

ALMIDÓN DE LA CASABA Y ALMIDÓN DE TRIGO: ESTUDIO COMPARATIVO PARA SU USO EN CONSERVACIÓN DE PAPEL

Amelia Rampton
Práctica privada
e-mail: ameliarampton@aol.uk

INTRODUCCIÓN

El almidón es un carbohidrato natural que se encuentra en plantas como la patata, el arroz, el maíz, la casaba, el trigo y otras plantas. Es un polímero largo que presenta características excelentes para su uso como adhesivo en la conservación. Resiste el paso del tiempo, es químicamente estable, mantiene su capacidad de adhesión y es removible, requisitos establecidos como necesarios por las organizaciones internacionales especializadas para el uso de los adhesivos en conservación. En general el almidón de trigo es el más utilizado por los conservadores de papel y se usa habitualmente en los injertos y las reparaciones, para reforzar áreas débiles, para aprestar, laminar y pegar bisagras entre otros.

Trabajos realizados en Venezuela mostraron que el almidón producido por la raíz de la casaba podría ser un almidón alternativo dado que presenta algunas características similares al almidón de trigo y es una materia prima más abundante y accesible. Sin embargo, debido a que las propiedades del almidón de la casaba no han sido estudiadas sistemáticamente, los profesionales de la conservación en países productores se ven forzados a utilizar almidones de importación a pesar de la restricción de sus presupuestos y de que la conservación es costosa.

Esta experiencia empírica previa nos había permitido observar que el almidón de casaba parecía tener una buena capacidad adhesiva y resistir más al ataque de microorganismos que el almidón de trigo. Pudimos comprobar que contiene diferentes grados de ácido cianhídrico y pensamos que si este componente (o una parte de él) se mantenía en el almidón que utilizamos en la conservación, podría actuar como un repelente natural. Nos propusimos estudiar comparativamente el almidón de trigo y las dos variantes del almidón de casaba: dulce y amarga. Nos encontramos en una fase muy básica, por ello hemos comenzado con experimentos preliminares que nos muestren posibles caminos a seguir.

1. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS

El primer paso fue conocer el mayor número de trabajos de investigación realizados sobre los almidones de casaba y de trigo, así como sus propiedades y su comportamiento como adhesivos.

Posteriormente se realizaron dos pruebas experimentales. Una relacionada con la vulnerabilidad de estos almidones al ataque de microorganismos. Estas muestras de almidones fueron incubadas en unas placas de agar en el laboratorio microbiológico del Imperial College en Londres. La segunda prueba se relacionaba con la resistencia de los almidones como adhesivo. Se elaboraron 30 muestras sobre Terylene que fueron testadas en la máquina *Instron 4411* para conocer su resistencia a la presión por estiramiento. Los resultados fueron analizados a través de métodos estadísticos y comparativos. Esta prueba se realizó en los laboratorios de Camberwell College of Arts en Londres.

2. ALMIDONES ESTUDIADOS

Almidón de la casaba. La casaba es un arbusto cultivado originalmente por los indígenas de América del Sur. Se conoce por diferentes nombres: yuca en Venezuela, mandioca en Brasil, manioc y casaba en África, tapioca en India. En Europa y los Estados Unidos se le dice casaba a la raíz y tapioca al almidón y a sus productos procesados. En Inglaterra se conoce también como *arrowroot*. Para efecto de este artículo usaremos el término tapioca que se refiere al almidón elaborado de la raíz de la casaba. Existen muchas variedades de esta raíz; su término técnico la clasifica como: *Manihot esculenta* (1). En relación con su uso se clasifica en casaba dulce y amarga: *manihot Aipi* y *manihot utilíssima*, respectivamente; la casaba amarga es la que tiene un cultivo más extenso debido a su alto contenido de almidón 24% (2). Los granos del almidón de tapioca semejan unas esferas irregulares cuyo tamaño oscila entre los 5 y los 25 micrones (3). La casaba contiene un 24% de almidón, un 1.1% de proteína, un 70% de agua y un 3% de otros componentes como azúcar y minerales (2,4). El almidón de tapioca usado para esta investigación es de origen brasileño: se trata de la Tapioca Dulce o Polvilho Doce y la Tapioca Amarga o Polvilho Azedo importado y manufacturado por Cajumar, en Portugal.

