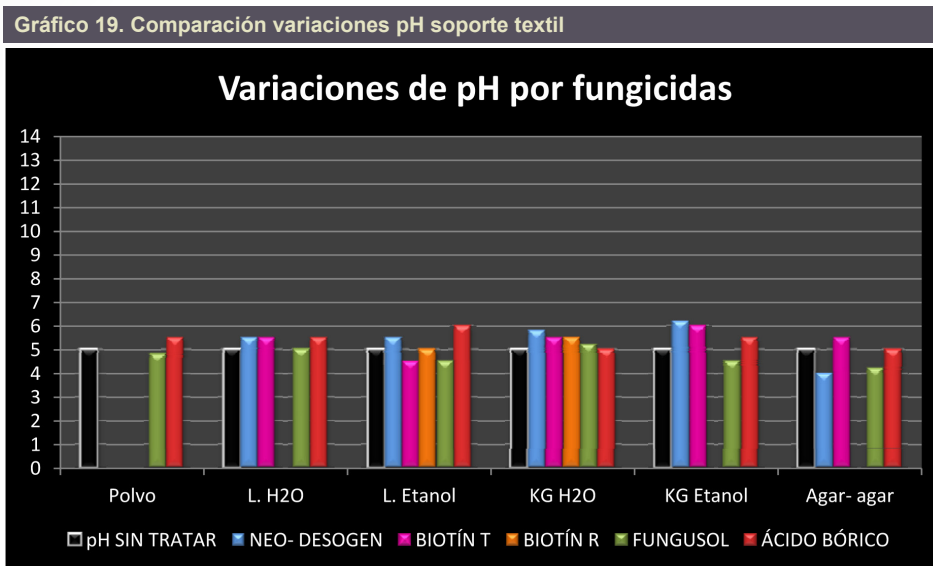
A continuación se muestran un gráfico que muestra la eficacia obtenida con Ácido bórico con cada metodología de aplicación. (Véase Anexo pp 27 a 29. Tablas 42, 43 y 44. Evolución de las muestras)

Gráfico 18. Eficacia Ácido bórico en cada metodología de aplicación



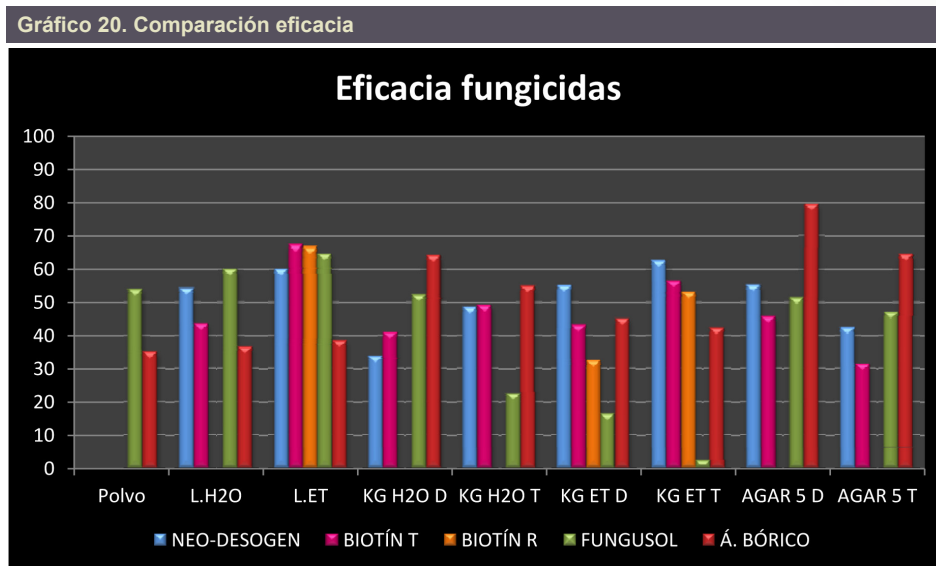
- Mayor grado de eficacia con las mezclas espesadas con Agar- agar, especialmente sin estrato intermedio. Obteniendo mayor acción fungicida que con Neo-Desogen®, Biotín T®, Biotín R® y Fungusol®.
- Con Klucel G® en agua tienen elevada eficacia y actúan como agente limpiador aunque algo agresivo. No es metodología adecuada por la elevada impregnación, incorporación de residuos y cambios en el aspecto del soporte textil.
- Con las disoluciones, tanto la acuosa como la de etanol, tienen un rango de eficacia similar y bastante bajo, aproximadamente del 35%.
- Con la aplicación en polvo, la eficacia es un poco menor a las disoluciones líquidas, y a Fungusol aplicado en polvo, esto podría deberse al tamaño de los gránulos y a que probablemente éste necesite mayor tiempo de actuación.

Comparación de las variaciones de pH en el soporte textil por los fungicidas



- Neodesogen® aumenta el pH con todas las metodologías excepto con Agar-agar que lo disminuye.
- Biotín T® lo aumenta en todas menos en la disolución en etanol que lo hace descender.
- Biotín R® lo mantiene en la disolución de etanol y lo aumenta junto a Klucel G®.
- Fungusol® lo hace disminuir en todas excepto en Klucel G® en agua, que lo aumenta y en disolución acuosa que lo mantiene.
- Ácido bórico lo aumenta en todas menos con Klucel G® en agua y Agar-agar que lo mantiene.

Comparación de la eficacia de los fungicidas en cada una de las mezclas



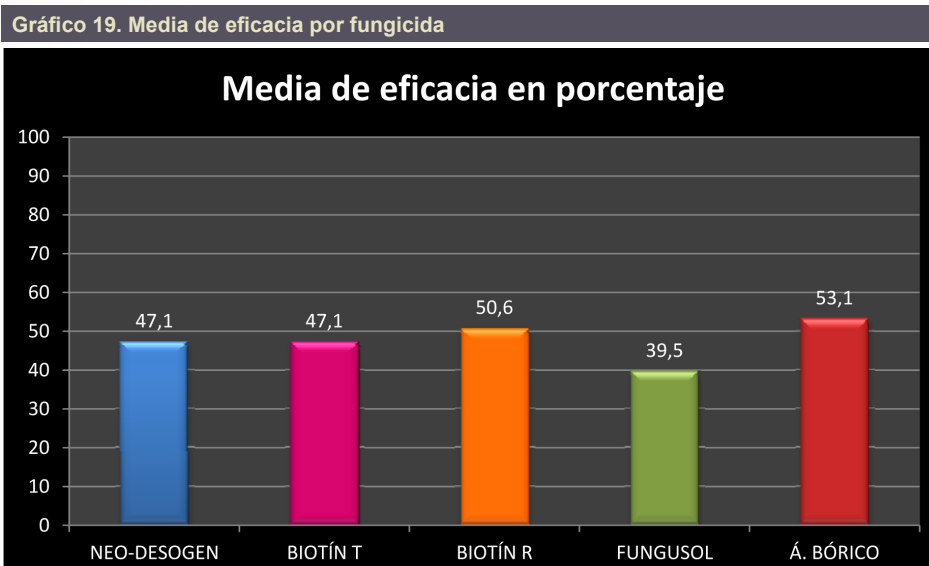
Observando este gráfico puede establecerse la mayor o menor eficacia de cada fungicida en las diferentes metodologías de aplicación:

- Neo-Desogen adquiere mayor eficacia en disolución en etanol y gelificado con Klucel G® etanol con TNT.
- Biotín T® tiene mayor efectividad en disolución en etanol
- Biotín R obtiene mayor potencia de acción en disolución en etanol
- Fungusol adquiere mayor eficacia en disolución en etanol
- Ácido bórico es más eficaz en Agar-agar directo.

Tabla 31. Eficacia combinación metodología y fungicida

MEZCLA	MAYOR EFICACIA	MENOR EFICACIA
Polvo	Fungusol	Ácido bórico
L.H2O	Fungusol	Ácido bórico
L. Etanol	Biotín T	Ácido bórico
Klucel G H2O D	Ácido bórico	Neo-Desogen
Klucel G H2O T	Ácido bórico	Fungusol
Klucel G Etanol D	Neo- Desogen	Fungusol
Klucel G Etanol T	Neo- Desogen	Fungusol
Agar-agar D	Ácido bórico	Biotín T
Agar-agar T	Ácido bórico	Biotín T

Comparación de la media de eficacia de los fungicidas



Como podemos observar en la gráfica, el cálculo de la media de la eficacia hace constar que el orden de mayor a menor eficacia es:

- 1 ÁCIDO BÓRICO
- 2 BIOTÍN R
- 3 BIOTÍN T
- 4 NEO-DESOGEN
- 5 FUNGUSOL

7.5.3.1 Valoración de resultados en cuanto al tipo de metodología empleada.

Este apartado hace referencia a los resultados más o menos apropiados según el fungicida empleado, teniendo en cuenta los parámetros de humectación, penetración, impregnación, reacción y cambios del soporte textil, residuos y eficacia.

En dependencia al **comportamiento físico** que imponen los fungicidas en las mezclas, en relación con la humectación, penetración e impregnación podemos decir que:

- El empleo de etanol disminuye la tensión superficial de las mezclas, produciendo mayor humectación, menor penetración y menor difusión
- Neo- Desogen®, Biotín T® y Biotín R® producen mayor fluidez en todas sus metodologías
- Los tensoactivos presentes en los fungicidas de fase líquida disminuyen la tensión superficial produciendo una mayor humectación, menor penetración y menor difusión.
- Fungusol® y Ácido Bórico producen menor fluidez en todas las metodologías por tratarse de productos sólidos disueltos y no contener tensoactivos.

Con relación a la **interacción química** de los fungicidas con el soporte textil, no podemos saber lo que ocurre específicamente, debido a que ello es campo de investigación de otros profesionales, pero si podemos distinguir reacciones perceptibles que nos permitan clasificar una sustancia como más o menos adecuada. En este aspecto, las reacciones que se han podido percibir tienen que ver con la producción de **manchas y oscurecimiento** del soporte textil y destacamos que:

- Biotín T® tiene más probabilidad de provocar reacciones indeseables con el soporte textil con respecto al resto de fungicidas empleados.
- Biotín T® tiene más tendencia a oscurecer el soporte textil.

En lo que corresponde con la incorporación de **residuos por parte de cada fungicida** podemos decir que:

- Neo-Desogen®, Biotín T® y Biotín R® son líquidos, por lo que la incorporación de residuos va a depender de forma principal del grado de permanencia del fungicida en las fibras textiles.
- Fungusol® y Ácido bórico son productos en polvo y su empleo de tal forma aumenta las posibilidades de incluir residuos sólidos en el soporte textil.
- Fungusol® incorpora un alto grado de residuos sólidos al soporte textil.
- El empleo de Fungusol® en fase líquida aumenta notablemente la incorporación de residuos al soporte textil.

- Ácido bórico tiene menor tendencia de aportar residuos
- El empleo de Ácido bórico en fase líquida aumenta la inclusión de residuos sólidos si no se ha diluido correctamente en el medio disolvente.
- En caso de realizarse correctamente la disolución, el comportamiento en cuanto a aportación de residuos sería como el de los fungicidas líquidos, dependiente de la persistencia del agente.

En cuanto a la **eficacia de cada fungicida**, podemos decir que, éste es un parámetro condicionado por propiedades químicas que determinan la potencia de acción del agente. Basándonos en los resultados aproximativos obtenidos y extrayendo una media podemos decir que:

- Ácido bórico

Muestra mayor eficacia en comparación al resto de fungicidas

Obtiene mayor eficacia en Agar- agar.

- Fungusol

Mayor rango de eficacia en disolución en etanol, pero la cantidad de residuos es incluso superior que en su aplicación habitual.

Empleado en polvo obtiene rangos de eficacia elevados del 55%, pero incorpora residuos sólidos.

En agar-agar muestra un rango de eficacia de entre el 40 y 50%

En fase gelificada obtiene mayor rango de eficacia con las aplicaciones directas, en especial con la acuosa, en la de etanol la mezcla resultó excesivamente viscosa por lo que no resultó eficaz.

- Neo-Desogen

Mayor eficacia en disolución en etanol.

En general es elevada en mezclas que incluyan etanol.

En aplicaciones líquidas

En Agar- agar obtiene rangos de 54%

Menor eficacia en mezclas gelificadas, especialmente acuosas.

- Biotín T

Mayor eficacia en disolución en etanol.

Menor eficaz en mezclas acuosas

Eficacia media en las aplicaciones gelificadas

- Biotín R

Mayor eficacia en aplicación líquida en etanol

Aplicación gelificada con estrato intermedio eficacia superior a la aplicación directa.

En cuanto al **pH** incorporado a las fibras textiles , podemos decir que:

- Neo-desogen, Biotín T, Biotín R y Ácido bórico tienden a elevar el pH del soporte textil
- Fungusol tiende a disminuir el pH del soporte textil
- Biotín R en disolución de Etanol no produce cambios el pH del soporte textil
- Ácido bórico en Agar- agar no produce cambios en el pH del soporte textil.
- Ácido bórico actúa como una sustancia tampón frente a Klucel G y etanol por poseer un pH opuesto, estabilizando el pH que se aporta en las fibras, siendo un pH cercano.



8. CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

Como conclusiones generales podemos decir que:

- Con Agar-agar se ha logrado un sistema metodológico de aplicación que reduce el aporte de humedad, obteniendo una penetración paulatina del solvente y principio activo, por la capacidad de retención de agua de este espesante, junto a la capacidad de absorción de las fibras textiles que a su vez resulta un agente de limpieza por la absorción de la suciedad. Además, no aporta residuos sólidos, es reversible por no adherirse a la superficie y no agudiza la toxicidad del medio obtenido. Por otro lado, no es un tratamiento apropiado para soportes con exceso de suciedad ya que se podrían generar cercos.

- Comparando las metodologías empleadas destacamos que, las aplicaciones en disolución entrañan riesgos por la excesiva humectación y penetración, especialmente las acuosas. Podrían considerarse peligrosas para soportes con un alto contenido de suciedad en el lienzo, pudiendo ocasionar cercos. Con el empleo de etanol se genera oscurecimiento del soporte. Las aplicaciones en polvo no implican riesgos por reacciones del soporte en la aplicación, pero sí en la estabilidad de éste a largo plazo, por la incorporación de residuos sólidos, por lo se considera necesario la búsqueda de productos en polvo que no posean la capacidad adherente que tiene Fungusol®. Con el empleo de Klucel G® como medio espesante, se reducen los parámetros de humectación pero se suma el residuo sólido, el cambio estético y el comportamiento físico del soporte.

- En cuanto a la interacción con las metodologías con los fungicidas se puede decir que, con Agar-agar resultó positiva con todos los fungicidas, excepto con Biotín T® con el que se generaron cercos y en menor medida con Fungusol®. En disolución, en general se produjo manchado del soporte en especial con etanol. Con las mezclas gelificadas los problemas vienen el propio medio, aunque puede destacarse que en combinación con Ácido bórico puede tener un comportamiento muy agresivo. En las aplicaciones en polvo, Ácido bórico resultó no incluir residuos excesivos.

- Con respecto a la variación de pH en las fibras textiles, en general, Neodesogen®, Biotín T®, Biotín R® y Ácido bórico tienden a aumentarlo, por el contrario, Fungusol® tiende a disminuirlo. Se considera necesario la ampliación de este estudio, desde este aspecto, ya que, Agar-agar es ligeramente ácido y mantiene el pH que de por sí tiene un tejido celulósico, la incorporación de los diversos fungicidas pueden provocar mínimos cambios de este parámetro, por lo que sería interesante profundizar en si es recomendable que puedan darse estos cambios y hasta que nivel.

•Haciendo alusión a la incorporación de residuos, podemos decir que estos van a derivarse del empleo del fungicida, el solvente y espesante si lo hubiere, por ello en las aplicaciones en disolución y en Agar-agar, dependen de la persistencia del principio activo y la capacidad de evaporación y retención del solvente, quedando estos a modo de impregnación en las fibras textiles. En las gelificadas, sucede lo mismo, pero además se suma el residuo sólido del medio espesante. En el caso de las aplicaciones en polvo, los residuos son dados por el propio fungicida de forma sólida. Fungusol® en concreto genera mucho residuo sólido debido a su contenido en Aerosil, que lo capacita para adherirse a las superficies, por esta línea podría considerarse la necesidad de encontrar un fungicida en polvo que no tenga esta capacidad.

•En lo referente a la eficacia, se ha podido establecer una aproximación, en la que Ácido bórico, puede ser altamente eficaz con Agar-agar, con Klucel G® puede resultar agresivo. Biotín T® y Biotín R® adquieren un rango de eficacia elevado especialmente en disolución en etanol, Neo-Desogen® tiene una eficacia media resultando más eficaz en disolución en etanol y en general en combinaciones con etanol. Fungusol® tiene una eficacia media-baja, resultando nuevamente mayor en disolución en etanol, pero ésta no es apropiada.

La eficacia de Agar-agar está determinada por la potencia de acción del fungicida incorporado, su concentración y el tiempo de contacto, mientras que las aplicaciones en disolución sólo dependen de la evaporación del solvente. Partiendo desde este punto, podría indagarse el perfeccionamiento del sistema con el estudio de la combinación del tiempo necesario de actuación junto a la concentración de principio activo necesaria, con el fin de evitar aplicaciones prolongadas y lograr la efectividad del tratamiento.

En general se ha podido comprobar que las propiedades físicas del medio van a determinar su comportamiento y en consecuencia, esto influye en la efectividad y en los riesgos añadidos a la obra, por lo que, podemos atribuir determinadas propiedades físicas a una sustancia para obtener el tipo de aplicabilidad que se requiera, obteniendo así un determinado comportamiento.

Esto es, en dependencia del tipo de material empleado, de su forma física, o su adaptación para un determinado tipo de aplicación, se llega a condicionar su comportamiento y es por ello por lo que los riesgos pueden ser minimizados. A su vez la efectividad puede verse afectada al alterar ciertos parámetros, ya que, reducir la penetración implica reducir la impregnación de las fibras textiles con el principio activo pudiendo disminuir la eficacia del tratamiento.

Por ello, puede considerarse necesaria la ampliación de este estudio desde este punto, por medio de la comprobación rigurosa de que esta metodología haya resultado efectiva, comprobando que la colonia no siga activa.

9. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- AA.VV., 2004, Jornadas Monográficas: *Prevención del Biodeterioro en archivos y bibliotecas. Instituto del patrimonio Histórico Español*. 14-15, consulta en línea, 20/2/2012 <http://www.mcu.es/patrimonio/docs/MC/IPHE/M0901-02-4-2-PDF2.pdf>
- AA.VV., 2005, "Prevención del Biodeterioro en Archivos y Bibliotecas", *Bienes Culturales, Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*, dirigido por Marián del Egido y M^a del Carmen Hidalgo, nº5, IPHE, Madrid, consulta en línea, 15/2/2012 <http://es.calameo.com/read/000075335d30d779d0ea7>
- *Ampliación de Tecnología de los Alimentos Ingeniero Químico*. Departamento Ingeniería Química, consulta en línea, 2/3/2012 <http://www.ual.es/docencia/jfernand/ATA/Tema5/Tema5-HidratosCarbono.pdf>
- ANGULO MÉNDEZ, S.M., 2008, "Agentes bióticos de deterioro en materiales de biblioteca" En *Conservamos, Guía Técnica de Preservación en Bibliotecas*. Biblioteca nacional de Colombia, nº5, consulta en línea, 19/2/2012 <http://www.bibliotecanacional.gov.co/revistas/index.php/Conservamos/search/titles>
- BALLIU BADIA, M.A; GIRBAL LLADÓ, J; ROCABAYERA VIÑAS, R; SALGADO GISPERT, I., 2002, "Metodología de trabajo interdisciplinar para el estudio del estado de conservación en bibliotecas, archivos y colecciones de obra gráfica." En *Actas del I Congreso del GEIC. Conservación del Patrimonio: Evolución y nuevas perspectivas.*, Valencia, consulta en línea, 3/3/2012 <http://ge-iic.com/files/1congreso/Balliu.pdf>
- BARROS GARCÍA, J. M., 2007, *El estudio estratigráfico del patrimonio pictórico*. Editorial UPV.
- BARTOLOMÉ CAMACHO, M.C; SÁNCHEZ FORTÚN RODRIGUEZ, S., 2007, "Valoración de la toxicidad aguda de biocidas utilizados en ambientes de la vida privada y la salud pública sobre *Artemia franciscana*." *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 3 (1): 90-97. consulta en línea, 8/4/2012 <http://www.itson.mx/publicaciones/rln/Documents/v3-n1-11-valoracion-de-la-toxicidad-aguda-de-biocidas.pdf>
- BERGA CELMA, C., 2000, "Estudio del uso de dos fungicidas aplicados a pinturas al óleo sobre lienzo y tabla en medioambiente adverso." En *actas del XIII Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. LLEIDA.
- BOIG ROIG, M.P., 2011, *Caracterización del biodeterioro y desarrollo de nuevos tratamientos de limpieza aplicables a los frescos restaurados de Antonio Palomino en la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- BOLIVAR GALIANO, F; ROMERO NOGUERA, J. et al., 2010, "Biodeterioration patterns found in dammar resin used as art material" En *Electronic Journal of Biotchnology*. Vol 13, No 3 (2010) consulta en línea, 12/3/2012 <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v13n3-7/1130>
- BORREGO, S. F; PERDOMO, I; DE LA PAZ, J; GÓMEZ DE SARAVIA, S.G; GUIAMET. P. S., 2011, "Relevamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo Histórico del Museo de la Plata, Argentina y en el Archivo Nacional de la República de Cuba", en *Revista del Museo de La Plata. Sección Botánica.*, 18 (119). p.1-18, consulta en línea, 10/3/2012 http://www.fcnym.unlp.edu.ar/publi/revista/botanica/2011_Botanica_18_Borrego_alta.pdf
- CALLISTER, W.D., 1996, *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*, Volumen 2,

ed. Reverté.

- CALVO TORRAS, M.A; ADELANTADO, C; CORCUERA MARÍN., 2005, "Principales características de los hongos causantes de alteraciones en materiales celulósicos." *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº 53, p. 18.23. consulta en línea, 22/3/2012 http://ca.www.mcu.es/archivos/docs/MC/boletin3-4_2005.pdf
- CANEVA G; NUGARI M.P; SALVADORI O., 2000, *La biología en la Restauración*. Ed. Nerea. Guipúzcoa.
- CARRILLO NAVARRETE, F., 2002, *Caracterización estructural de fibras Lyocell y su comportamiento frente a procesos de degradación*. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Química, consulta en línea: 28/3/210 <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6451>
- CARRILLO, L., 2003, *Microbiología agrícola*. Universidad Nacional de Salta. Consulta online, 10/3/2012 <http://www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap7.pdf>
- CASELLI, M., 2000, *Contaminación atmosférica*. Causas y fuentes, efectos sobre el clima, la vegetación y los animales. Ed. Siglo Veintiuno. México.
- CRUZ RAMIREZ, C., 2011, Caracterización parcial de una proteasa alcalina a partir de hongos filamentosos implicados en el deterioro de Documentos Históricos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia. consulta en línea:10/3/2012 <http://www.bdigital.unal.edu.co/4189/1/CarlosAlbertoCruzRam%C3%ADrez.2011.pdf>
Cultural Heritage. Ed. Balkema Publishers. Seville. Spain.
- DOERNER, M; HOPPE, T., 1998, *Los Materiales de Pintura y su empleo en el Arte*. Ed. Reverte.
- DOMENECH CARBÓ, M.T; YUSÁ MARCO, D.J., 2009, *Compendio de principios físico químicos de materiales pictóricos practicum*. Ed. UPV. Valencia.
- DORNIEDEN, T.H; GORBUSHINA, A.A; KRUMBEIN W. E., 2000, "Biodecay of cultural heritage as a space/time-related ecological situation- an evaluation of a series of studies", *International Biodeterioration & Biodegradation*, 46(4) pp 261-270
- EVANS, E.T., 1996, "Biodeterioration of cellulose". *Biodeterioration abstracts*, Vo 10 nº3, pp 275-285, consulta en línea, 9/4/2012 <http://www.cabdirect.org/abstracts/19961302353.html>
- G.S DE HOOG,J; GUARRO,J; GENÉ,FIGUERAS,M.J., 2000, *Atlas of Clinical Fungi*. 2º edition, ed, Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- GIMENO, A., 2001, *Revisión Genérica del Problema de los Hongos y las Micotoxinas en la Alimentación Animal*, consulta en línea, 28/3/2012 <http://www.engormix.com/MAMicotoxinas/articulos/los-hongos-micotoxinas-alimentacion-t362/p0.htm>
- GÓMEZ DE SARAVIA, S.G; DE LA PAZ NARANJO, J; GUIAMET, P.S; ARENAS,P; BORRERO ALONSO, S.F., 2007, "Biocide activity of natural extracts against micro organisms affecting archives". En *Boletín Lationamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas (BLACPMA)*, 6. p.1-5, consulta en línea, 12/4/2012 <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=85670106>
- HERRERA, M., 1996, "Hongos 5, Archivo 0, Un grave ataque de hongos a un archivo Medieval" En *actas del XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Castellón.

- HEWIIT PAUL, G., 2004, *Física Conceptual*. Novena edición, ed, Pearson Educación, México.
- LINCOLN, TAIZ, E, Z., 2006, *Fisiología Vegetal*. Vol, 10, Colección ciencias experimentales. Publicación de la Universidad Jaume I.
- LÓPEZ MIRAS, M.M., 2011, *Identificación y caracterización de comunidades microbianas presentes en pinturas sobre lienzo: Estudio de su capacidad como agentes de biodeterioro*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, consulta en línea, 12/2/1012 <http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/19686/1/20102410.pdf>
- LURÁ DE CARAFEL, M; GONZALEZ, A ; BASÍLICO, JC; SARSOTTI FALCÓN, P; FREYRE L., 1997. *Introducción al estudio de la micología*. Universidad Nacional del Litoral.
- MÁRQUEZ;A.J; GUTIERREZ-CORREA,M.,1984, “Biodeterioro de textiles arqueológicos.” *Boletín de Lima*, nº 34, consulta en línea, 14/3/2012 http://lamolina.academia.edu/MarcelGuti%C3%A9rezCorrea/Papers/603094/Biodeterioro_de_textiles_arqueologicos
- MARTÍN REY, S., 2005, *Introducción a la Conservación y Restauración de Pinturas: Pintura sobre lienzo*. Ed. U.P.V.
- MARTINEZ ATAZ, E; DÍAZ DE MERA MORALES, Y., 2004, *Contaminación atmosférica*. Ed. Universidad de Castilla La Mancha, Cuenca.
- MELLONI, V., 2008, *Diagnostica molecolare di microrganismi biodeteriogeni su materiali cartacei storici*. Tesis Doctoral. Università di Bologna, consulta en línea, 14/3/1012 http://www.bioresart.it/files/Tesi_Valeria%20Melloni.pdf
- MICHALSKI, S., 2009, *Luz visible, radiación Ultravioleta e Infrarroja*. Canadian Conservation Institute. ICCROM, consulta en línea, 12/2/2012 <http://www.cci-icc.gc.ca/caringfor-prendresoin-des/articles/10agents/chap08-spa.pdf>
- MONTES ESTELLÉS, RM., 1996, *Estudio de la contaminación microbiológica en el Patrimonio Artístico de la Real Basílica de la Virgen de los Desamparados*. Tesis Doctoral. U.P.V. Departamento de Biotecnología.
- PARRADO, M. F; HLADKI, A.I; BIASUSO,A.B; MIRANDE,V., 2009, “Identificación de los agentes causantes de Biodeterioro en un monumento histórico” Tucumán, Argentina. En *Acta Zoológica Lilloana* 53 (1–2): 29–48, consulta en línea, 12/2/2012 <http://es.scribd.com/doc/16779791/10Identificacion-de-los-agentes-causantes-de-biodeterioro-en-un-monumento-historico-Tucuman-Argentina>
- PERAZA ZURITA, Y., 2004, *Biodeterioro por microalgas en fuentes de mármol: Descripción y formas de alteración relacionadas, propuesta de material de intervención. Interacciones entre microalgas y sustrato: Estudio de superficies*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, consulta en línea, 12/3/2012 <http://www.alhambra-patronato.es/ria/bitstream/handle/10514/113/Biodeterioro%20por%20microalgas%20en%20fuentes%20de%20marmol.pdf?sequence=3>
- PÉREZ MARÍN, E., 2009, *Limpieza de superficies pictóricas*. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. UPV.
- POYATOS JIMENEZ, F., 2002, *Procesos de biodeterioro en Pinturas sobre Lienzo del Museo de Bellas Artes de Granada: Examen visual y gráfico*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, consulta en línea: 12/3/2012 <http://hera.ugr.es/tesisugr/1679073x.pdf>
- QUINTERO, D.J.C; FEIJOO, C.G; LEMA, R.J.M., 2006, “Producción de enzimas lignolíticas

con hongos basidiomicetos cultivados sobre materiales lignocelulósicos” En *Vitae, revista de la Facultad de Química Farmacéutica* Vol. 13, Núm. 2, Universidad de Antioquia Colombia, consulta en línea, 24/3/1012 <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae/article/viewFile/546/480>

- Real Academia Española, Diccionario de la Lengua Española, 2001, 22ª edición, consulta en línea, 12/4/2012 <http://lema.rae.es/drae/>
- ROMERO NÓGUERA, J., 2007, *Biodeterioro fúngico y bacteriano de resinas terpénicas utilizadas en pintura y otras artes plásticas*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada. consulta online, 12/2/1012 <http://hera.ugr.es/tesisugr/16790819.pdf>
- RUBIO, R; BOLIVAR, F.C., 1997, "Preliminary study on the biodeterioration of canvas paintings from the seventeenth century by microchiroptera", *International Biodeterioration & Biodegradation*, 40 (2-4):161-169.
- RUÍZ HERRERA, J., 2008, *Viaje al asombroso mundo de los hongos*. México. FCE, SEP, CONACyT.
- SAMEÑO PUERTO, M; RUBIO FAURE, C., 1998, "Métodos de control biológico aplicados a escultura en madera." *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº 23, p. 46.50, consulta en línea, 20/4/2012 http://www.iaph.es/Patrimonio_Historico/cd/ficheros/35/ph23-46.pdf
- SARRÓ MORENO, M.I., 2010, "Biología molecular aplicada al estudio del biodeterioro causado por microorganismos y la conservación de bienes culturales" En *Patrimonio Cultural de España: Patrimonio e innovación*, 4, consulta en línea, 18/3/1012 <http://es.scribd.com/doc/49879713/Sarro-M-Biologia-molecular-aplicada-al-biodeterioro-2010>
- SCICOLONE, G. C., 2002, *Restauración de la Pintura Contemporánea*. Ed. Nerea. Guipúzcoa.
- SELWITZ, C, MAEKAWA, S., 1998, "Inert gases in the control of museum insect pest" In *Research in Conservation*: 50-55. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.
- SORIANO DEL CASTILLO, J.M., 2006, *Nutrición básica humana*. Universidad de Valencia.
- TORTORA, G. J; FUNKE, B.R; CASE, C. L., 2007, *Introducción a la microbiología*. Ed. Médica Panamericana.
- URÁN, M; CANO L., 2008, "Melanin: implications in some disease pathogenesis and its capacity to evade the host immune response", En *Asociación Colombiana de Infectología*, vol.12, n.2, consulta en línea, 15/4/2012 <http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v12n2/v12n2a07.pdf>
- VAILLANT CALLOL, M; DOMENECH CARBÓ, M^oT; VALENTÍN RODRIGO, N., 2003, *Una mirada hacia la Conservación preventiva del Patrimonio Cultural*. Valencia.
- VALENTÍN, N. "Biodeterioro de los materiales de archivos y museos. Conservación y prevención" *Instituto Cultural de España*, 1-15, consulta en línea, 22/5/1012 <http://www.aacidcf.org.co/documentos/MI%2018.283%20Valentin,%20Nieves.%20Biodeterioro.pdf>
- VALENTÍN, N., 2003, "Biodeterioro. Infestaciones y su erradicación" En *Retablos. Bienes Culturales*. Ed. IPHE. Nº 2: 175-186
- VALENTÍN, N., 2003, "Insect infestation in Museums". In *Molecular Biology and Cultural Heritage. Proceedings of the International Congress on Molecular Biology and*

-
- VALENTÍN, N., 2005, Biodeterioro en “Prevención del Biodeterioro en Archivos y Bibliotecas”. Bienes Culturales. *Instituto del Patrimonio Histórico Español*. Nº 5 Anexo. :30-33.
 - VALENTÍN, N; GARCÍA, R. “El biodeterioro de materiales orgánicos” *Instituto del Patrimonio Histórico Español, Arbor*, consulta en línea, 23/3/2012 http://www.abracor.com.br/novosite/downloads/nieves_valentin.pdf
 - VALENTÍN, N; GARCÍA, R., 1999, “ El Biodeterioro en el museo”, *Instituto del Patrimonio Histórico Español, Arbor* nº645, pp. 85-107 CSIC, Madrid, consulta en línea: 22/5/1012 <http://es.scribd.com/doc/49879785/Valentin-N-y-Garcia-R-Biodeterioro-en-museo-1999>
 - VALENTÍN, N; PREUSSER, F., 1990, “Insect control by inert gases in museum, archives and Libraries”. *Restaurator* 11: 22-33.
 - VALGAÑON, V., 2008. *Biología aplicada a la Conservación y Restauración*. Ed Síntesis, Madrid.
 - VÁZQUEZ ALBADALEJO, C. **Estudio de biodeterioro producido por hongos en pintura de caballete del siglo XVIII**, Tesis Doctoral. U.P.V. Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.
 - VILLARQUIDE, A, 2005b. *La pintura sobre tela II. Alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*, San Sebastián, ed. Nerea.
 - VIVANCOS RAMÓN, V., 2007, *La conservación y restauración de pintura de caballete. Pintura sobre tabla*. ed. Tecnos. Madrid.
 - VIVANCOS RAMÓN, V; PÉREZ MARÍN, E. “La desinsectación de la madera. Adaptación de nuevas tecnología físicas.” En *R&R* 99 68-73, consulta en línea, 28/5/2012 http://crbc.webs.upv.es/html/ryr/pdf/RyR_99_68-73.pdf



ANEXO



Imagen 1. Fotografía general. Soporte textil nº 1.

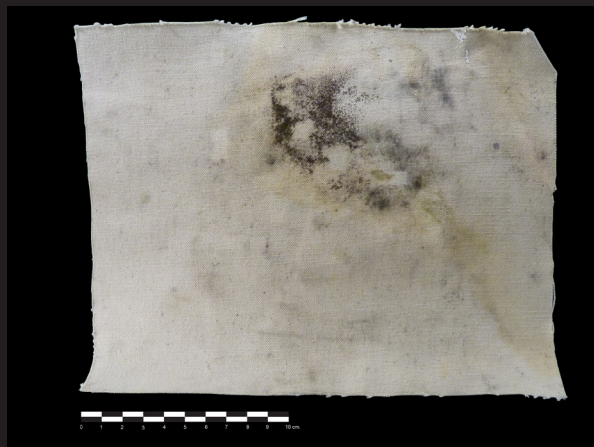


Imagen 2. Fotografía general. Soporte textil nº 2.

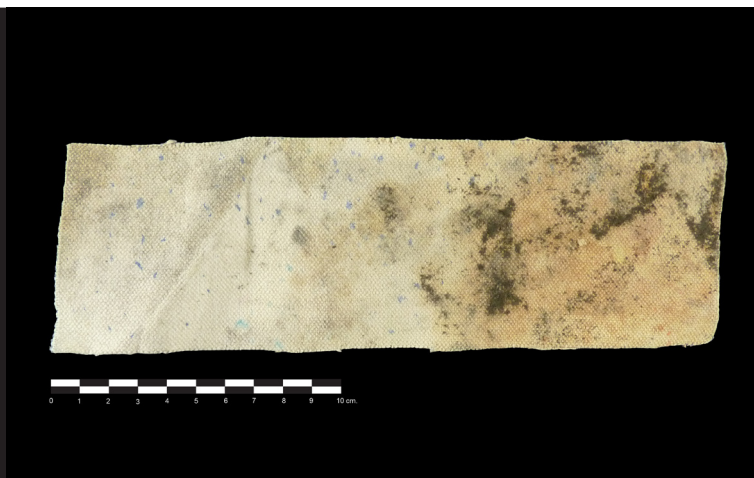


Imagen 3. Fotografía general. Soporte textil nº 3.

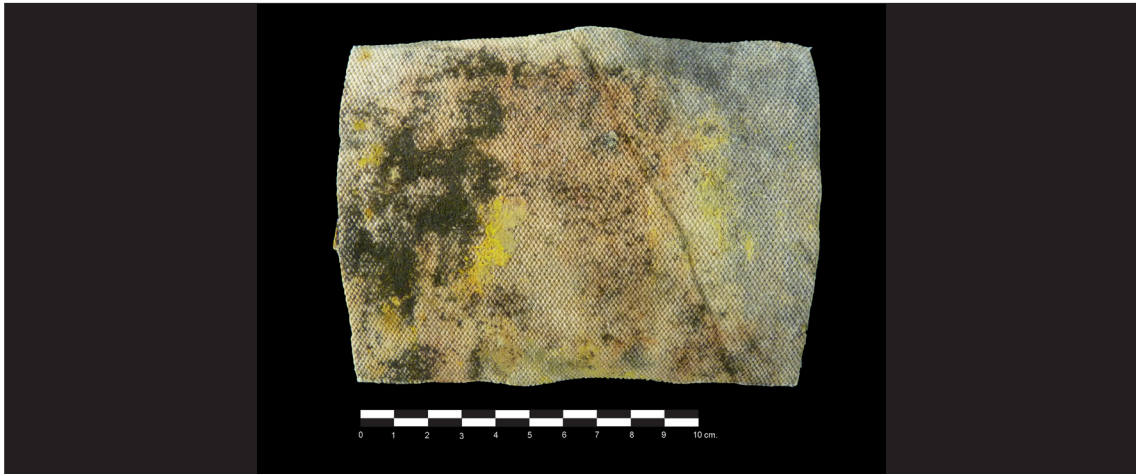


Imagen 4. Fotografia general. Soporte textil n° 4.



Imagen 5. Fotografia general. Soporte textil n° 5.



Imagen 1. Fotografia general. Soporte textil n° 6.



Imagen 7. Fotografía general. Soporte textil n° 7.



Imagen 8. Proceso de contabilización de unidades formadoras de colonias antes del proceso de aplicación.

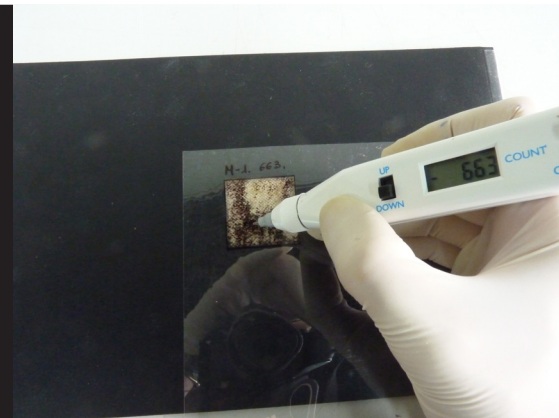


Imagen 9. Proceso de contabilización de unidades formadoras de colonias antes del proceso de aplicación.

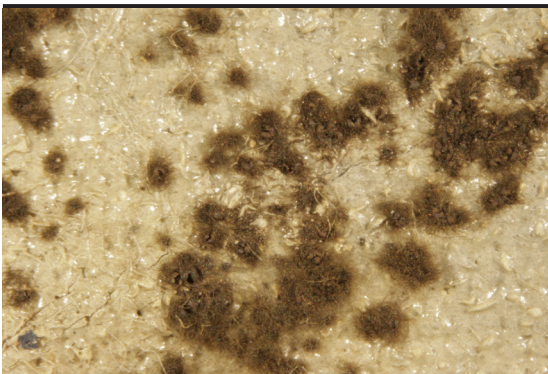


Imagen 10. Microfotografía a 10x. Anverso de uno de los lienzos que muestra ataque fúngico.

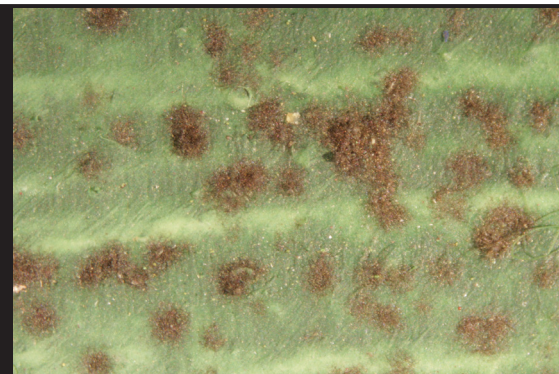


Imagen 11. Microfotografía a 10x. Estratos pictóricos que sufren ataque fúngico.

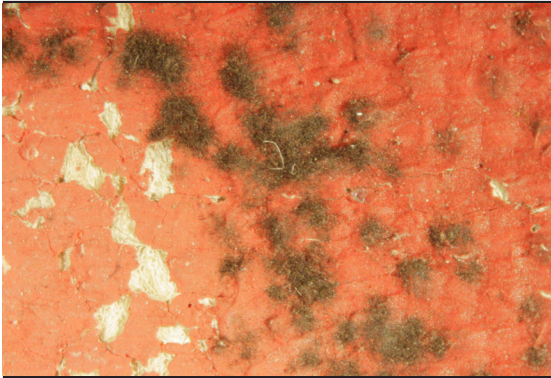


Imagen 12. Microfotografía a 10x. Anverso de uno de los lienzos que muestra ataque fúngico.



Imagen 13. Microfotografía a 20x. Se observa la presencia de diferentes microorganismos en la superficie.

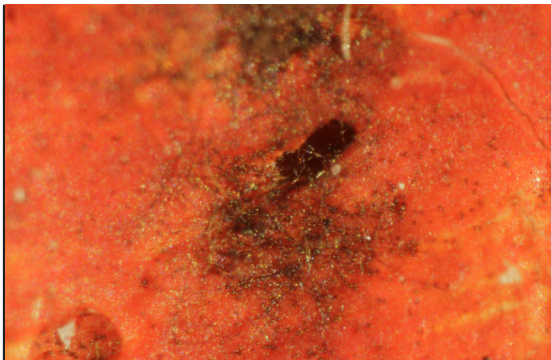


Imagen 14. Microfotografía a 63x. Se observan las hifas fúngicas que han traspasado la totalidad de los estratos desde el reverso.

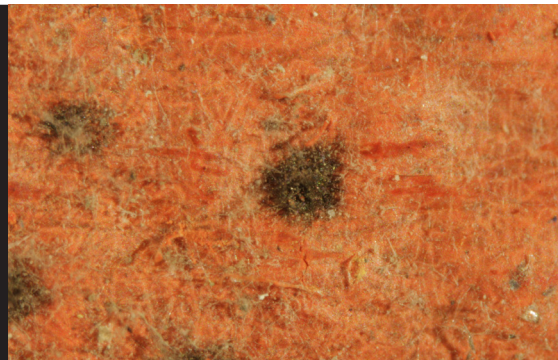


Imagen 15. Microfotografía a 10x.

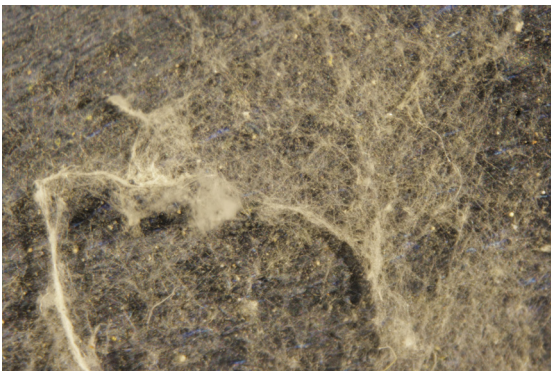


Imagen 16. Microfotografía a 63x. Se observa la presencia de diferentes microorganismos.



Imagen 17. Microfotografía a 16x. Fibras textiles que sufren pigmentación producida por el metabolismo de hongos o bacterias presentes.

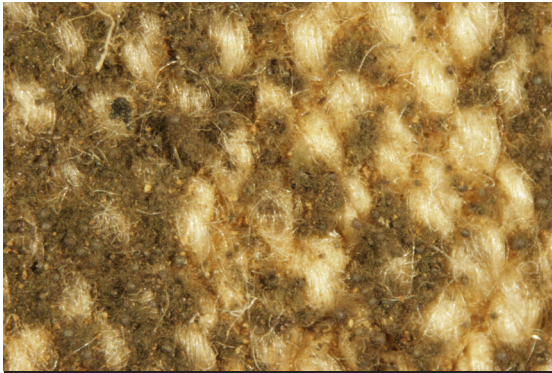


Imagen 18. Microfotografía a 10x. Soporte textil con grave ataque microbiológico.



Imagen 19. Microfotografía a 10x. Puede observarse ya a estos aumentos que el cuerpo fructífero del hongo es de gran tamaño.



Imagen 19. Microfotografía a 16x. Ataque fúngico en soporte celulósico.



Imagen 20. Microfotografía a 16x. Ataque fúngico de menor grado.

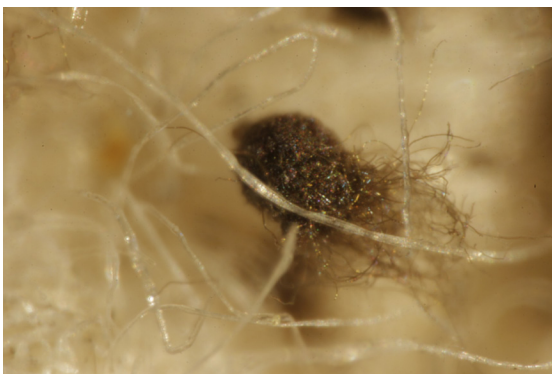


Imagen 21. Microfotografía a 80x. Cuerpo fructífero ovalado

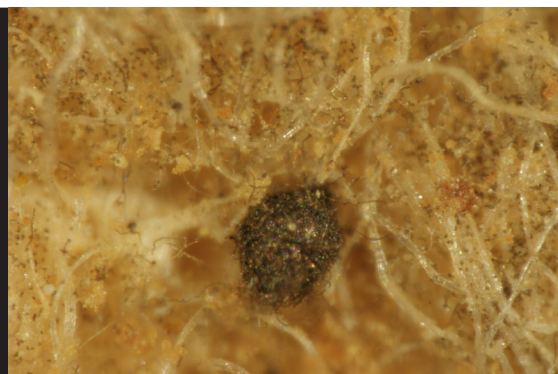


Imagen 22. Microfotografía a 80x.



Imagen 23. Microfotografía a 80x.

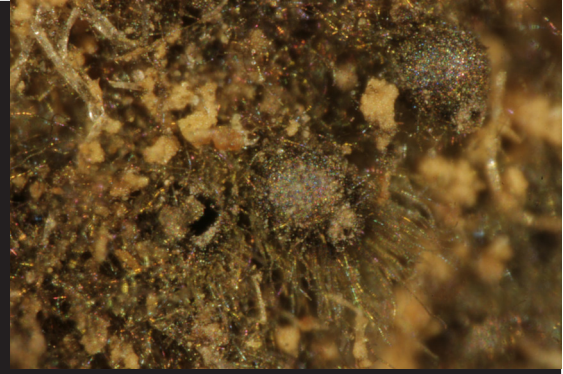


Imagen 23. Microfotografía a 80x.

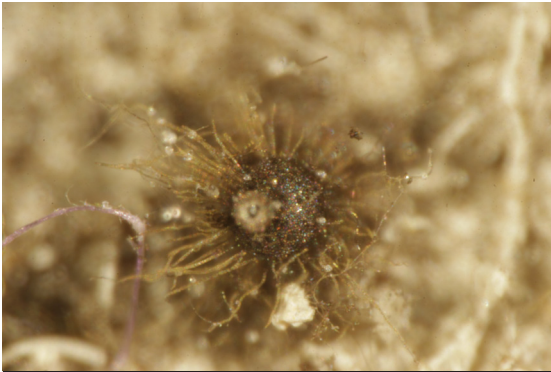


Imagen 23. Microfotografía a 80x.

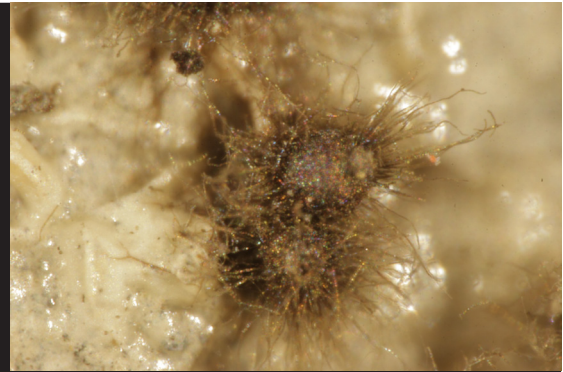


Imagen 23. Microfotografía a 80x.