Almidón de trigo. El almidón de trigo es el adhesivo más usado en la conservación de papel. El tamaño de los gránulos oscila entre 25 a 50 micrones los más largos y entre 5 a 10 micrones de diámetro los más pequeños y esféricos (2). La semilla del trigo contiene además del almidón (70%) una proteína: el gluten (12%). Después de molida, la proteína puede ser separada a través de procesos de amasados y lavados porque los gránulos del almidón son más densos que los de gluten (4). Aparte del hinchamiento que se produce por la absorción, en una temperatura normal, los gránulos no son afectados por el agua.

3. PREPARACIÓN DE LOS ALMIDONES PARA LAS PRUEBAS

La receta seleccionada incorpora una parte de almidón y cuatro partes de agua (5) por tanto 25 gramos de almidón se diluyeron en 200 mililitros de agua destilada. La mezcla fue cocinada durante 15 minutos en Le Saucier a su temperatura más alta, punto 5 (6). La mezcla de almidón y agua sometida al calor produce en los gránulos un proceso de cambio físico en tres etapas. En la primera, los gránulos absorben el agua, en la segunda, a una temperatura específica llamada *punto de gelatinización*, los gránulos inician un rápido hinchamiento y en el tercer paso, bajo la misma temperatura, las celdas interiores llenas de agua revientan (7) y las moléculas de los polímeros comienzan a dispersarse y a formar la pasta o engrudo. La mezcla cocinada se dejó enfriar a temperatura ambiente. El engrudo de trigo fue pasado por un cedazo japonés de pelo de caballo sin añadirle más agua.

4. ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA LA PRUEBA DE RESISTENCIA POR TENSIÓN

La máquina llamada *T Peel*, recoge en un gráfico y en unos valores, la resistencia que presenta el adhesivo al ser separado de sus soportes. Los soportes para esta prueba se elaboraron sobre un material sintético llamado *Terylene*. El *Terylene* es un material muy fuerte, tiene alta resistencia a la abrasión, es muy ligero, es prácticamente inarrugable y tiene poca capacidad de estiramiento. Robert Fuchs (8) ha realizado esta prueba con el material usado para la elaboración de paracaídas por tratarse de un material altamente resistente y no se rompe antes de que la resistencia del adhesivo pueda ser testada. En general esta prueba se realiza sobre papel (4) sin embargo, a partir de la experiencia mencionada, se utilizó el *Terylene* para comprobar la separación del almidón adherido

Las muestras se elaboraron a partir del diagrama del manual de la *TPeel* que señala un método y unas medidas concretas (9). El engrudo se aplicó con una brocha buscando la máxima uniformidad. Inmediatamente se situó la otra pieza de *Terylene*, en la misma dirección de la tela, sobre la pieza impregnada del adhesivo, procurando mantener la máxima uniformidad y por tanto la total ausencia de arrugas o dobleces. Las muestras se secaron sobre una bandeja y en una habitación con temperatura de 27° C y humedad relativa de 50%. Después de 5-6 horas y, ya secas, se cortaron en tiras. Antes de iniciar las pruebas con la máquina de tensión, *T Peel*, las muestras se situaron en una vitrina de control con un 35-40% de RH durante dos días. Esta prueba se realizó en el Laboratorio del Camberwell College of Arts. El número de muestras fueron 10 para cada almidón.

5. PROPIEDADES Y COMPONENTES DE LOS ALMIDONES

Los almidones contienen dos estructuras moleculares: una lineal conocida como amilosa y una ramificada conocida como amilo-pectina. Estas dos estructuras moleculares tienen diferentes propiedades. En el caso de la amilosa, la alta estabilidad de su estructura lineal permite que al secarse, la disolución forme una fuerte película porque en el proceso de disolución las moléculas de la amilosa se asocian entre sí y se vinculan por medio de los enlaces de hidrógeno. Por su parte, la estructura de la amilo-pectina es más amorfa, la forma ramificada de sus moléculas no pueden alinearse tan fácilmente y por tanto se produce un enlace de hidrógeno y una aglutinación más débil (10). El contenido de amilosa en la tapioca es de un 16.7% (7), en los estudios realizados en los EEUU este porcentaje se sitúa entre 15-18% (3). En el caso del almidón de trigo producido en los Estados Unidos tiene un contenido de amilosa de alrededor del 25%. Estas propiedades intrínsecas de los almidones, es decir su contenido de amilosa y amilopectina y su peso molecular, determinan las características adhesivas del engrudo. Por tanto, es posible deducir que la fuerza adhesiva de los almidones depende, entre otras, de la relación entre los contenidos de amilosa y amilopectina, es decir mayor contenido de amilosa, puede significar una mayor fuerza adhesiva.