Imagen 23. Microfotografía a 80x.

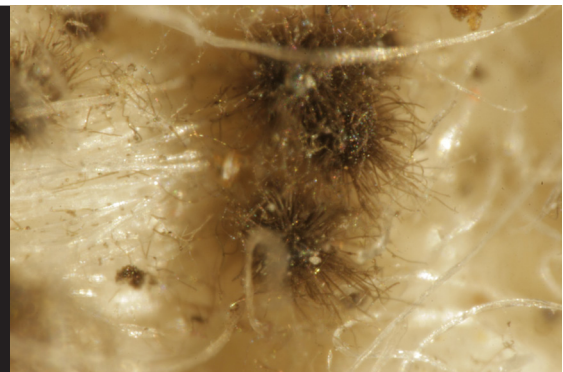


Imagen 23. Microfotografía a 80x.



Imagen 24. Proporciones (lectura izda. dcha) 9-10-15g/100 ml. Estado de las mezclas tras 30 minutos.

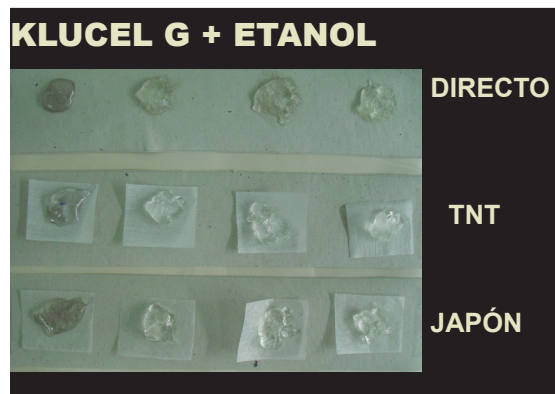


Imagen 25. Proporciones (lectura izda. dcha) 5-9-10-15g/100 ml. Estado de las mezclas tras 30 minutos.



Imagen 26: Proporciones (lectura izda. dcha) 0,625-1-1,5 g/100 ml. Estado de las mezclas tras 30 minutos.

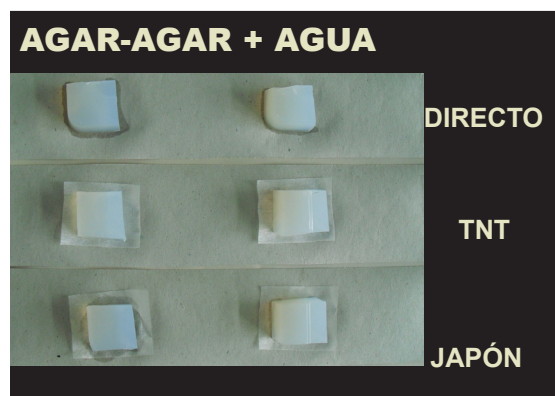


Imagen 27: Imagen 3: Proporciones (lectura izda. dcha) 2 - 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 30 minutos.

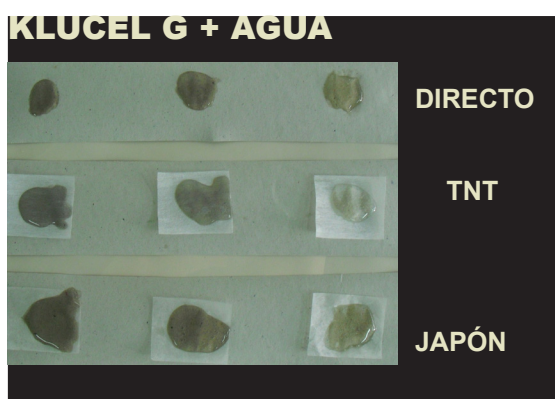


Imagen 28. Proporciones (lectura izda. dcha) 9-10-15g/100 ml. Estado de las mezclas tras 3 horas.



Imagen 29. Proporciones (lectura izda. dcha) 5-9-10-15g/100 ml. Estado de las mezclas tras 3 horas.



Imagen 30. Proporciones (lectura izda. dcha) 0,625-1-1,5 g/100 ml. Estado de las mezclas tras 3 horas.



Imagen 31. Proporciones (lectura izda. dcha) 2 - 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 3 horas.

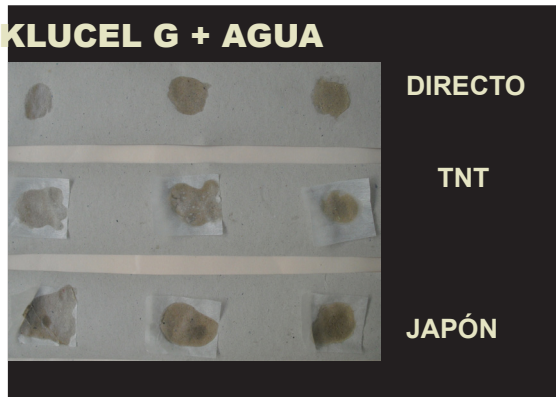


Imagen 32. Proporciones (lectura izda. dcha) 9-10-15g/100 ml. Estado de las mezclas tras 24 horas. Adhesión de las mezclas al sustrato en todos los casos.

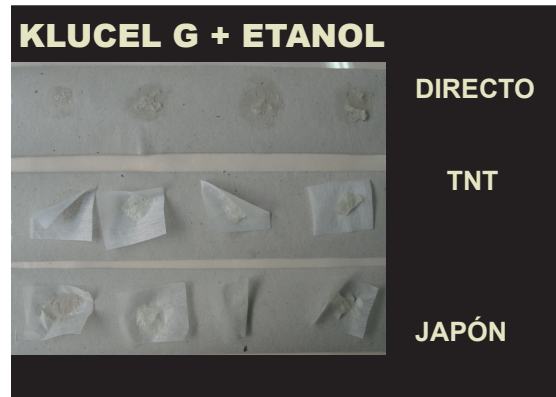


Imagen 33. Proporciones (lectura izda. dcha) 5-9-10-15g/100 ml. Estado de las mezclas tras 24 horas. Adhesión de las mezclas al sustrato en todos los casos menos en los que la mezcla no traspasó el estrato intermedio.



Imagen 34. Proporciones (lectura izda. dcha) 0,625-1-1,5 g/100 ml. Estado de las mezclas tras 24 horas. No se produce adhesión al sustrato.



Imagen 35. Proporciones (lectura izda. dcha) 2 - 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 24 horas. No se produce adhesión al sustrato.



Imagen 36 . Agitador magnético. Proceso de elaboración mezclas Fungusol•



Imagen 37 . pH metro de líquidos. Medición Biotín T•



Imagen 38 . Mezclas preparadas para su aplicación sobre papel gris absorbente.

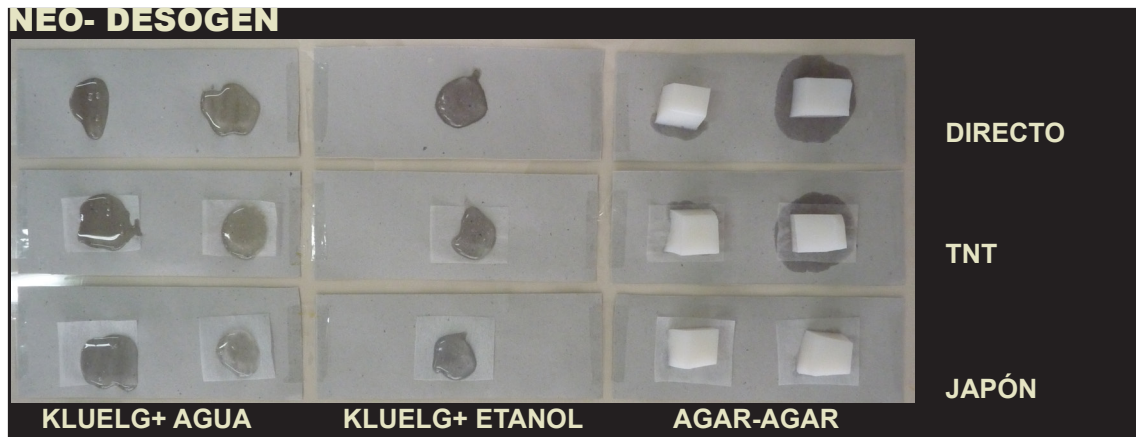


Imagen 39. Proporciones (lectura izda. dcha) 10-15g/100 ml. 5g/100 ml. 2- 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 30 minutos.

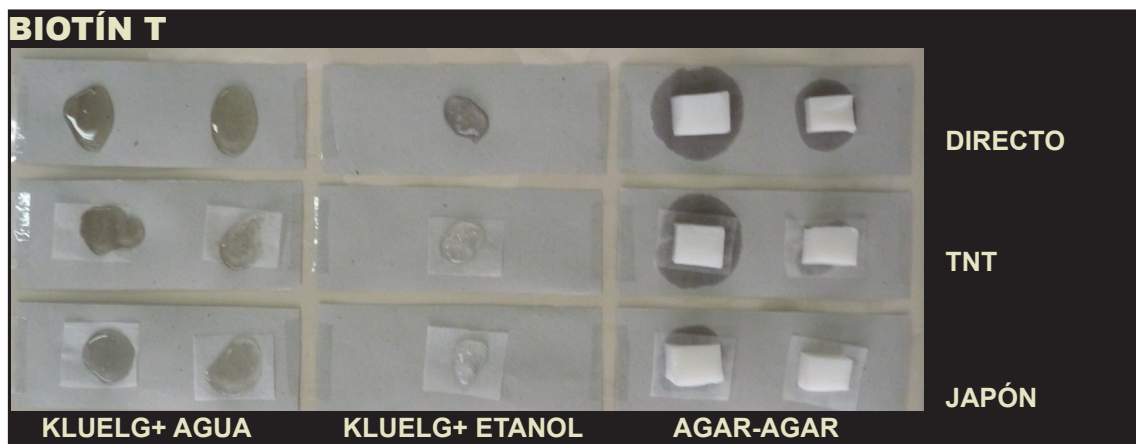


Imagen 40. Proporciones (lectura izda. dcha) 10-15g/100 ml. 5g/100 ml. 2- 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 30 minutos.

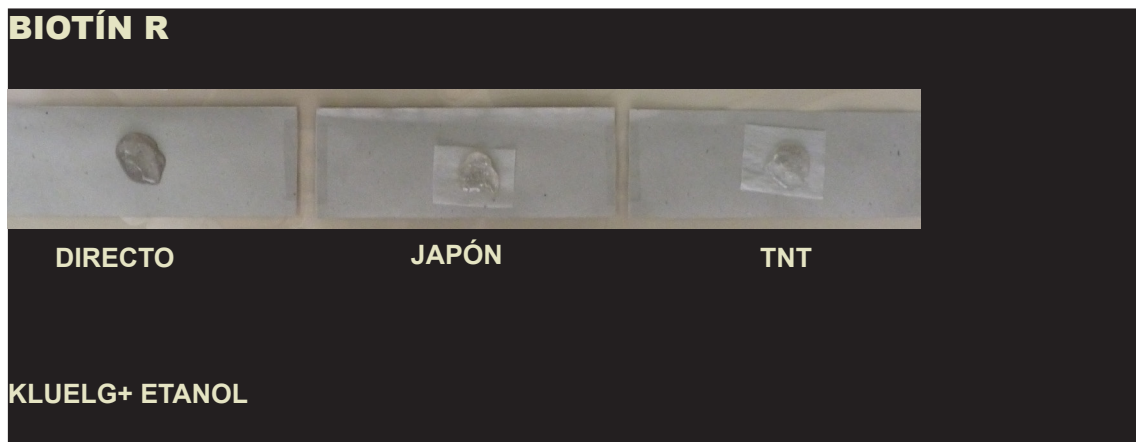


Imagen 41. Proporciones 5g/100 ml. Estado de las mezclas tras 30 minutos.

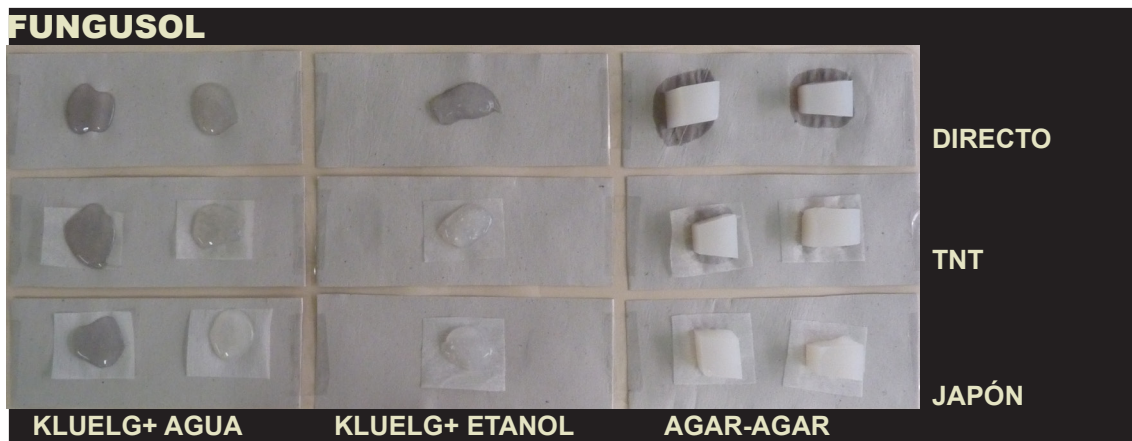


Imagen 42. Proporciones (lectura izda. dcha) 10-15g/100 ml. 5g/100 ml. 2- 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 30 minutos.



Imagen 43. Proporciones (lectura izda. dcha) 10-15g/100 ml. 5g/100 ml. 2- 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 30 minutos.

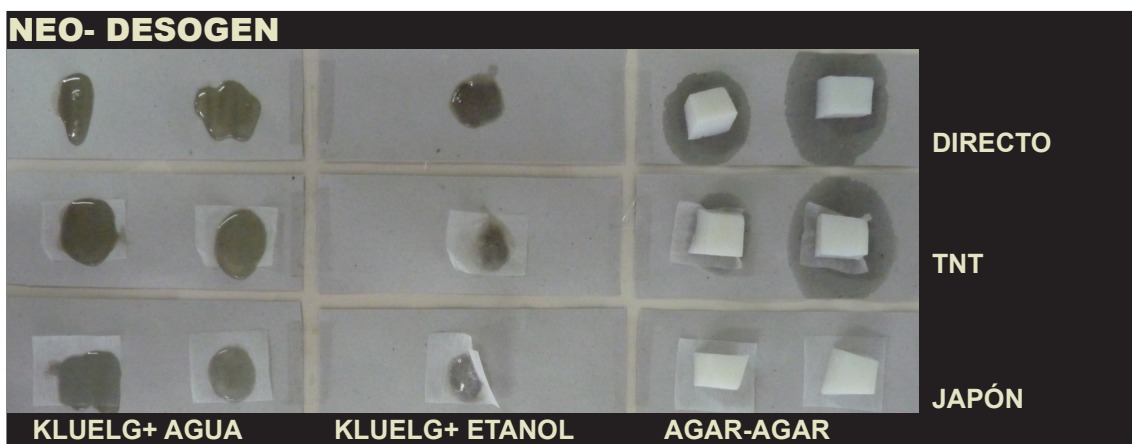


Imagen 44. Proporciones (lectura izda. dcha) 10-15g/100 ml. 5g/100 ml. 2- 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 4 horas.

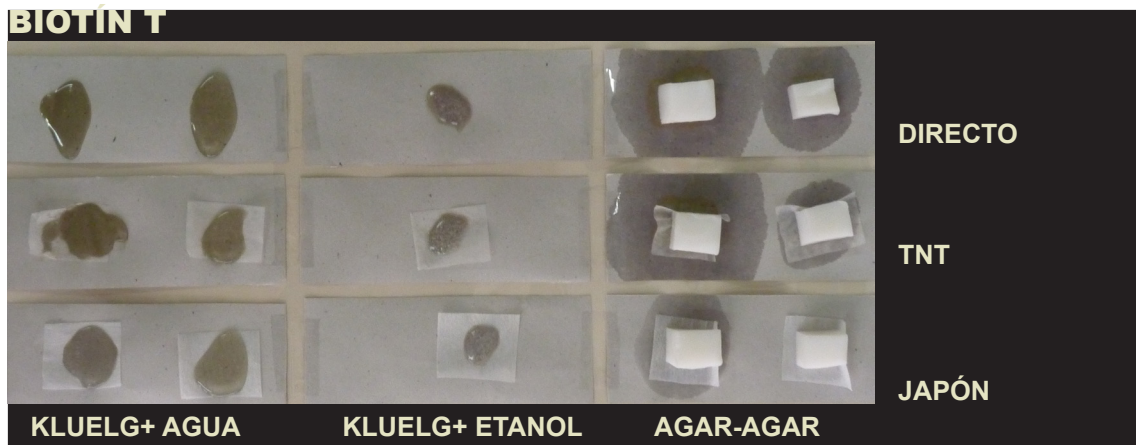


Imagen 45. Proporciones (lectura izda. dcha) 10-15g/100 ml. 5g/100 ml. 2- 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 4 horas. Se aprecia el color anaranjado.

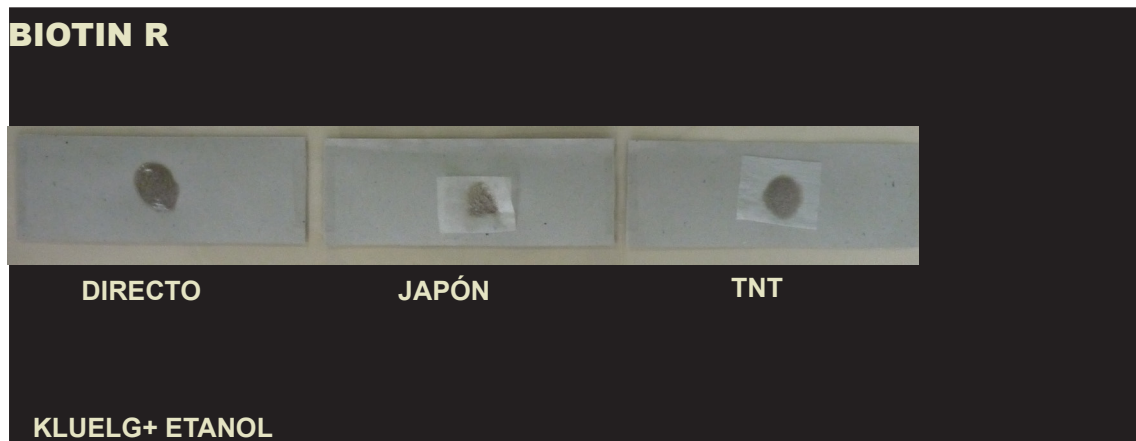


Imagen 46. Proporciones (lectura izda. dcha) 10-15g/100 ml. 5g/100 ml. 2- 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 4 horas.

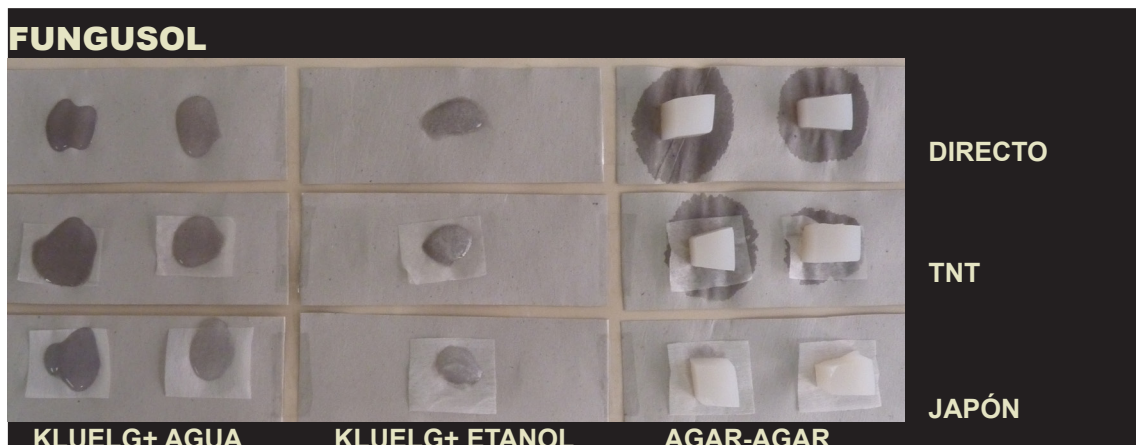


Imagen 47. Proporciones (lectura izda. dcha) 10-15g/100 ml. 5g/100 ml. 2- 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 4 horas.

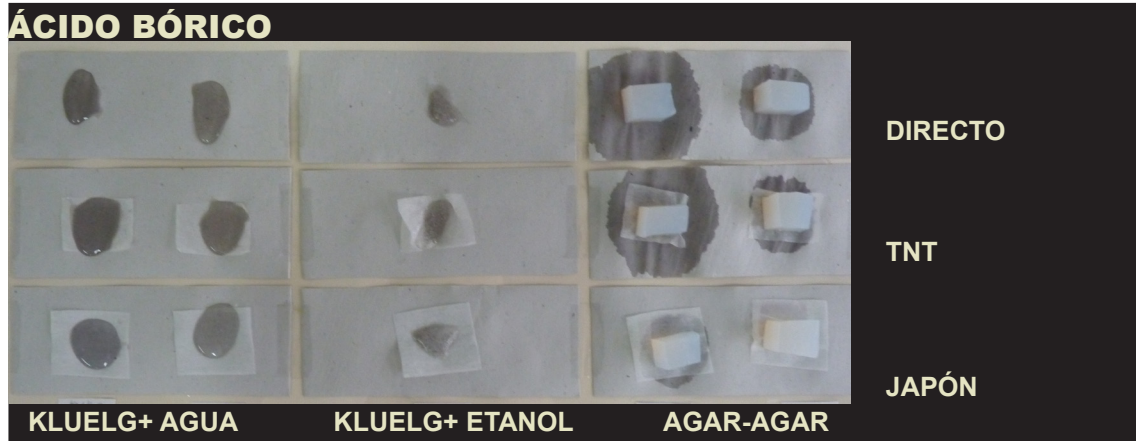


Imagen 48. Proporciones (lectura izda. dcha) 10-15g/100 ml. 5g/100 ml. 2- 3g/100 ml. Estado de las mezclas tras 4 horas.



Imagen 49. Proporciones 10g/100 ml. Estado tras 4 días, se observa el tono amarillento.

Imagen 50. Proporciones 10g/100 ml. Estado tras 4 días, se observa el tono rosado y anaranjado.

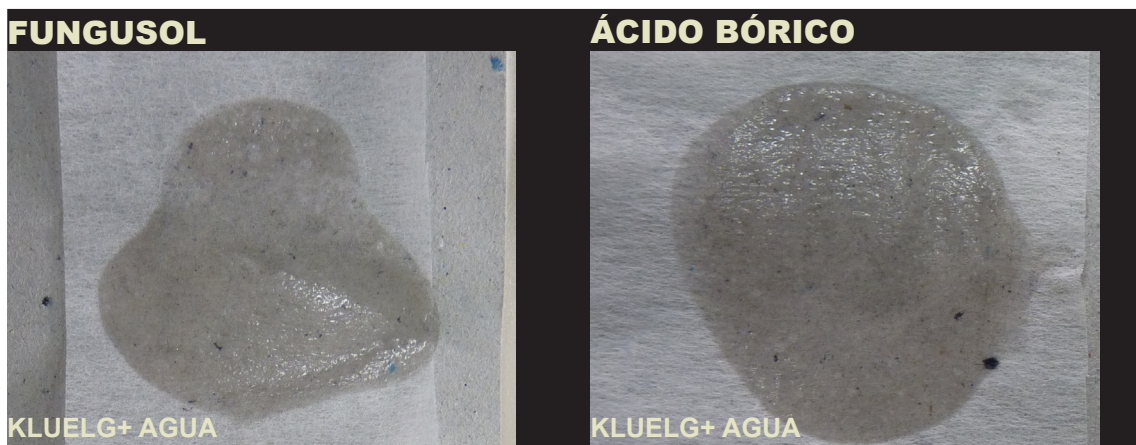


Imagen 51. Proporciones 10g/100 ml. Estado tras 4 días, no se produce manchado.

Imagen 52. Proporciones 10g/100 ml. Estado tras 4 días, no se produce manchado.

NEO- DESOGEN

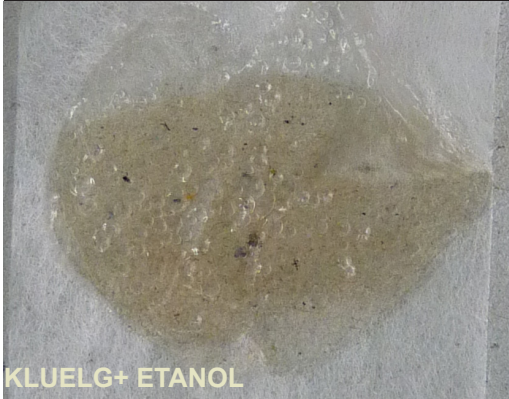


Imagen 53. Proporciones 5g/100 ml. 5g/100 ml. Estado tras 4 días, se observa el color amarillento.

BIOTÍN T



Imagen 54. Proporciones 5g/100 ml. Estado tras 4 días, se observa el color anaranjado.

BIOTÍN R

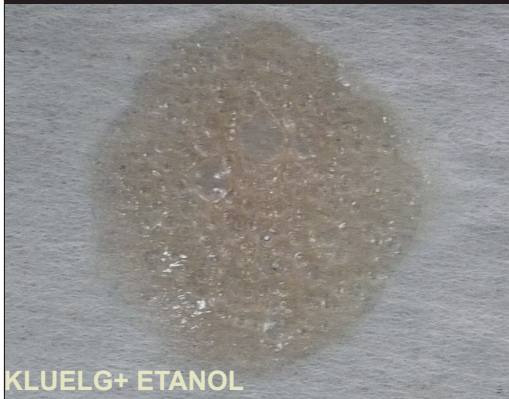


Imagen 55. Proporciones 5g/100 ml. Estado tras 4 días, se observa el color rosado muy sutilmente.

FUNGUSOL

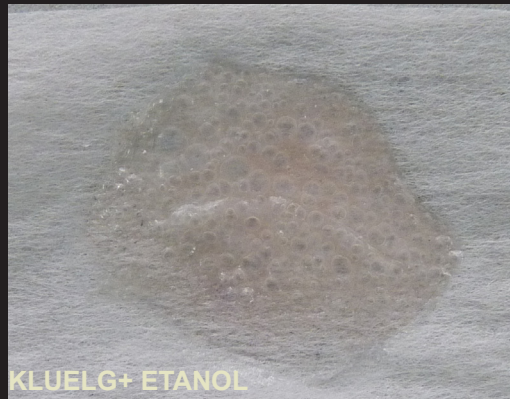


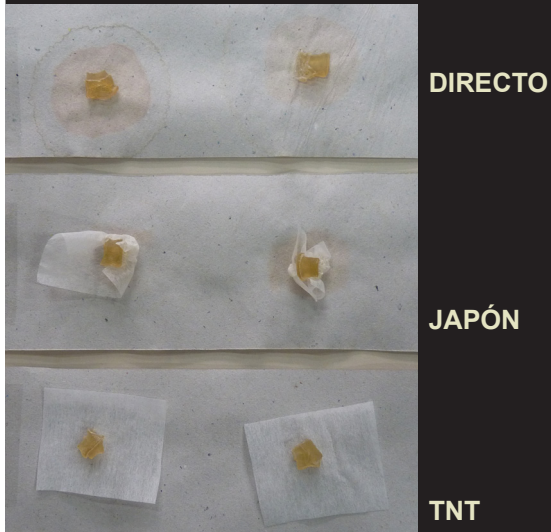
Imagen 56. Proporciones 5g/100 ml. Estado tras 4 días, se observa el color rosado muy sutilmente.

ÁCIDO BÓRICO



Imagen 57. Proporciones 5g/100 ml. Estado tras 4 días, se observa que casi no produce color rosado.

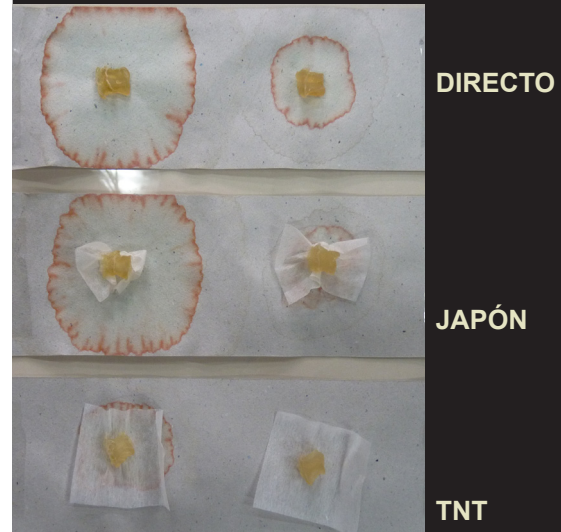
NEO- DESOGEN



AGAR-AGAR

Imagen 58. Proporciones (lectura izda. dcha) 2- 3g/100 ml. Estado tras 4 días, se observa un manchado rosado.

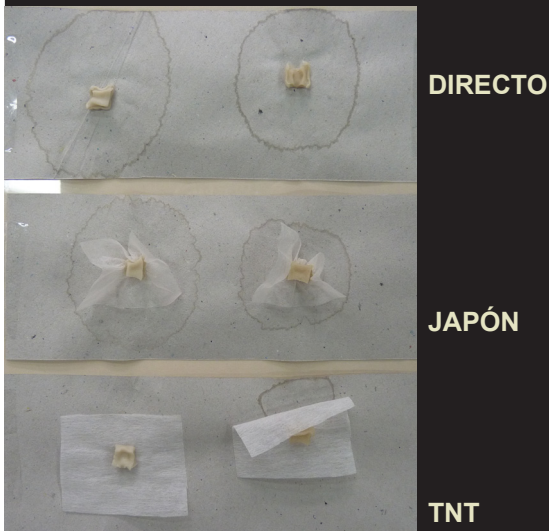
BIOTIN T



AGAR-AGAR

Imagen 59. Proporciones (lectura izda. dcha) 2- 3g/100 ml. Estado tras 4 días, se obse un manchado rosado anaranjado de gran intensidad.

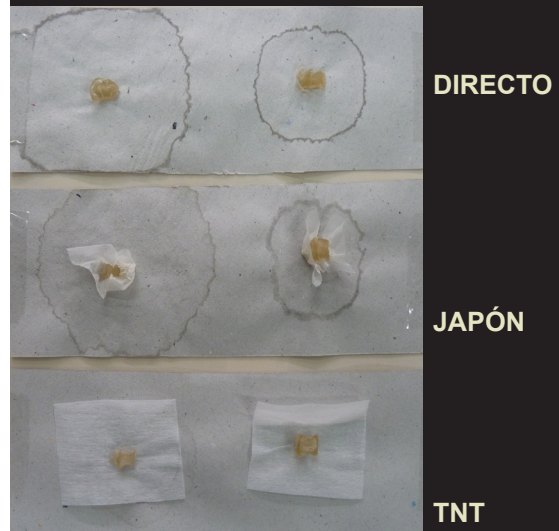
FUNGUSOL



AGAR-AGAR

Imagen 60. Proporciones (lectura izda. dcha) 2- 3g/100 ml. Estado tras 4 días, no se observa mancha de color.

ÁCIDO BÓRICO



AGAR-AGAR

Imagen 61. Proporciones (lectura izda. dcha) 2- 3g/100 ml. Estado tras 4 días, no se observa mancha de color.