Por otra parte, como se mencionó anteriormente, la casaba contiene ácido cianhídrico. Este componente es un tóxico natural formado por la acción de la glucosita cianogénica con una enzima llamada *linamarase*. Los valores de ácido cianhídrico contenidos en la casaba varían de acuerdo a procedencia, forma de procesamiento, tipo de casaba o utilización. Su presencia en la raíz fresca oscila entre 88.3- 416.3 ppm/kg pero una vez seca al horno su contenido de ácido cianhídrico pasa a 51.7 ppm/kg y esto disminuye a 23.1 ppm/kg al secarse al sol (11), es decir, que gran parte del ácido cianhídrico contenido en la casaba se destruye durante sus diferentes procesamientos.

6. PARTE EXPERIMENTAL

Para poder demostrar si hay algún inhibidor en los almidones de tapioca que retarde el crecimiento de los hongos y comparar este proceso con el almidón de trigo se realizó una prueba técnica. El moho, término con el que se describe el crecimiento de los hongos, está presente en todos los ambientes. Existen aproximadamente 100 especies de hongos reconocidos como potenciales agresores del papel, los dos géneros más comunes son el *Aspergillus* y el *Penicillium*. Radley encontró que los hongos pertenecientes al género de *Aspergillus* y *Penicillium* son los responsables del deterioro del engrudo de almidón (12) y este deterioro se debe a que se alimentan, sobre todo del azúcar que el almidón contiene. Los factores que más promueven la germinación y el crecimiento del moho son la humedad y la temperatura. Una humedad

relativa del 75% o más y mantenida en ese nivel durante un tiempo y una temperatura entre 24 – 30°C provocará la germinación de los hongos. El moho, además, crece en cualquier sustrato orgánico que ofrezca los nutrientes necesarios incluyendo el papel y sus cargas y los adhesivos. Algunas especies de moho prefieren los almidones, las gomas y las gelatinas mientras que otras especies atacan y digieren la celulosa de la que se compone el papel (13).

7. PRUEBA MICROBIOLÓGICA

Las muestras de almidones se mantuvieron a temperatura ambiente durante 12 horas previas a la prueba microbiológica. Posteriormente, las tres muestras fueron incluidas en un medio de agar y fueron incubadas con *Aspergillus* (14). La siembra se realizó mediante punción y las placas fueron cultivadas a una temperatura constante de 37° centígrados durante tres días. Para este primer experimento se utilizó un 4% de cada uno de los almidones seleccionados. Con este porcentaje solo el almidón de tapioca amarga mostró un menor crecimiento de las cepas de *Aspergillus*. Se consideró que quizá este resultado se debía más al bajo porcentaje de carbohidratos presente en el almidón utilizado que a la reacción que se pretendía provocar. Por tanto, se repitió la prueba aumentando al 16% la cantidad de almidón utilizado. Con este porcentaje las cepas de *Aspergillus* proliferaron de manera uniforme en tiempo y en cantidad en los tres tipos de almidones analizados. Es decir no se manifestó ninguna diferencia en el crecimiento del *Aspergillus* entre las muestras.

8. FUERZA DE LA ADHESIÓN. MÁQUINA T PEEL

Para poder observar la fuerza adhesiva de los tres tipos de almidones (trigo, tapioca dulce y tapioca amarga) se sometieron a las pruebas de tensión y resistencia en la máquina de TPeel (15). Se realizaron análisis estadísticos que mostraron datos diferenciales entre los tres tipos de almidón testados. Cada muestra fue expresada en un gráfico, cada gráfico mostró los diferentes puntos de resistencia a la presión a la que fue sometida la muestra. Los resultados se expresan en Newton por milímetro y son los siguientes: almidón de trigo 0.018 N/mm, tapioca dulce 0.010 N/mm, tapioca amarga 0.006 N/mm. Estos resultados muestran que el almidón de trigo presenta una mayor fuerza adhesiva que los almidones de tapioca dulce y amarga y que entre los dos almidones de tapioca, la tapioca dulce muestra una mayor fuerza adhesiva.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

El experimento preliminar del comportamiento de los almidones bajo el ataque microbiológico testado no representa la realidad de lo que sería

un ataque microbiológico en un sustrato de papel, pero es una primera prueba que permite descartar las posibilidades de que el almidón de tapioca pudiera poseer un repelente natural. Al menos a partir del almidón utilizado en esta fase del trabajo.