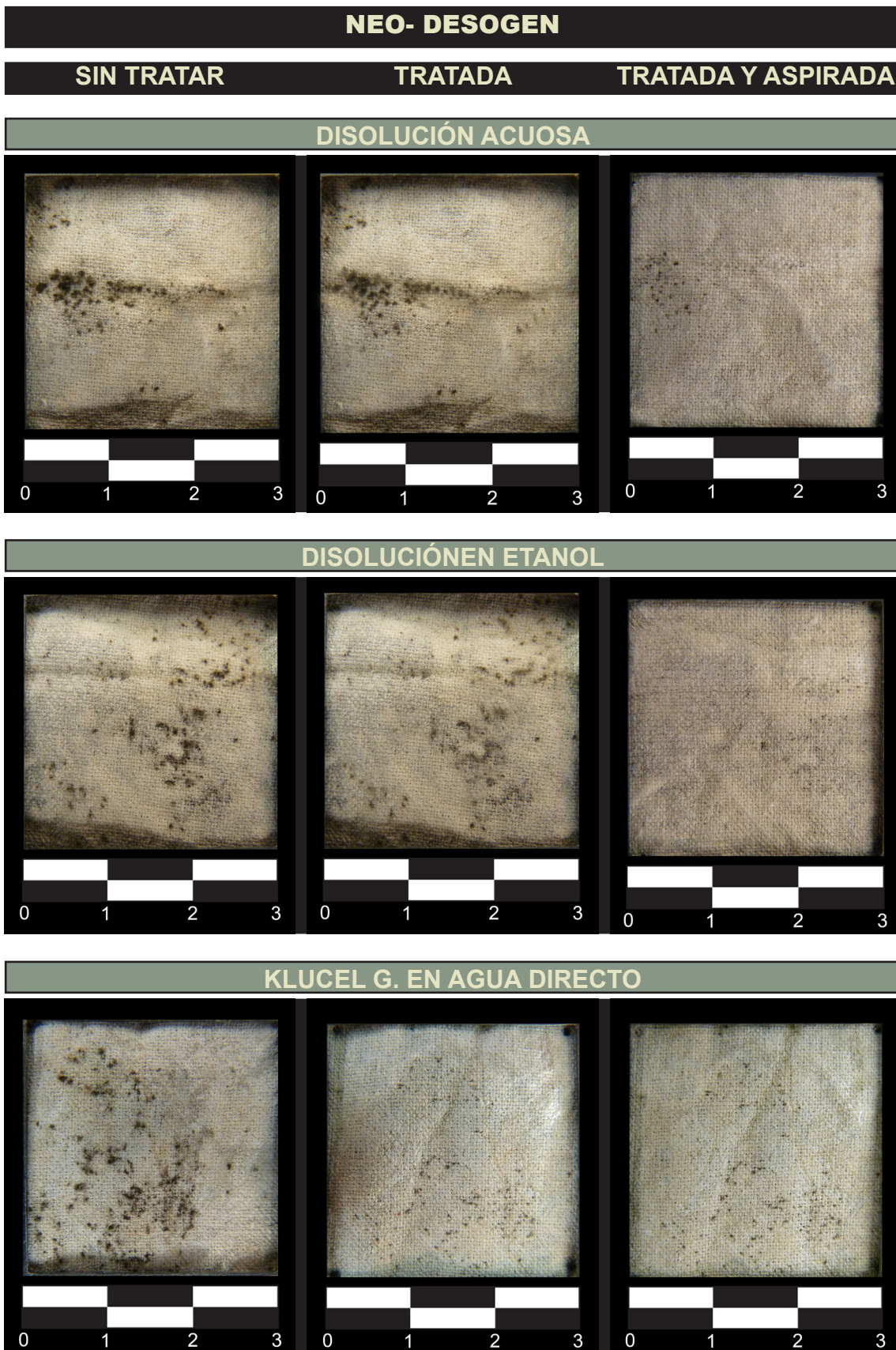


Tabla 32. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

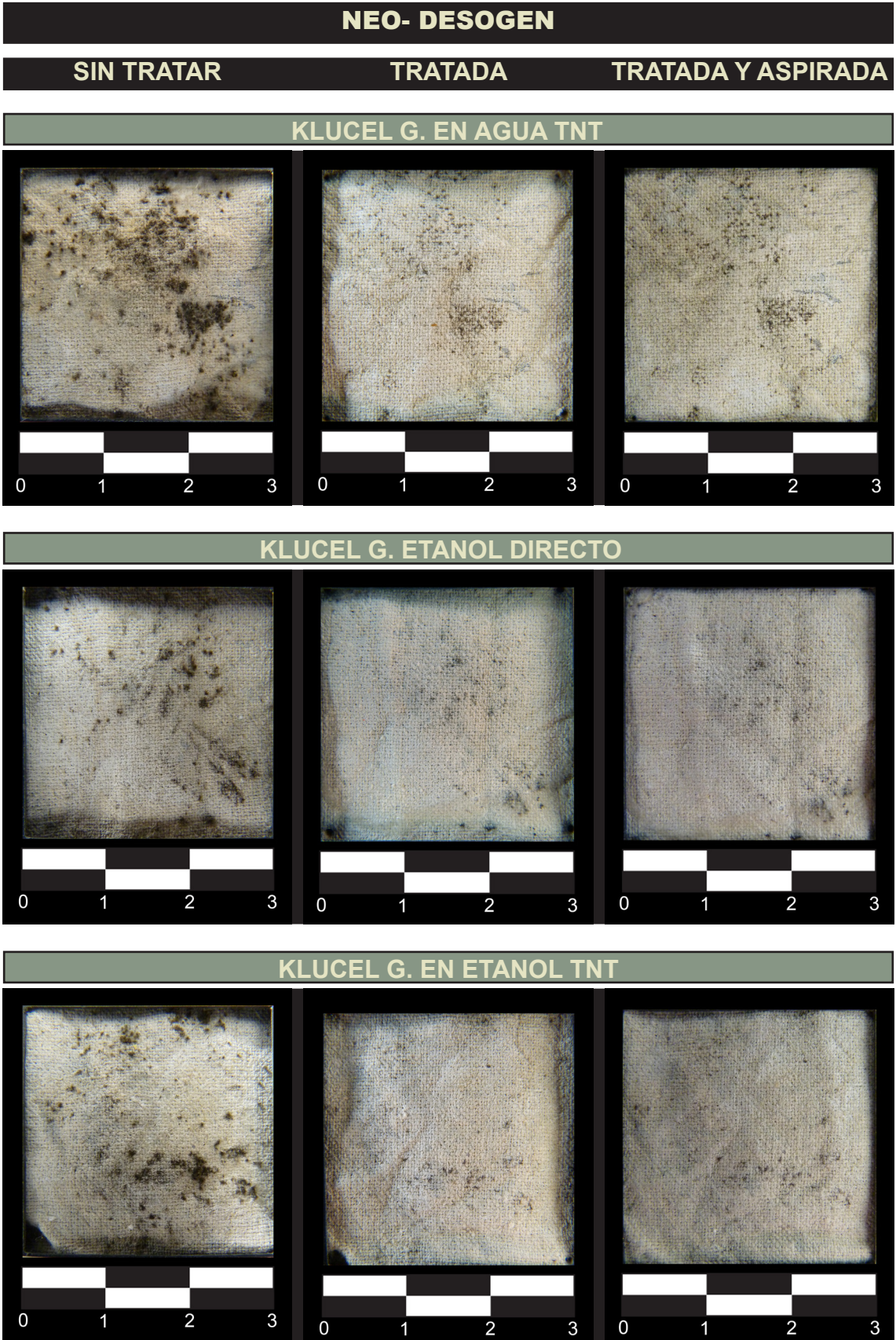


Tabla 33. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

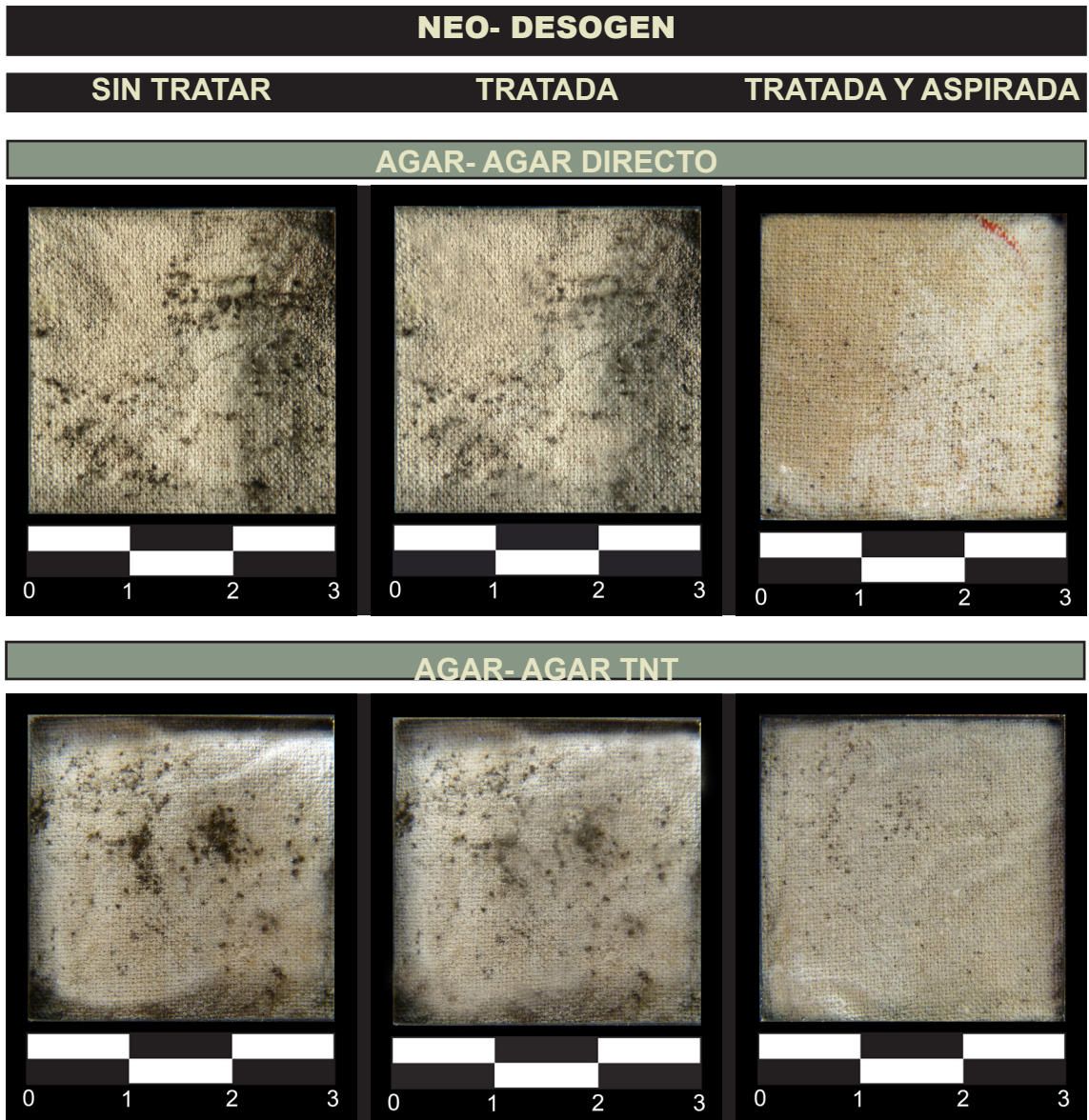


Tabla 34. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

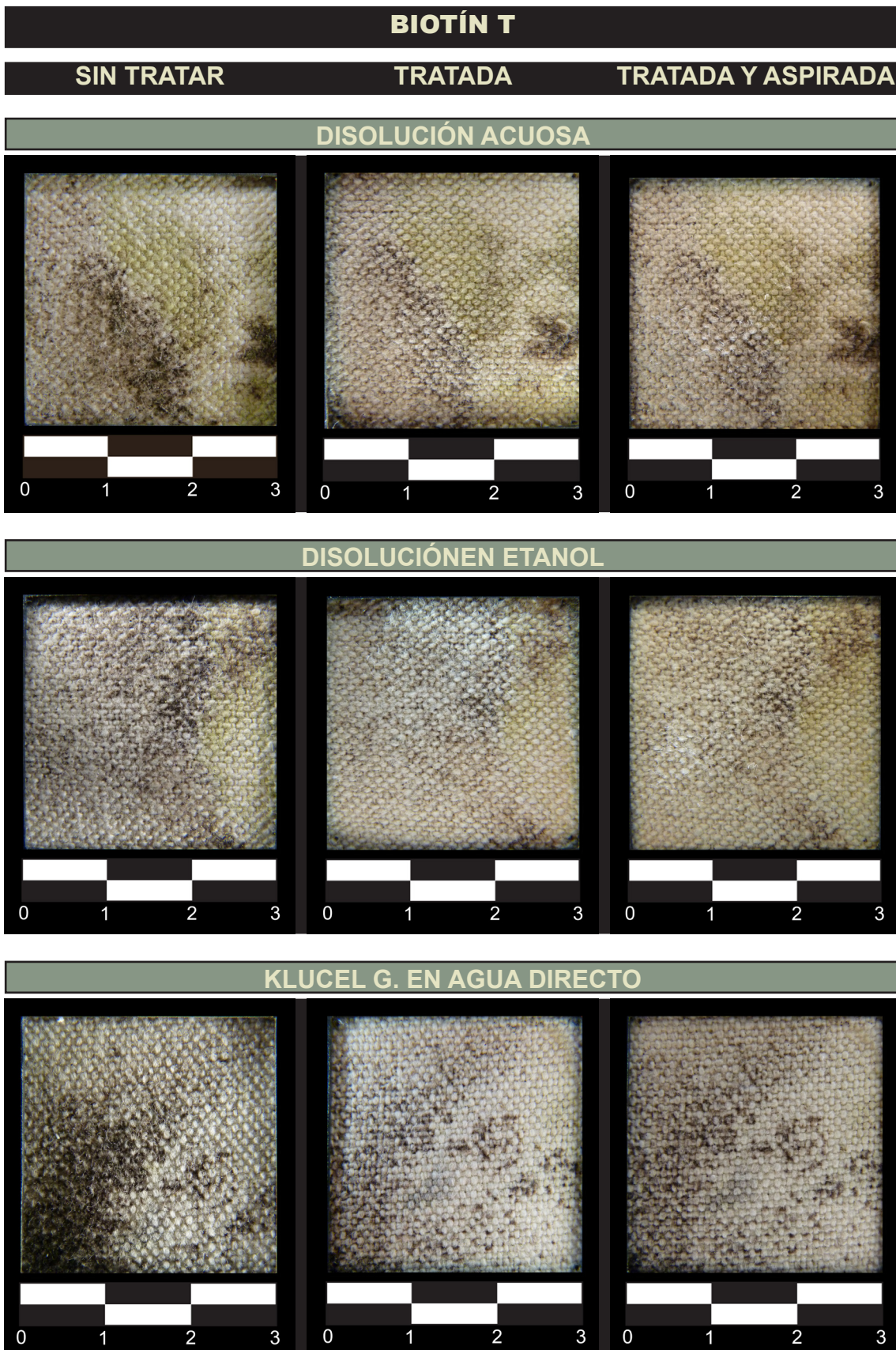


Tabla 35. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

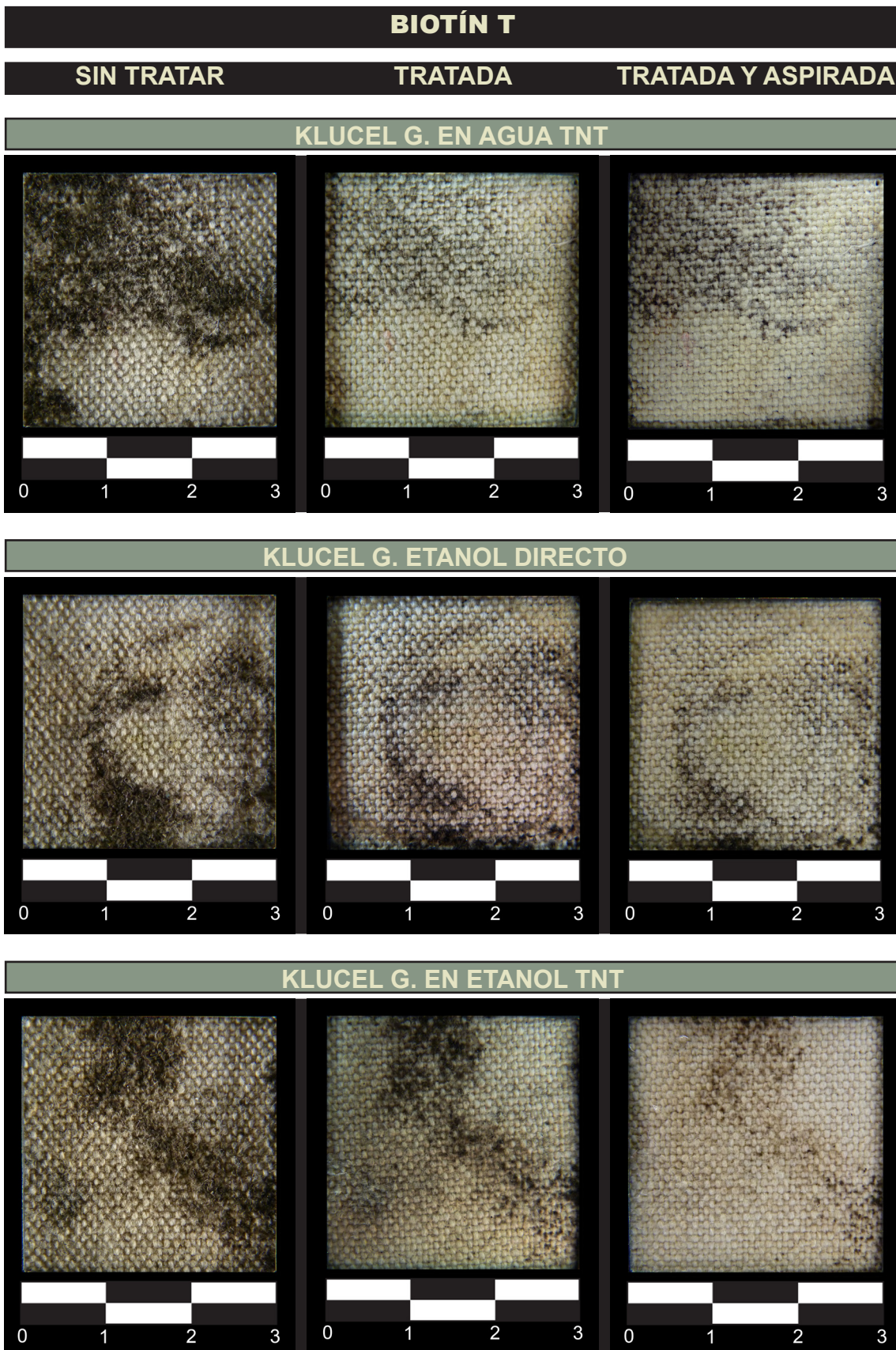


Tabla 36. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

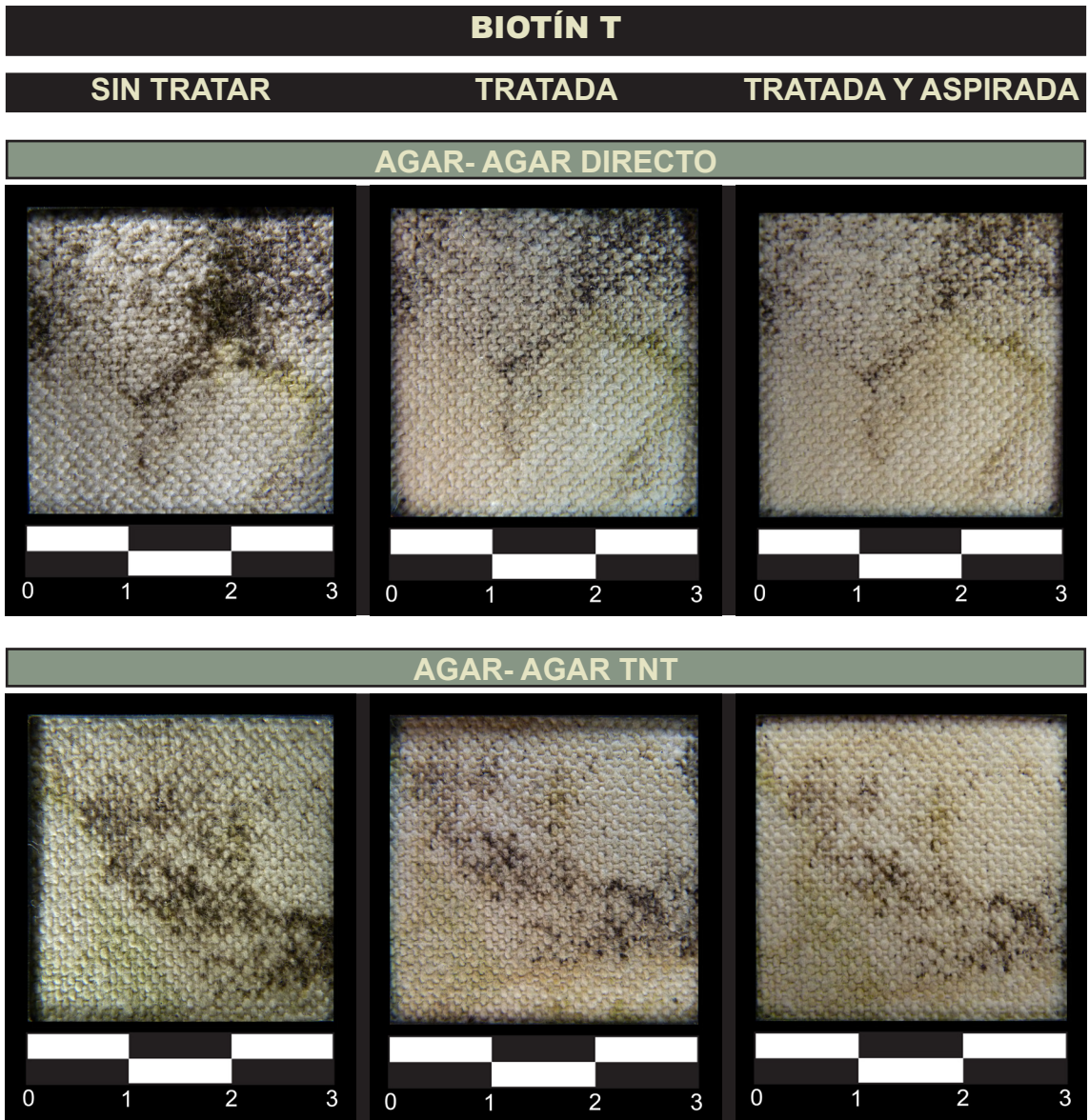


Tabla 37. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

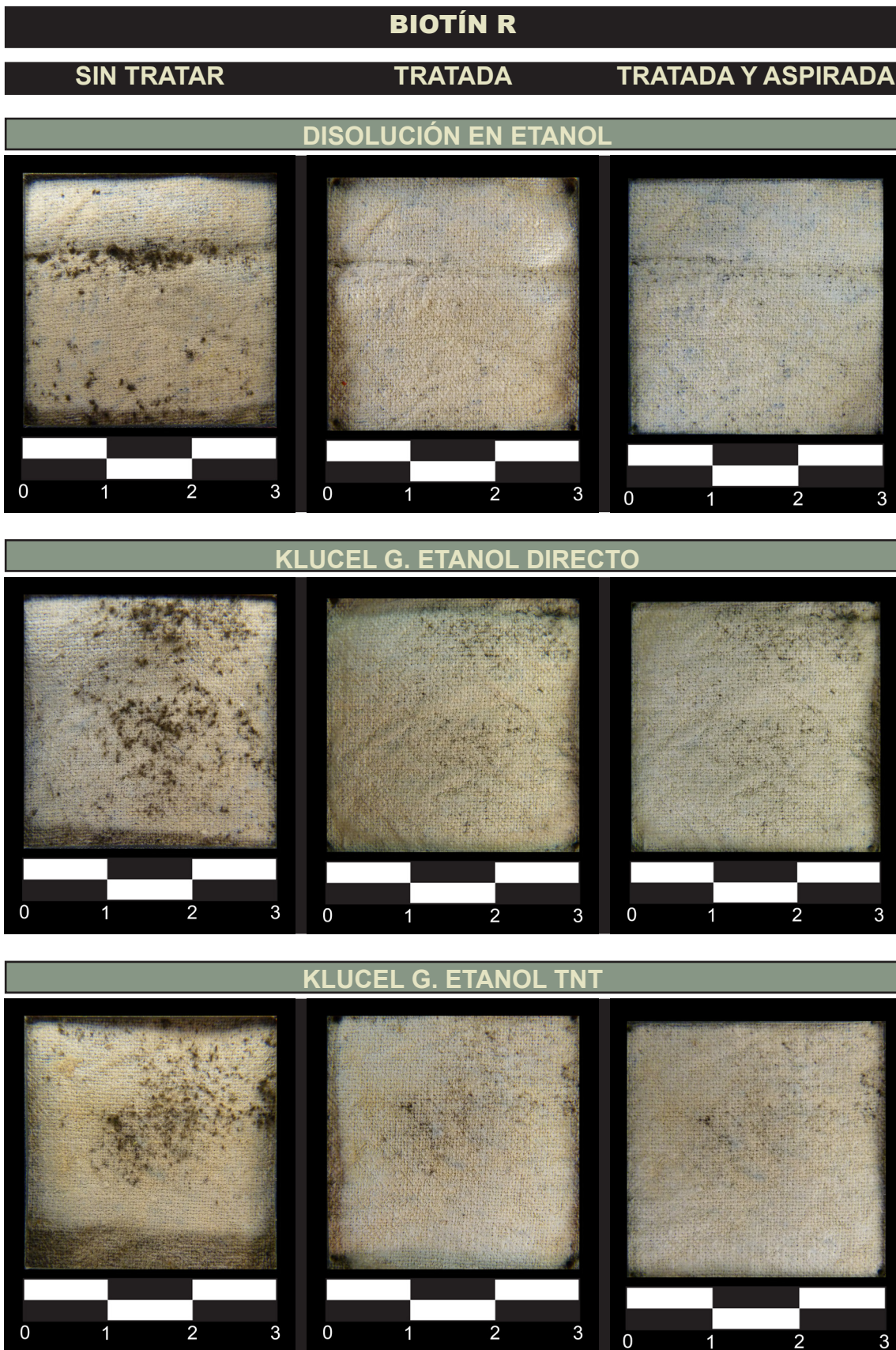


Tabla 38. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

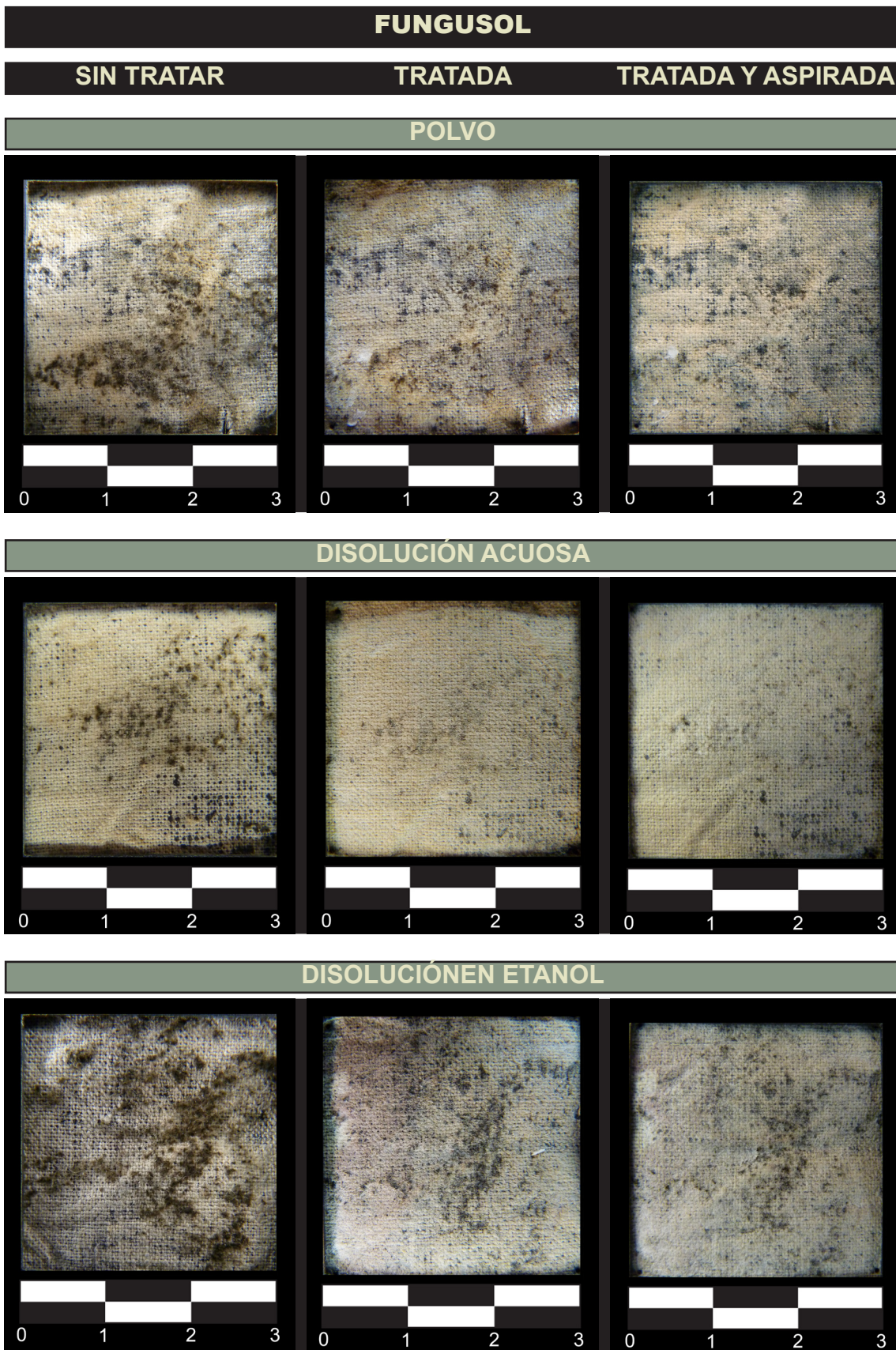


Tabla 39. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

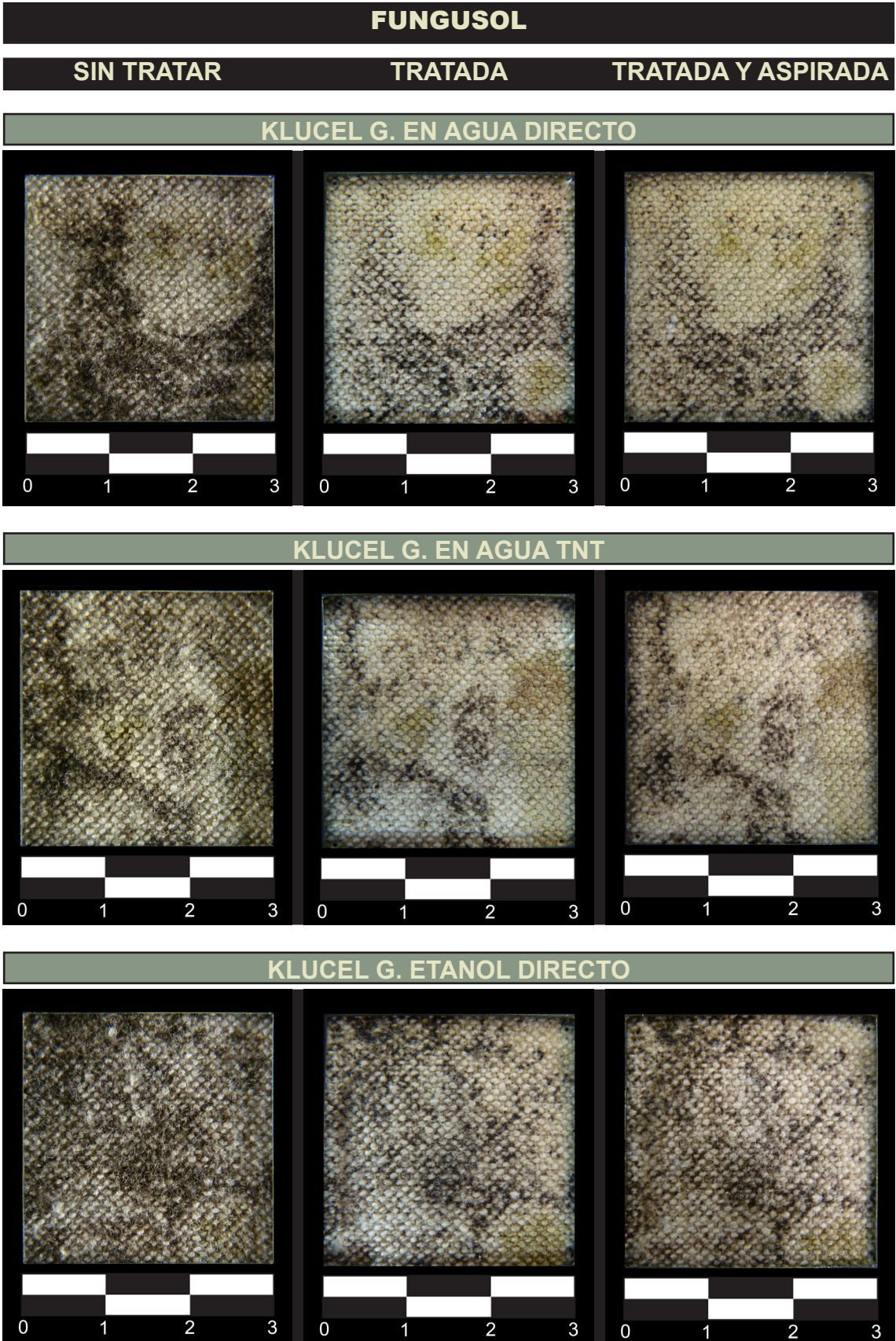


Tabla 40. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

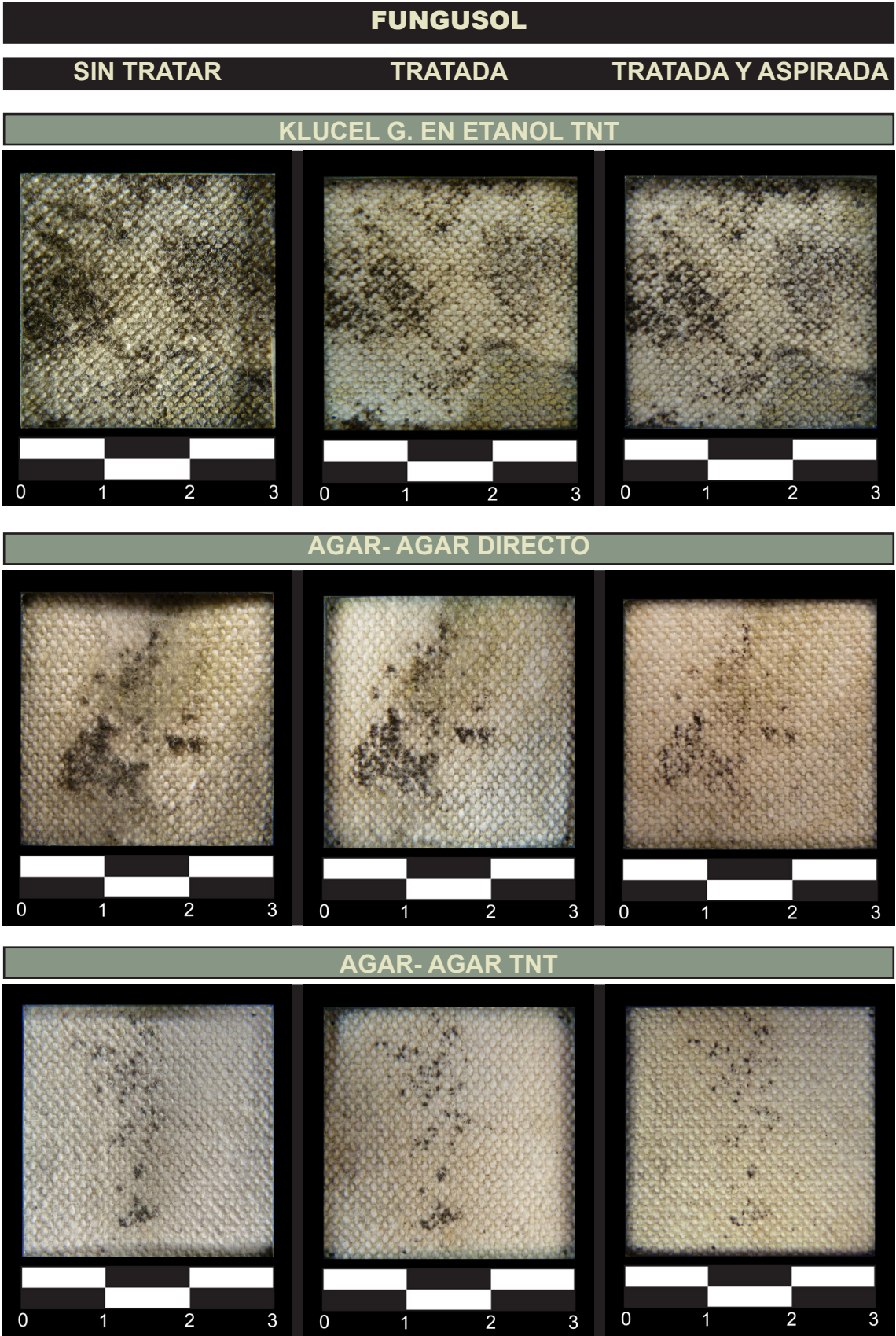


Tabla 41. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

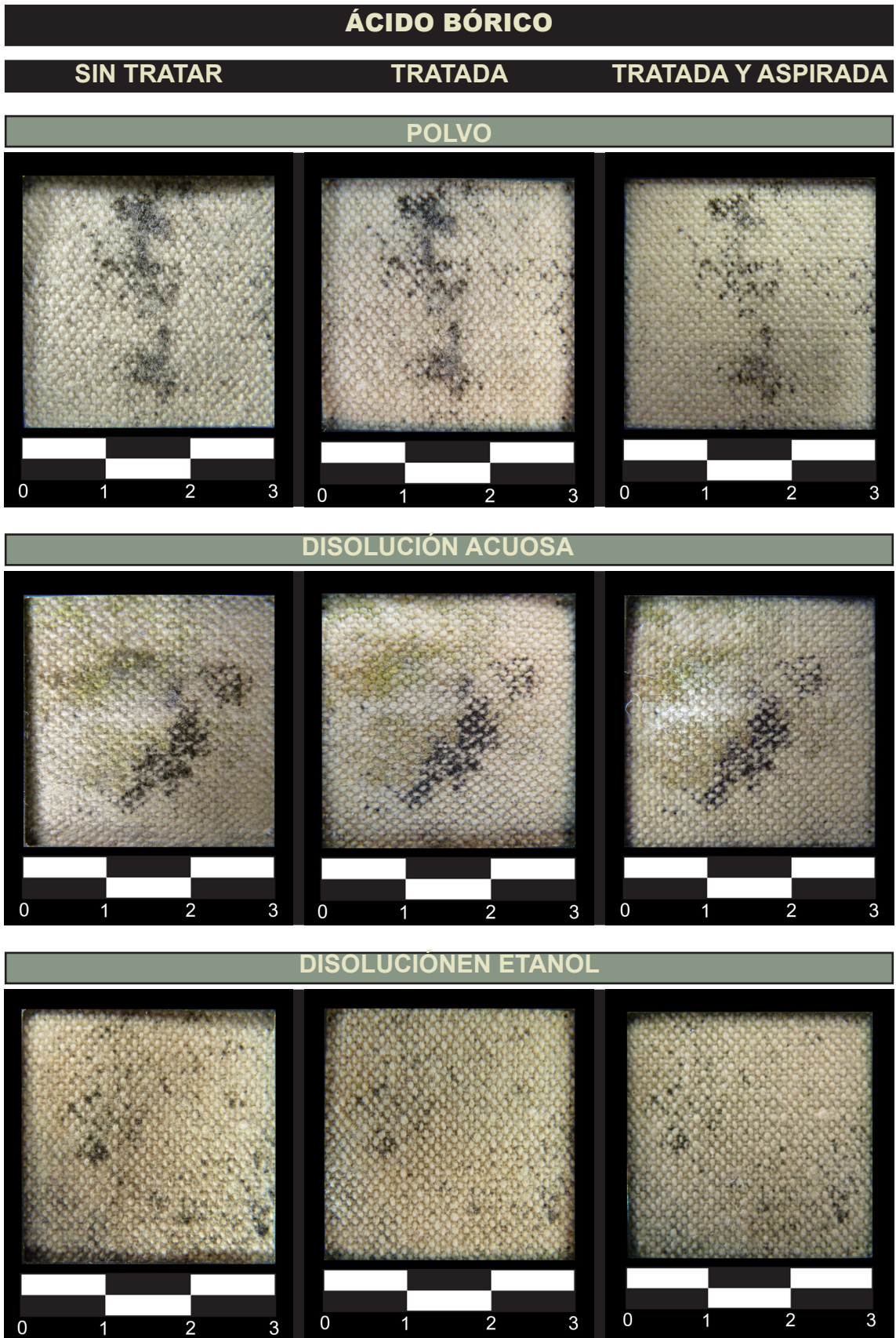


Tabla 42. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

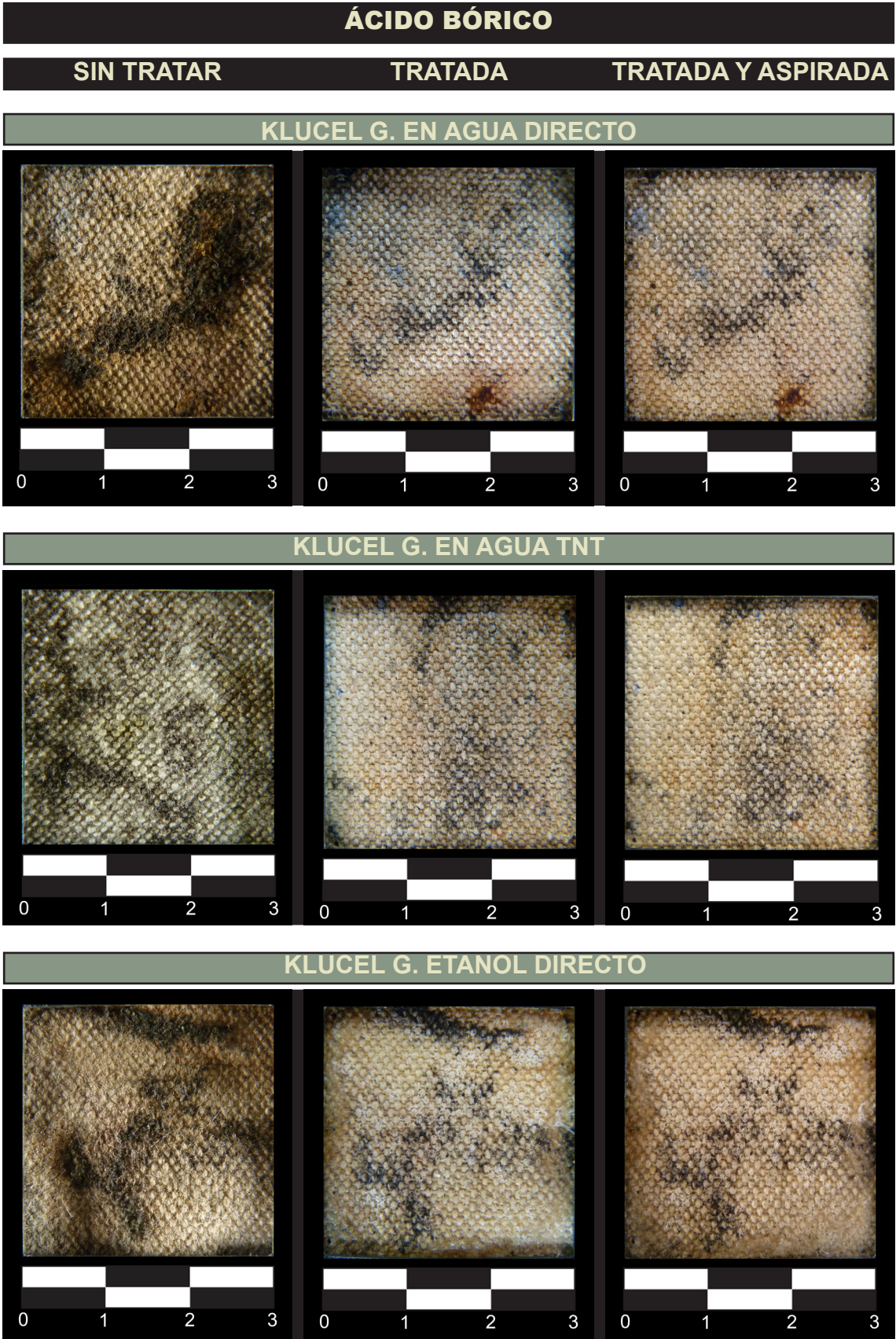


Tabla 43. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.

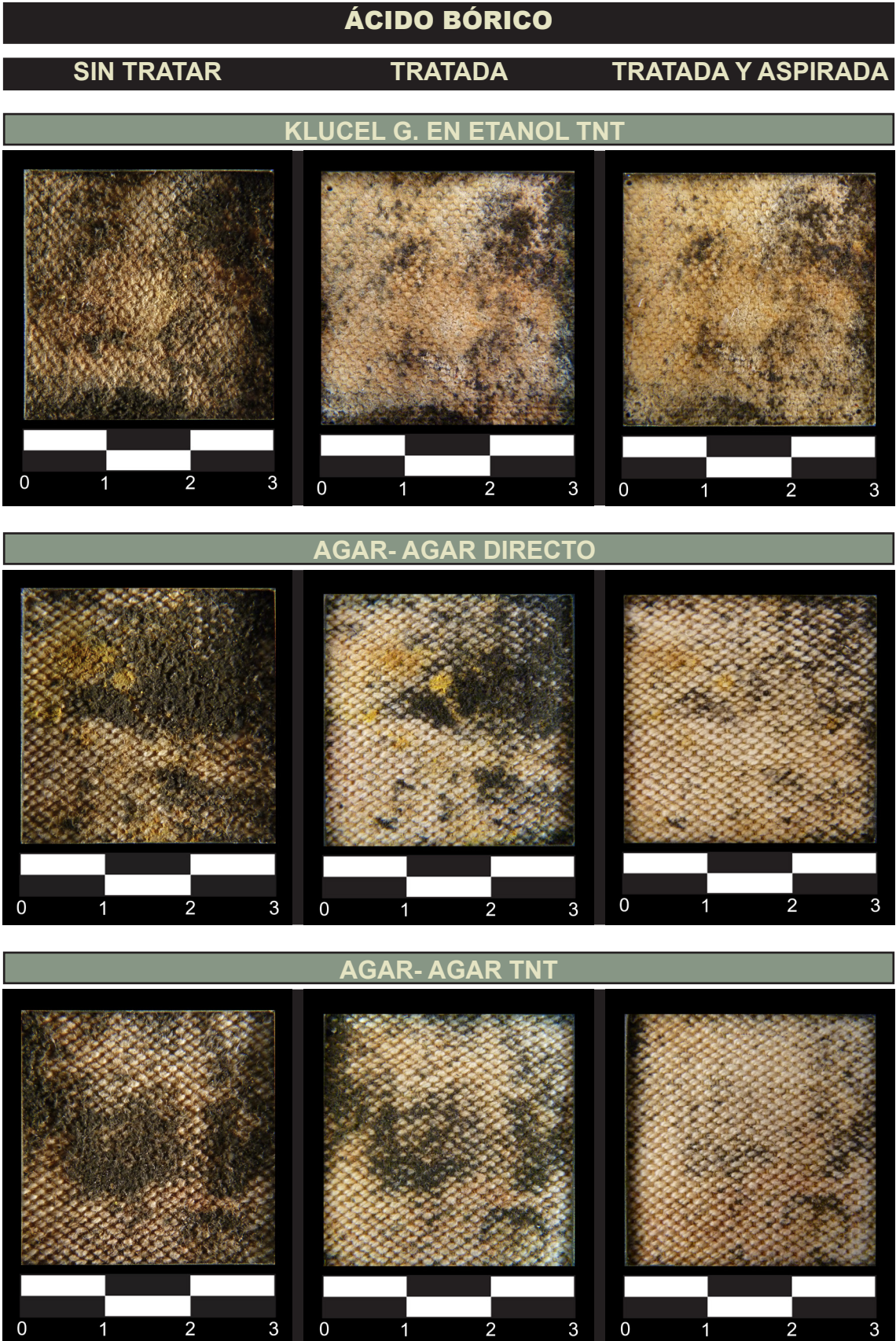


Tabla 44. Macrofotografías de las probetas antes del tratamiento, tras la aplicación y tras el aspirado de la zona.



Imagen 62- 63. Instalación del equipo necesario para la observación por medio de la lupa binocular LEICA S8APO

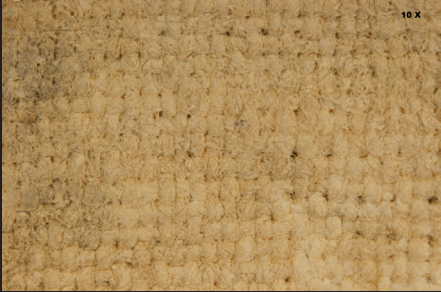
NEO- DESOGEN

SIN ASPIRAR

ASPIRADA

DISOLUCIÓN ACUOSA

COMPARACIÓN



DISOLUCIÓN EN ETANOL

COMPARACIÓN

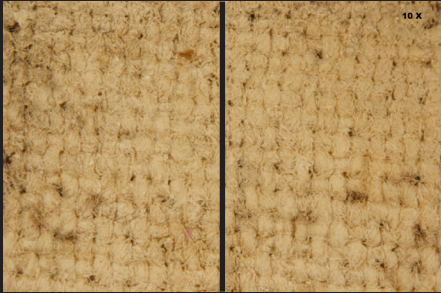


Tabla 45. Residuos y comparación: Fotografías a 10X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

NEO- DESOGEN

SIN ASPIRAR

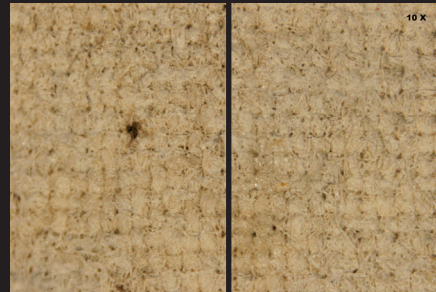
ASPIRADA

KLUCEL G. EN AGUA DIRECTO

RESIDUOS



COMPARACIÓN



KLUCEL G. EN AGUA TNT

RESIDUOS



COMPARACIÓN



Tabla 46. Residuos y comparación: Fotografías a 10X, 20x y 80x que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

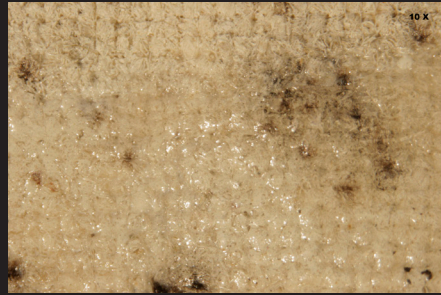
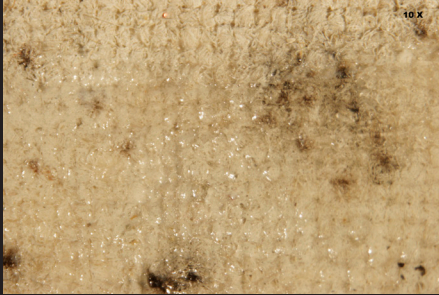
NEO- DESOGEN

SIN ASPIRAR

ASPIRADA

KLUCEL G. ETANOL DIRECTO

RESIDUOS

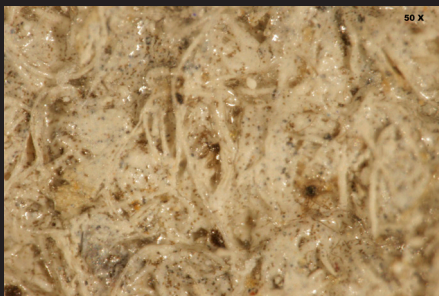


COMPARACIÓN



KLUCEL G. EN ETANOL TNT

RESIDUOS



COMPARACIÓN

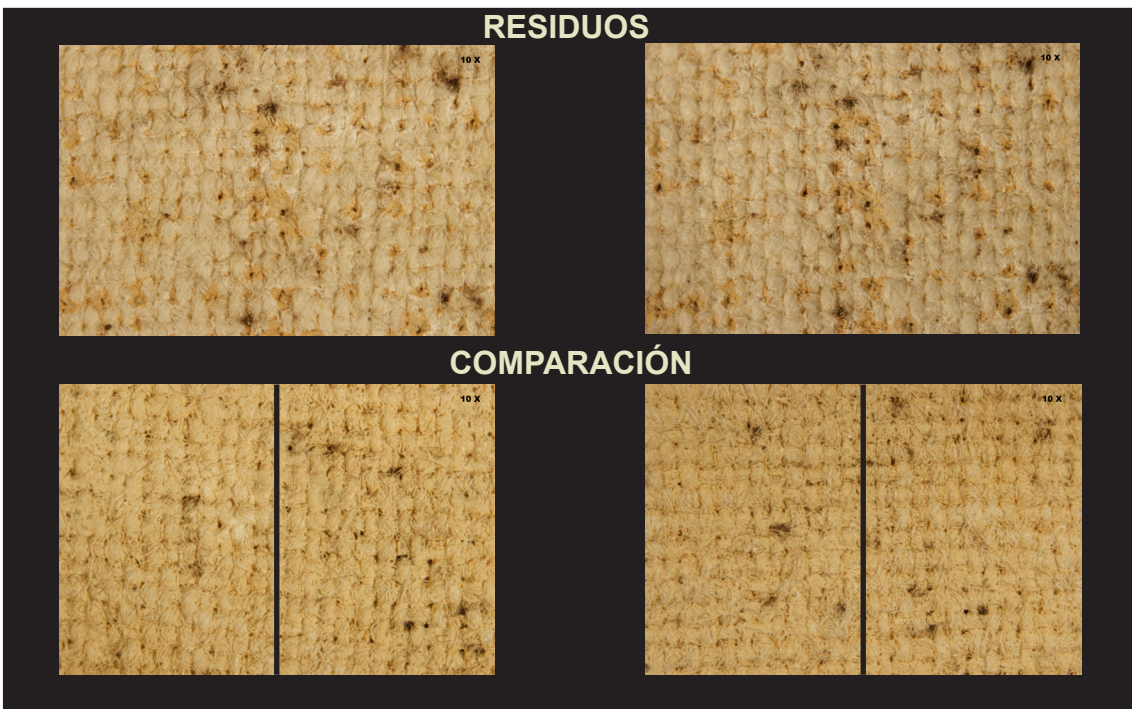


Tabla 47. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 80x que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

NEO- DESOGEN

SIN ASPIRAR **ASPIRADA**

AGAR- AGAR DIRECTO



AGAR- AGAR TNT

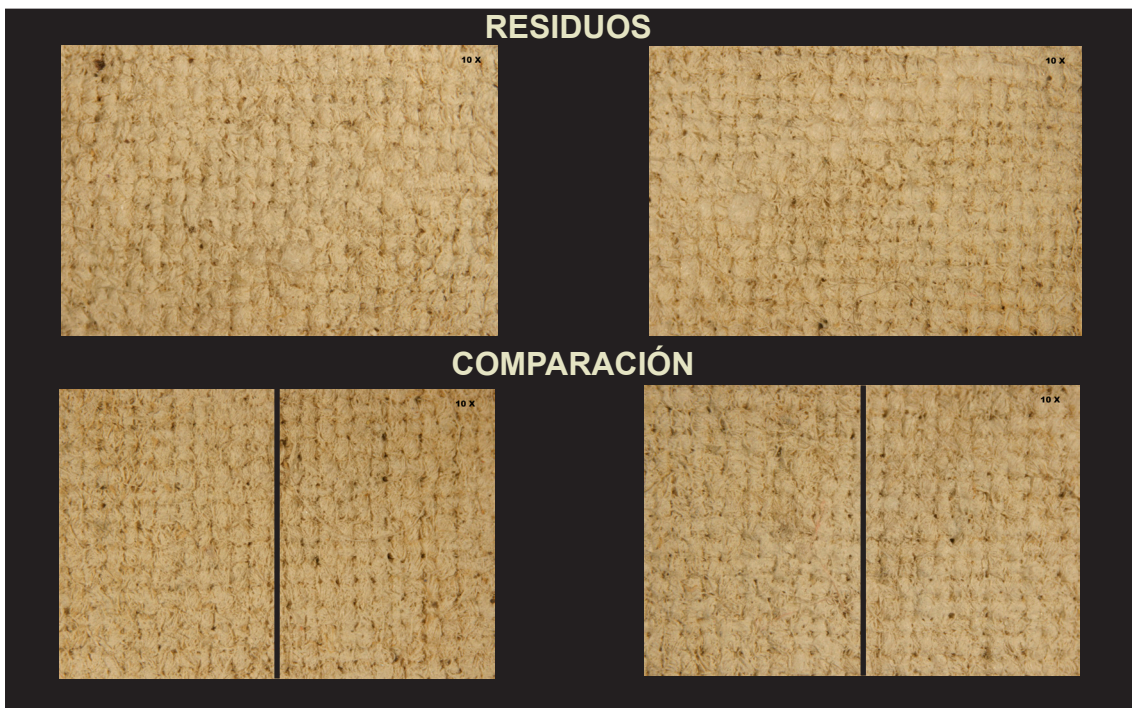
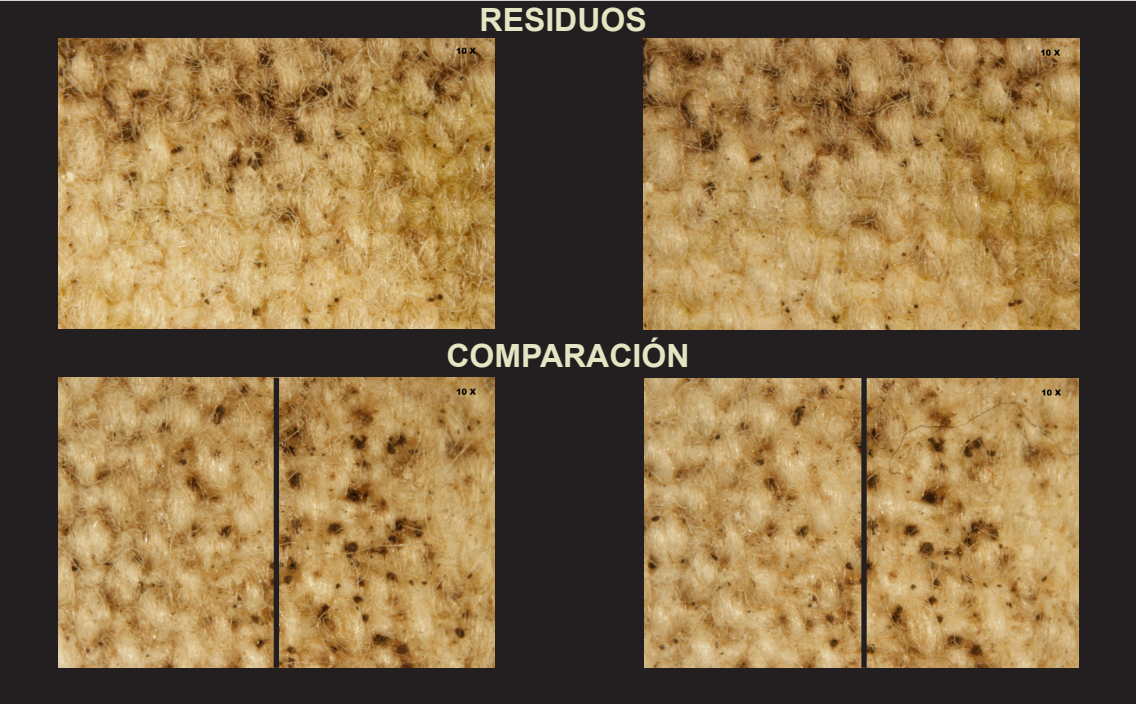


Tabla 48. Residuos y comparación: Fotografías a 10X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

BIOTÍN T

SIN ASPIRAR **ASPIRADA**

DISOLUCIÓN ACUOSA



DISOLUCIÓN EN ETANOL

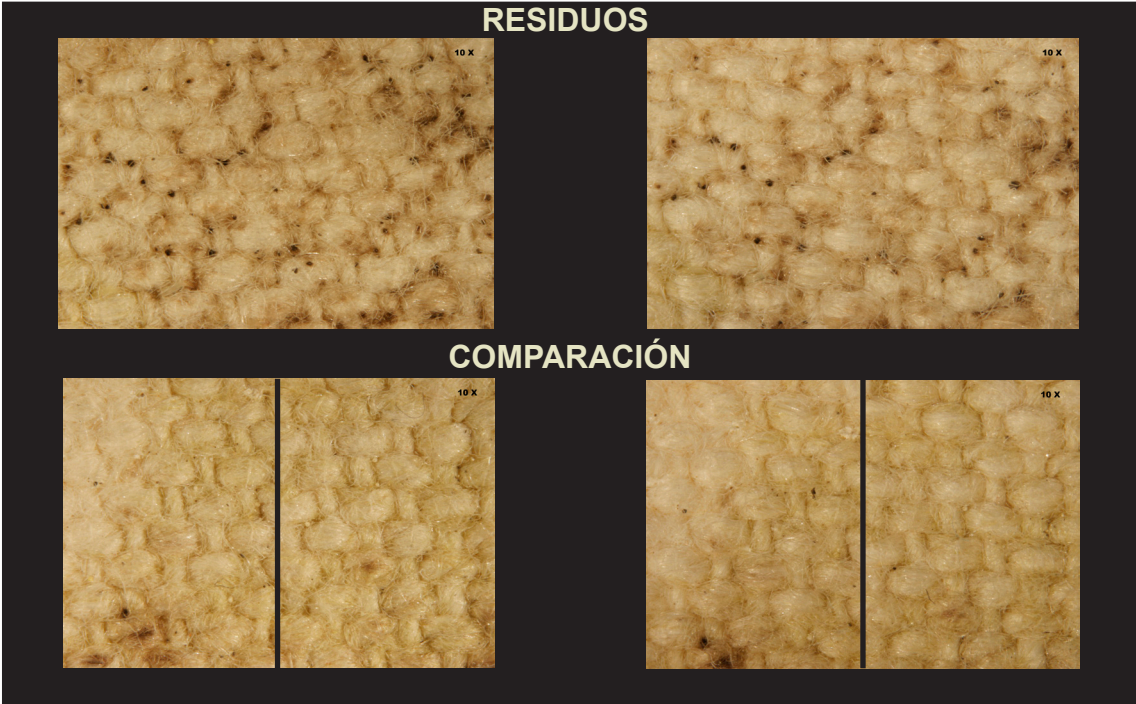


Tabla 49. Residuos y comparación: Fotografías a 10X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

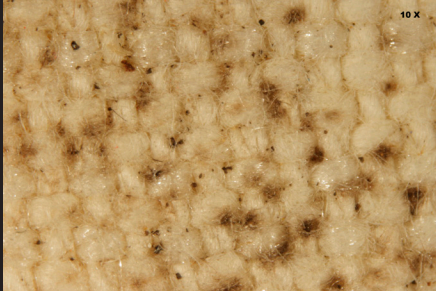
BIOTÍN T

SIN ASPIRAR

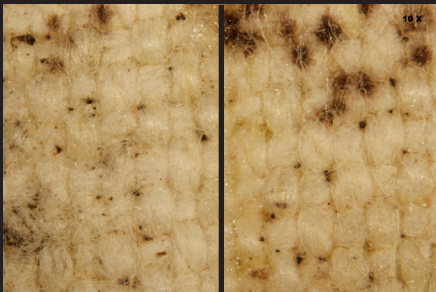
ASPIRADA

KLUCEL G. EN AGUA DIRECTO

RESIDUOS



COMPARACIÓN



KLUCEL G. EN AGUA TNT

RESIDUOS



COMPARACIÓN



Tabla 50. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 35X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

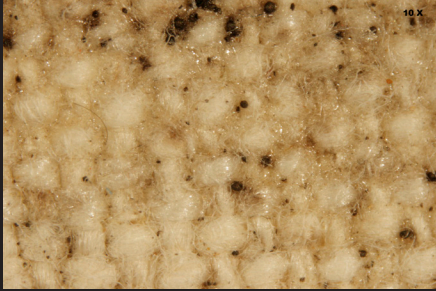
BIOTÍN T

SIN ASPIRAR

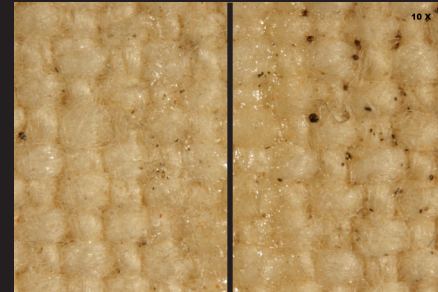
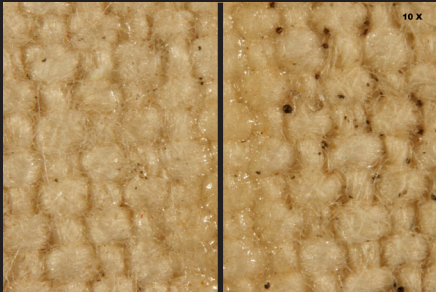
ASPIRADA

KLUCEL G. ETANOL DIRECTO

RESIDUOS



COMPARACIÓN



KLUCEL G. EN ETANOL TNT

RESIDUOS



COMPARACIÓN



Tabla 51. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 20X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

BIOTÍN T

SIN ASPIRAR

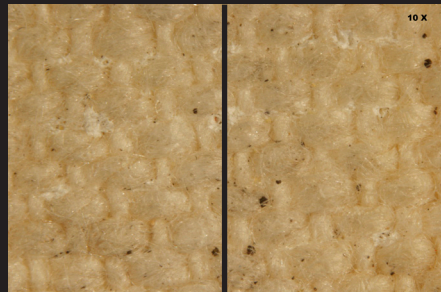
ASPIRADA

AGAR- AGAR DIRECTO

RESIDUOS



COMPARACIÓN



AGAR- AGAR TNT

RESIDUOS



COMPARACIÓN

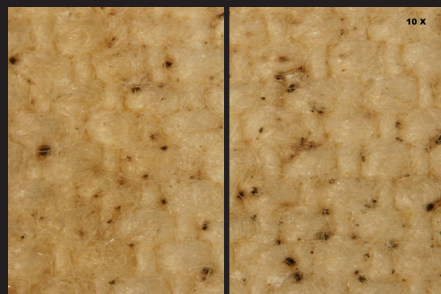
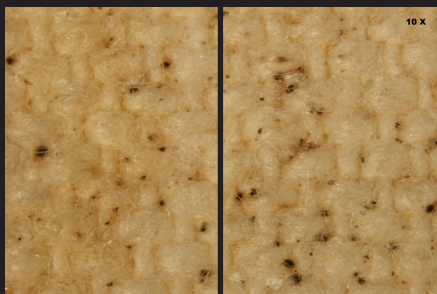


Tabla52. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 12,5X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

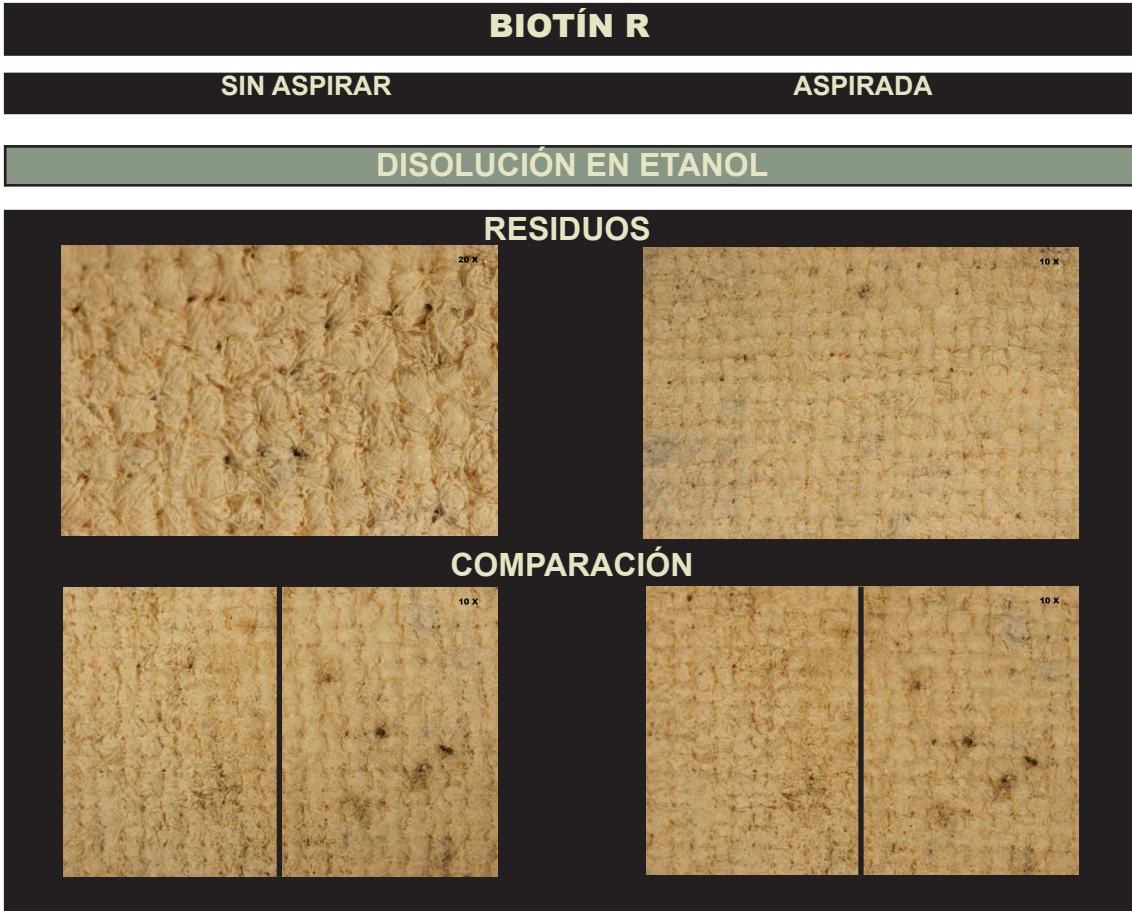
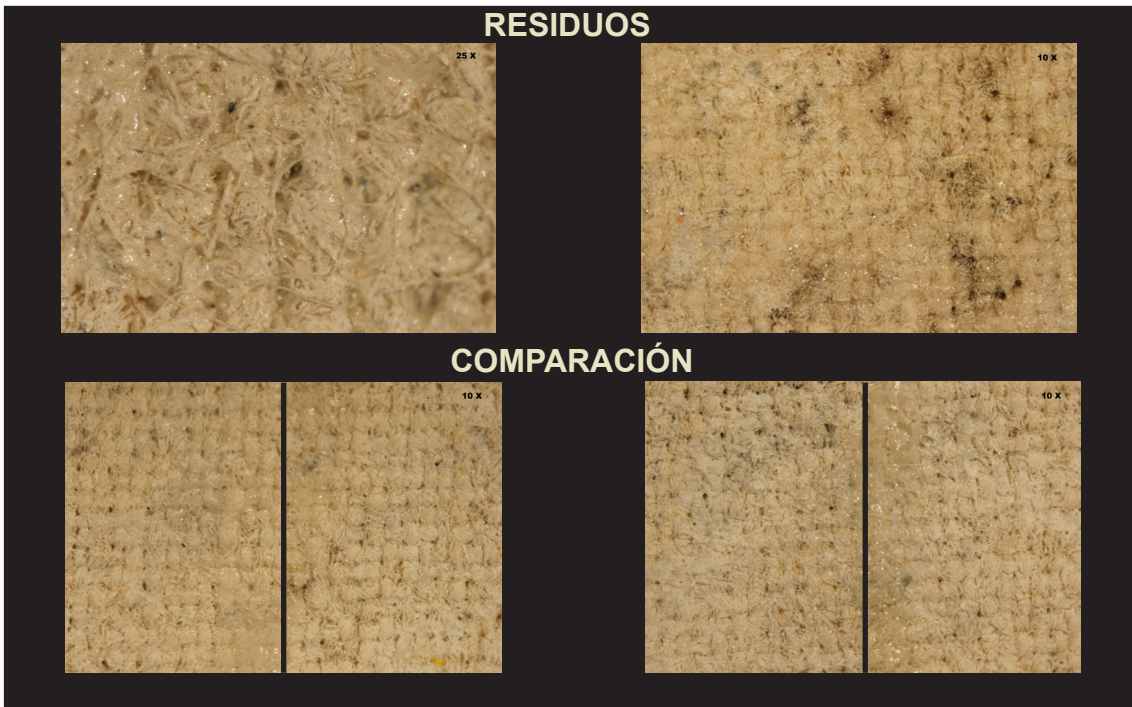


Tabla 53. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 20X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

BIOTÍN R

SIN ASPIRAR **ASPIRADA**

KLUCEL G. ETANOL DIRECTO



KLUCEL G. EN ETANOL TNT

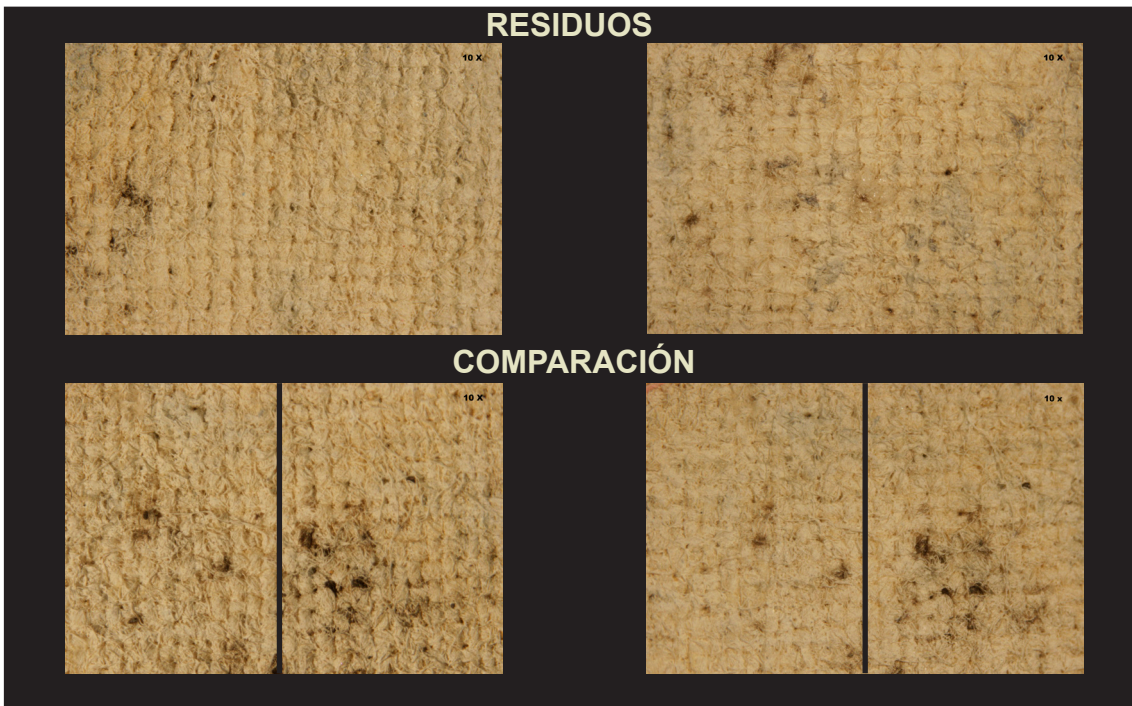


Tabla 54. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 25X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

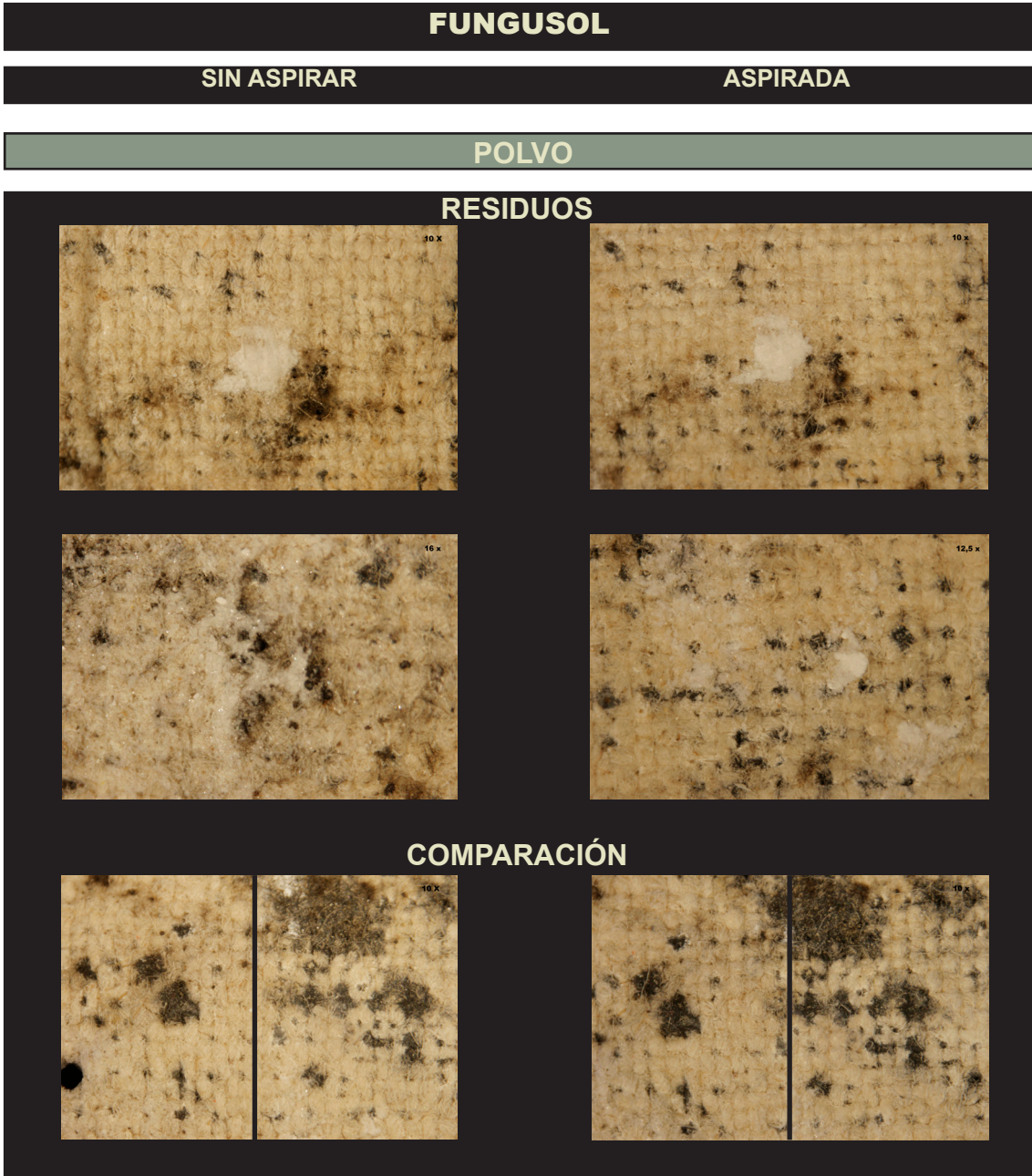
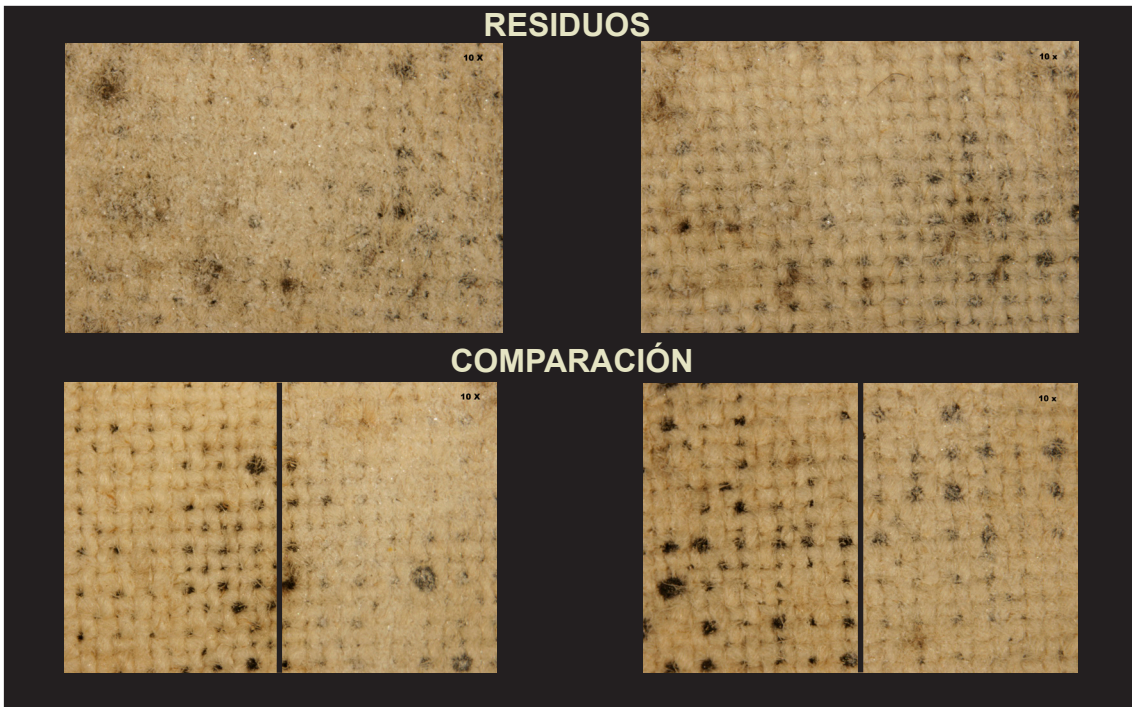


Tabla 55. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 12,5X 16X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

FUNGUSOL

SIN ASPIRAR **ASPIRADA**

DISOLUCIÓN ACUOSA



DISOLUCIÓN EN ETANOL

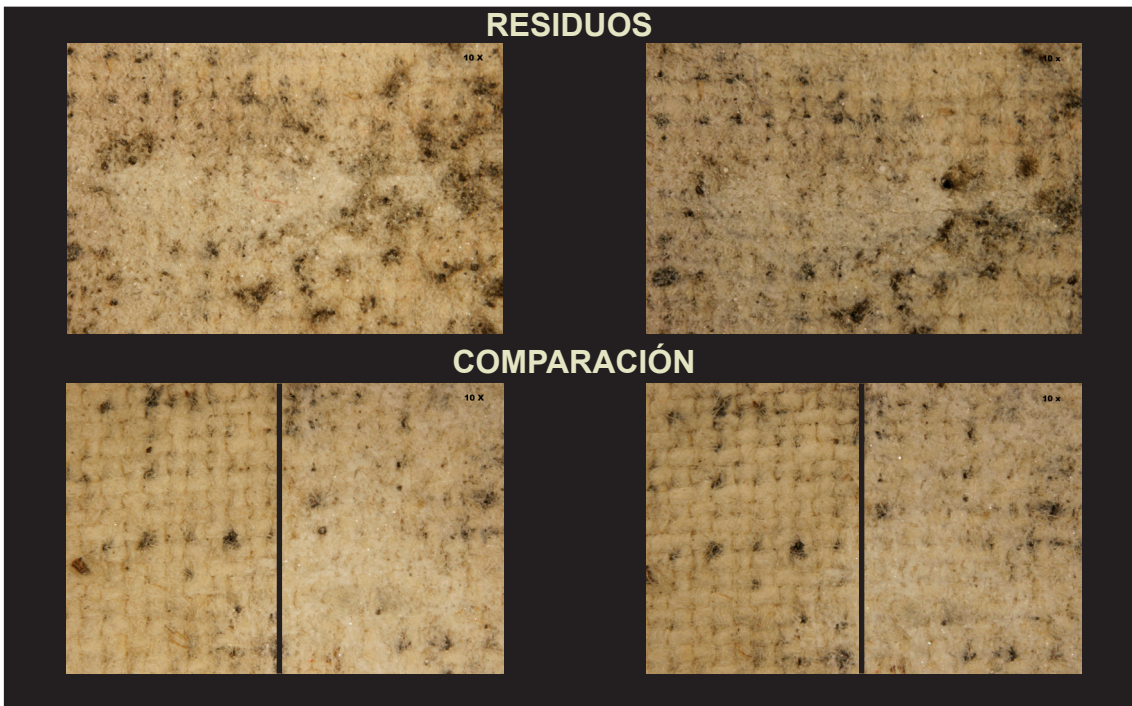


Tabla 56. Residuos y comparación: Fotografías a 10X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

FUNGUSOL

SIN ASPIRAR

ASPIRADA

KLUCEL G. EN AGUA DIRECTO

RESIDUOS



COMPARACIÓN



KLUCEL G. EN AGUA TNT

RESIDUOS



COMPARACIÓN

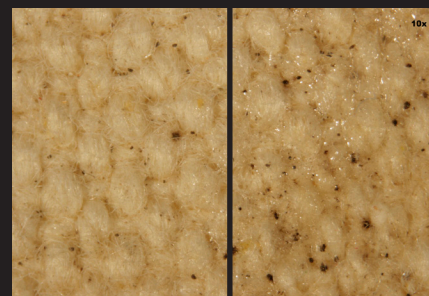
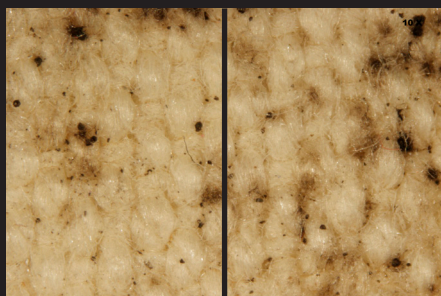
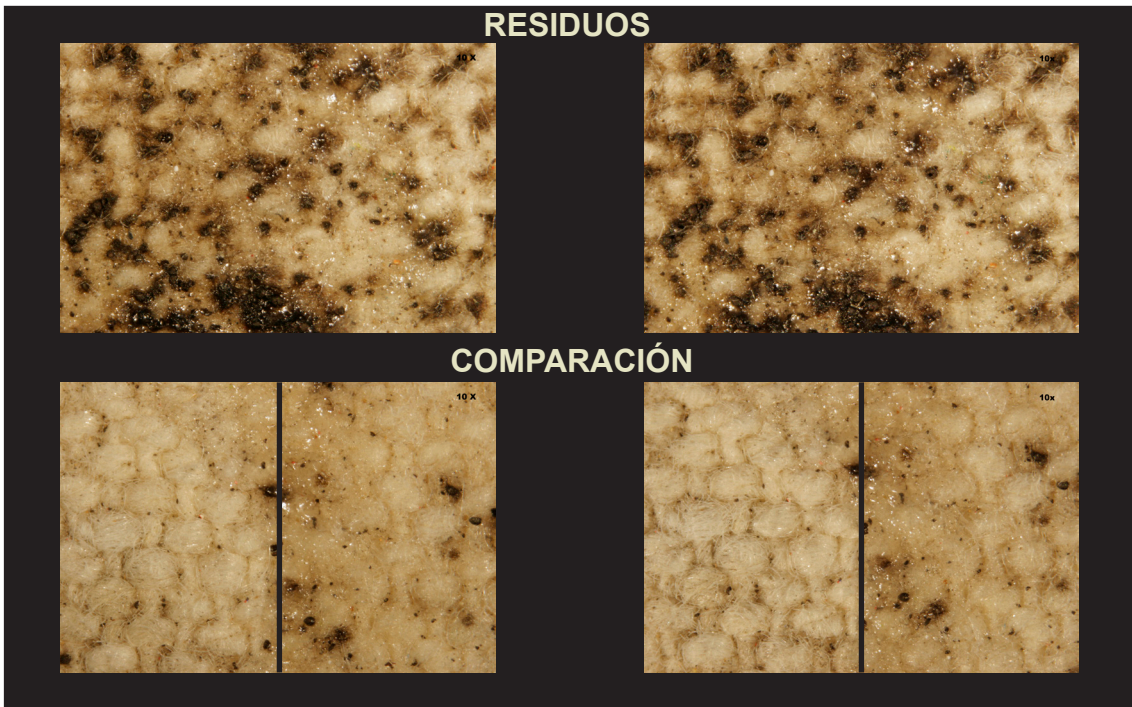


Tabla 57. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 16X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

FUNGUSOL

SIN ASPIRAR **ASPIRADA**

KLUCEL G. ETANOL DIRECTO



KLUCEL G. EN ETANOL TNT

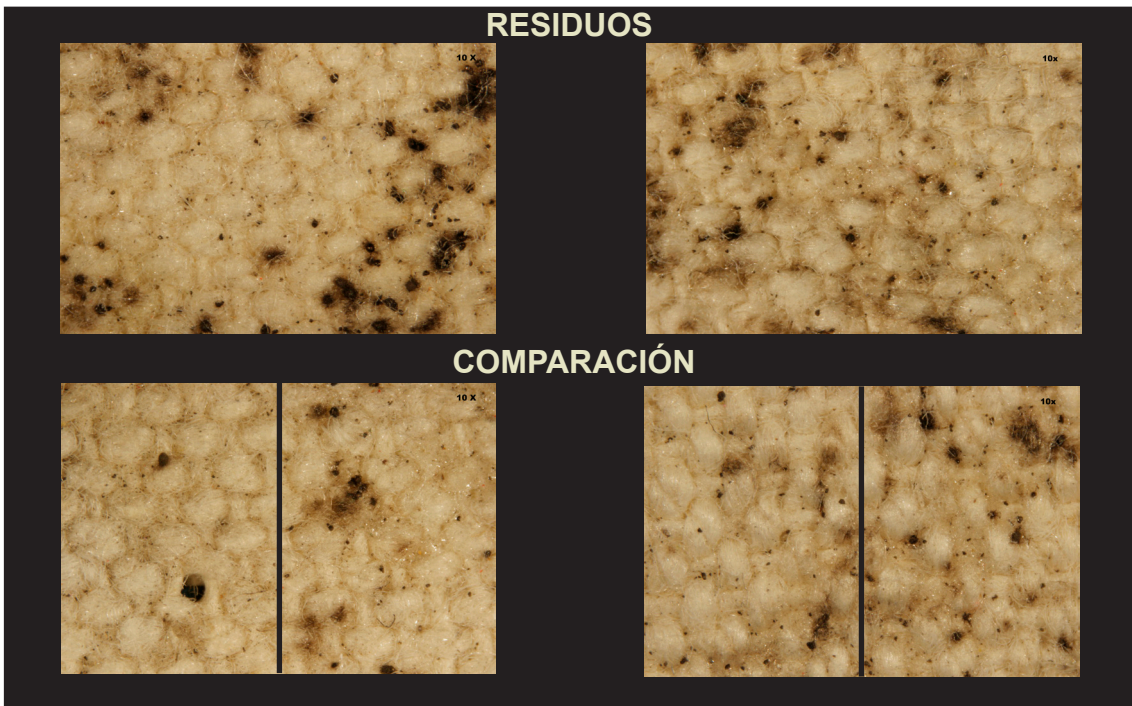
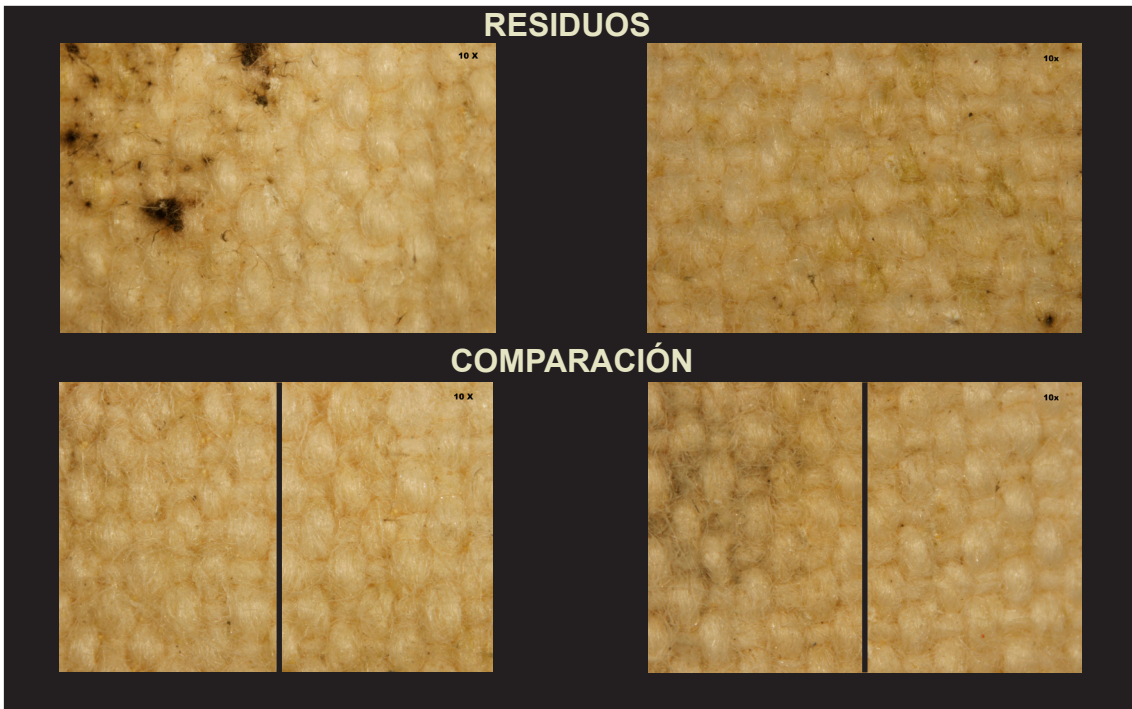


Tabla 58. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

FUNGUSOL

SIN ASPIRAR **ASPIRADA**

AGAR- AGAR DIRECTO



AGAR- AGAR TNT

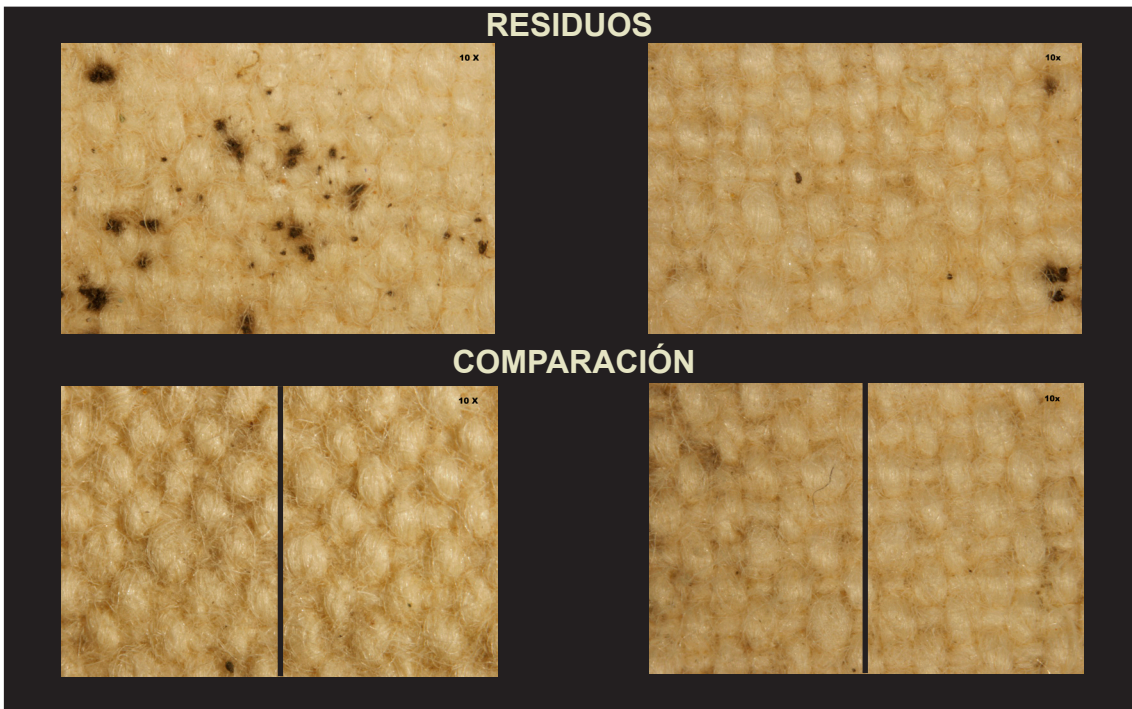


Tabla 59. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

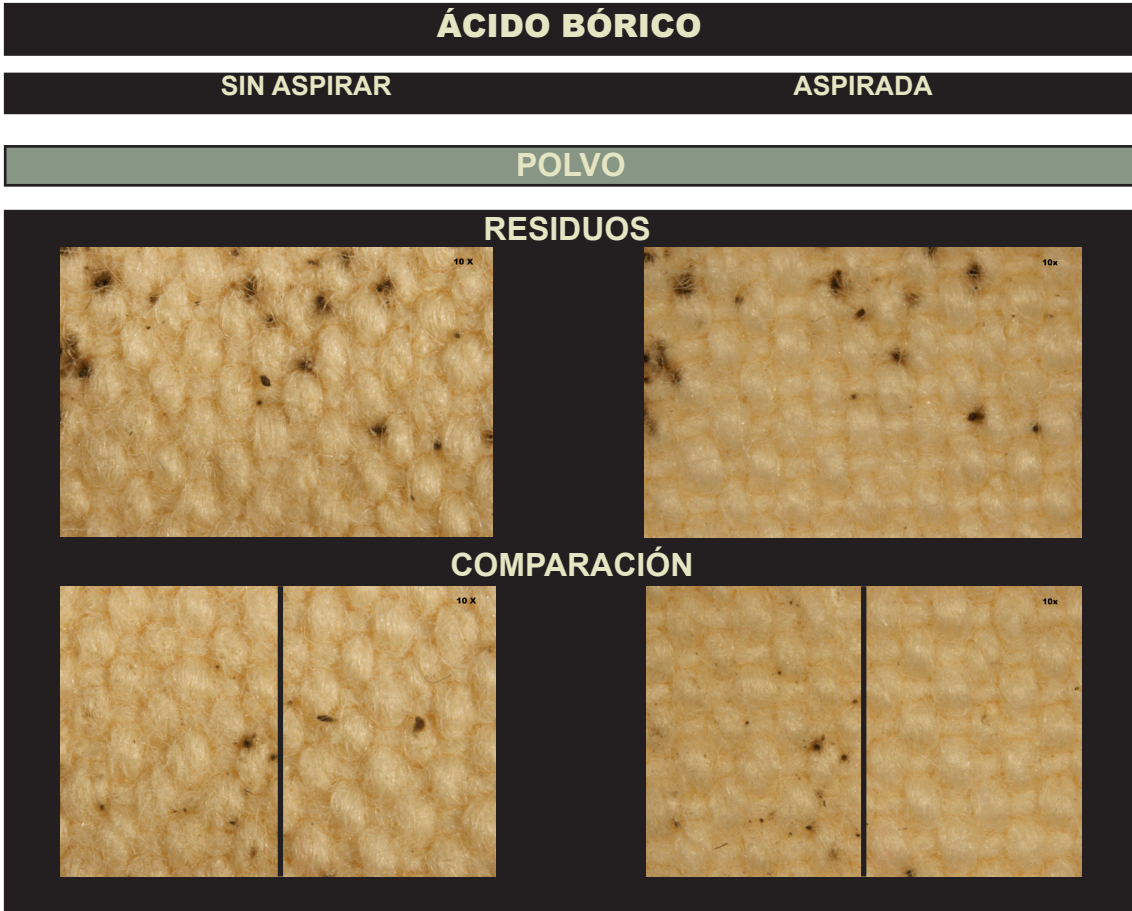
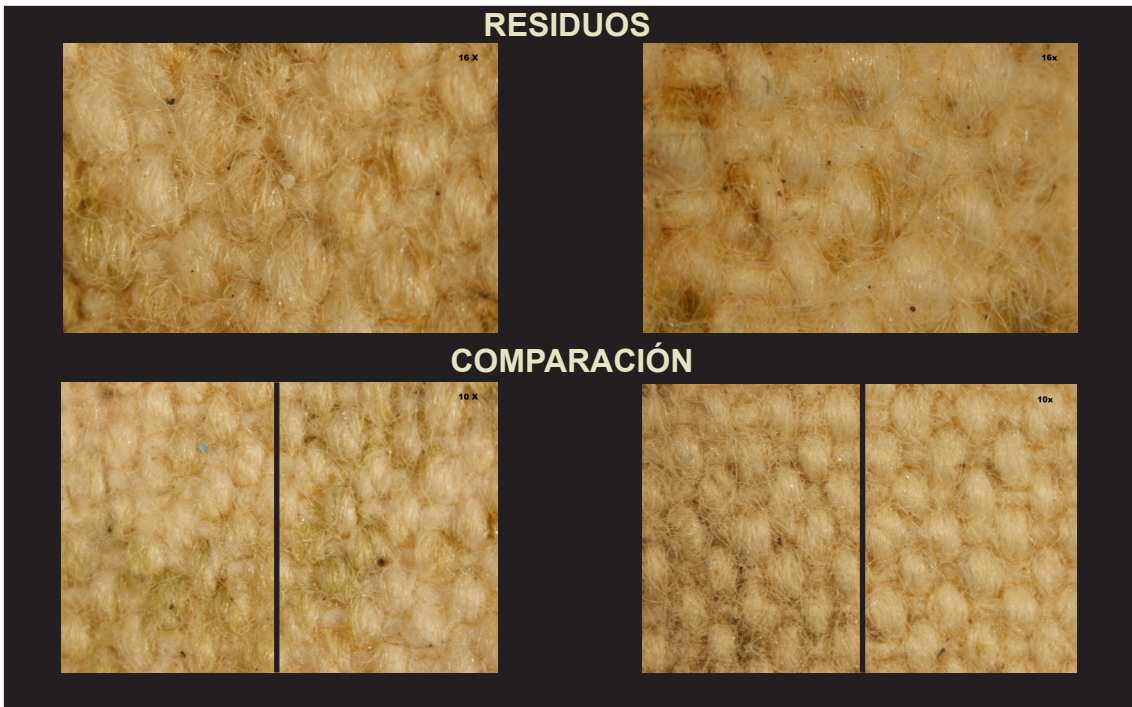


Tabla 60. Residuos y comparación: Fotografías a 10X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

FUNGUSOL

SIN ASPIRAR **ASPIRADA**

DISOLUCIÓN ACUOSA



DISOLUCIÓN EN ETANOL

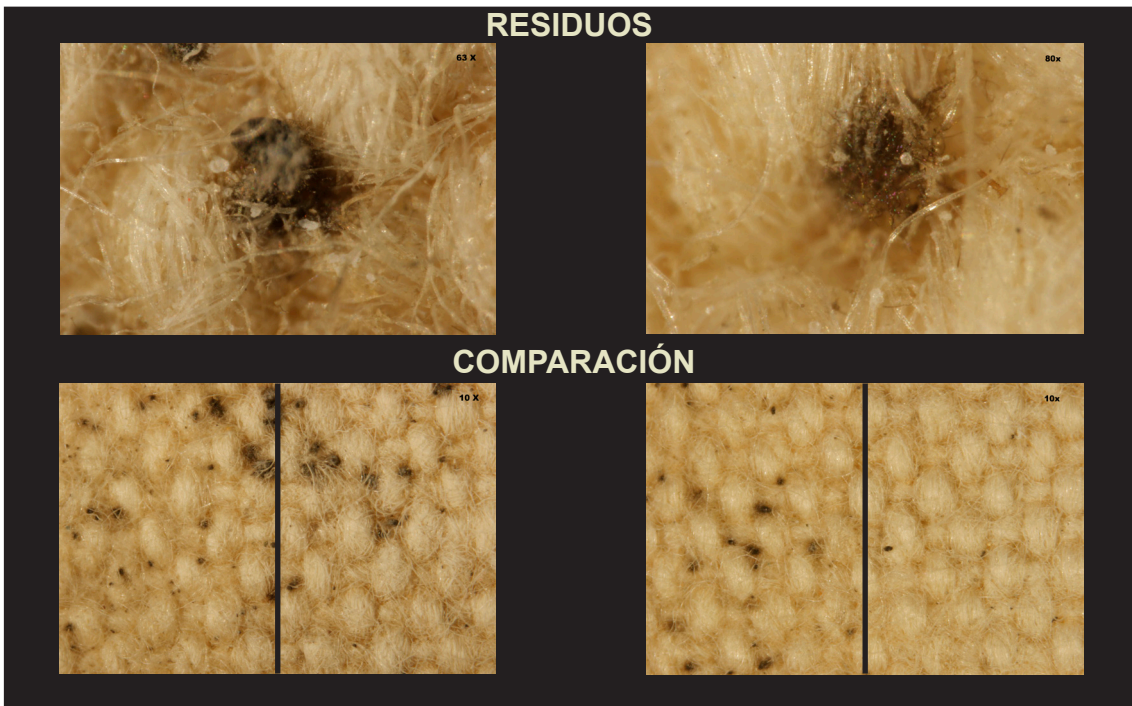


Tabla 61. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 63X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

ÁCIDO BÓRICO

SIN ASPIRAR

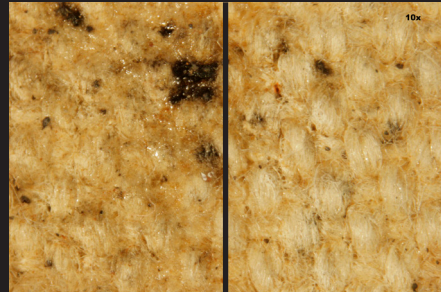
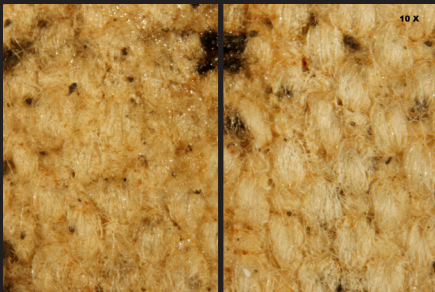
ASPIRADA

KLUCEL G. EN AGUA DIRECTO

RESIDUOS



COMPARACIÓN



KLUCEL G. EN AGUA TNT

RESIDUOS



COMPARACIÓN

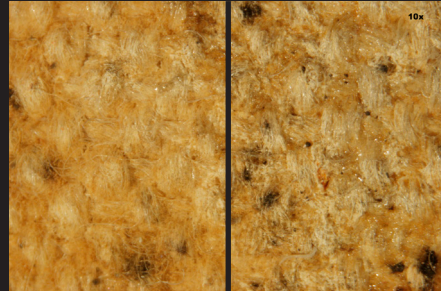


Tabla 62. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 16X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

ÁCIDO BÓRICO

SIN ASPIRAR

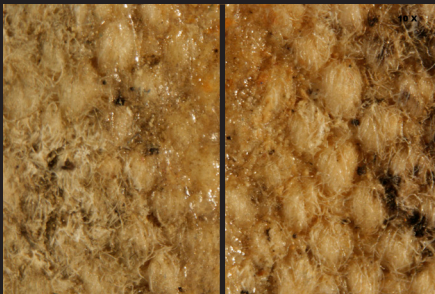
ASPIRADA

KLUCEL G. ETANOL DIRECTO

RESIDUOS

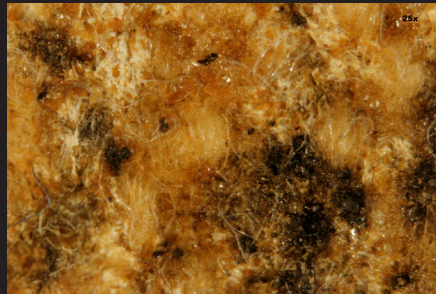


COMPARACIÓN



KLUCEL G. EN ETANOL TNT

RESIDUOS



COMPARACIÓN

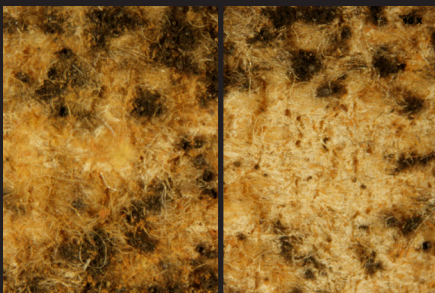


Tabla 63. Residuos y comparación: Fotografías a 10X y 25X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.

ÁCIDO BÓRICO

SIN ASPIRAR

ASPIRADA

AGAR- AGAR DIRECTO

RESIDUOS



COMPARACIÓN



AGAR- AGAR TNT

RESIDUOS



COMPARACIÓN

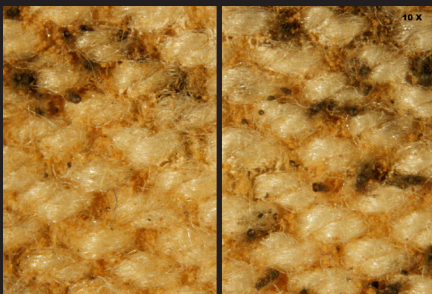


Tabla 64. Residuos y comparación: Fotografías a 10X que muestran el estado del soporte textil tras el tratamiento y tras el aspirado.



Imagen 64 . Vista de parte de las muestras de ensayo.



Imagen 65 . Proceso de contabilización de unidades formadoras de colonias



Imagen 66. Detalle proceso contabilización tras el aspirado



Imagen 67. Proceso de aspiración. Realizado tras la contabilización



Imagen 68. Aspirado final



Imagen 69 . Humectación del soporte textil para medir el pH incorporado por los fungicidas



Imagen 70 . Humectación de la tira medidora de pH



Imagen 71. Humectación de la tira medidora de pH.

BIOCIDA	CLASIFICACIÓN	COMPOSICIÓN	SOLUBILIDAD	pH	TIPO	ACCIÓN	TOX	PODER	USO
Neo-Desogen	Compuesto de Amonio Cuaternario	10% de cloruro de alquil dimetil bencilamonio. Esencia perfumada y agua.	-agua -alcoholes	7 +/-	Líquido incoloro	-Fungicida -bactericida -Alguicida			
Desogen	Compuesto de Amonio Cuaternario	Trimetil l-(p-tolialquil) amonio metano sulfato	-agua -alcoholes	7 +/-		-Fungicida -bactericida -Alguicida		débil	-mural -piedra
Preventol RI-80 / RI 50	Compuesto de Amonio Cuaternario	Cloruro de alquil dimetil bencilamonio.	-agua -alcalis -alcoholes inferiores -cetonas	7-8	Líquido viscoso incoloro	-Fungicida -bactericida -Alguicida -antilíquenes	baja	Amplio e.	-mural -piedra -madera
Catigene Plus	Compuesto de Amonio Cuaternario	Cloruro de N-alquil dimetil bencilamonio	-agua		Líquido incoloro	-Fungicida -Bactericida		Gran poder humectante	Industria alimentaria y ganadera
Cloruro de benzalconio	Compuesto de Amonio Cuaternario	Mezcla de cloruros de alquil dimetil bencil amonio.	-agua -etanol -acetona -en solución o papetas		Líquido incoloro				-mural -piedra solución o/papetas conservante/fungicida
Siclor 98	Compuesto Clorado	98% tetracloro isoftalonitrilo	-agua -acetona -xileno		Polvo blanco			Amplio e.	Fabricación pinturas acuosa, barnices, adhesivos, disolved ntes pintura, etc.
Mystox LPL	Derivado Fenólico	Éster laurílico de pentaclorofenol	-W.S. -disolventes NO polares		Líquido marrón	-Fungicida -Bactericida -Insecticida	Alta		Industria: conservante adhesivos. Rest: conservante
Preventol 0 extra	Derivado Fenólico	Ortofenil fenol	-agua -etanol -isopropanol	7	Polvo blanco cristalino		baja		-desinfección superficies e instrumentos. Rest: conservante adh. acuosos, conserv archivos.

Tabla : Biocidas

BIOCIDA	CLASIFICACIÓN	COMPOSICIÓN	SOLUBILIDAD	pH	TIPO	ACCIÓN	TOX	PODER	USO
Timol	Derivado Fenólico	5-metil-2-isopropil-fenol	-agua -etanol	5-7	Polvo blanco	-fungicida	alta		-Papel -textil -no pintura malo
Wykamol Plus	Sal compuestos metálicos	0,1% cipermetrín y 3,5% diborato de tri (hexilen glicol)	-W.S.		Líquido incoloro	-Fungicida -Insecticida			-madera. -conservante
Nipagín	Sales de sodio	Benzoato de sodio	-agua	2,5- 4 + efecto	Polvo blanco granular/crist	-Fungicida -Bactericida			-conservante alimentos. - rest: conservante adh. Nat
Preventol A 4 S	Sulfamida	N-dicloro fluoro metil-tio- N, N-dimetil-N-fenil sulfamida	-acetona -xileno -W.S. 6%mat. Insoluble inerte		Polvo amari-lento	-Fungicida -Alguicida			-Protector madera
Biotín R	Mezcla IPBC + OIT Ácido butil carbámico + octilina	Idopropinilbutilcarbamato y n-ottil-isoziatolone disueltos en etanol	-alcohol -éters -W.S. -Hidrocarburos aromáticos y alifáticos		Líquido	-Fungicida -bactericida -Alguicida -antilíquenes	alta	Amplio e.	-piedra
Biotín T (metatín)	Mezcla OIT + Sal de Amonio Cuaternario	n-ottil-isoziatolone + sal amonio cuaternario	-agua -alcohol -éters -Hidrocarburos aromáticos	5-9	Líquido	-Fungicida -bactericida -Alguicida -antilíquenes			-piedra
Fungosol		Ácido bórico + óxido de zinc + Arosil	insoluble		-Polvo blanco	-Fungicida			tópico

Tabla : Biocidas