En nuestro estudio, como anunciamos al principio, utilizamos el almidón de tapioca que se produce para el consumo alimenticio por ser el almidón más accesible. Sin embargo consideramos importante experimentar con almidones de tapioca utilizados en la industria papelera o similar cuyos componentes podrían aportar otros datos.

En el análisis de resistencia se mostraron diferencias significativas entre las medias de cada grupo de almidones testados. Los resultados también indicaron que estas diferencias no eran aleatorias. Sin embargo, estos resultados representan una fase preliminar de la investigación. El estudio esta en proceso y se espera obtener más información que permita comprobar si este patrón de resultados se reproduce.

NOTAS

1. GUZMAN PEREZ, E., «El cultivo de la yuca», 1ra ed. *Espasande S.R.L. Editores*, Venezuela, 1988
2. Internacional Starch Institute. ISI. *Tapioca (Cassava) Starch*. Science Park, Aarhus, Denmark. (2004). Consultas en línea, <http://www.starch.dk/isi/starch/tmsstarch.htm>
3. HEGENBART, S., Editor. «Food Product Design, Understanding Starch Functionality». 1996 Consultas en línea, <http://www.foodproductdesign.com>
4. DANIELS, V., «A study of the properties of aged starch paste (FURI-NORI)» In *The Conservation of Far Eastern Art*, IIC, London (1988) p.5-10.
5. KOYANO, M., *Japanese Scroll Paintings: A Handbook of Mounting Techniques*, Foundation of the American Institute for Conservation 1979 p.30.
6. Le Saucier, es una olla de metal con unas paletas que giran continuamente mientras el almidón se cocina. Manufacturada por Tefal.
7. VAN STEENE, G., and MASSCHELEIN-KLEINER, L., «Modified starch for conservation purposes» *Studies in Conservation*, 25 (1980) p.64-70.
8. FUCHS, R., «Adhesives in Conservation: new findings about preparation and application» *This Will Stick Forever, Attaching and Releasing*. Presentacion Oral en el International Association of Books and Paper Conservators (IADA). Symposium. Budapest, 25-27 May 2005.
9. Skeist, I., *Handbook of Adhesives*. Second Edition. Van Nostrand Reinhold Company. 1977.
10. HORIE, C.V., *Materials for Conservation: Organic Consolidants, Adhesives, Coatings*. London, Batterworths and Co., 1987 p.135-136.
11. TEWE, O.O., «Detoxification of cassava products and effects of residual toxins on consuming animals». *Roots, tubers, plants and bananas in animal feeding*. Consultas en línea: <http://fao.org/003/T0554E06.htm>
12. RADLELY, J.A., «Starch Production Technology, Applied Science Publisher» London, 1976, Chapter 6, p99-107 and Chapter 10, p.189-212.
13. SZCZEPANOWSKA, HANNA, «Biodeterioration of art objects on paper», *The Paper Conservator, Vol. 10*, (1986), p.31-39.
14. TIBURN, J., SANKAR, S., WIDDICK, D.A., ESPESO, E.A., MUNGROO, J., PENALVA, M.A. y ARST, H.N., Jr. «The Aspergillus PacC zincfinger

- transcription factor mediates regulation of both acid-and alkaline- expressed genes by ambient pH», *EMBO J.*,14,(1995), p.779-790.
15. CAULFIELD, D.F., and GUNDERSON, D.E., «Paper Testing and Strength Characteristics» *Testing and Monitoring of Paper Aging*, Edited by Philip Luner. Tappi Press. 1990, p.43-52.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Mark Sandy, profesor responsable del Postgrado en Conservación en Camberwell College of Arts por su orientación y apoyo en el proceso de la prueba de resistencia. También mi agradecimiento para la Dra. Ana María Calcagno del Imperial College, Londres por realizar las pruebas microbiológicas y a Alice Rugheimer, Conservadora de Papel del British Museum por sus comentarios sobre este artículo. También quiero agradecer a Pilar Jaime, estudiante del MA en Camberwell Collage of Arts, por su asistencia en hacer las pruebas de resistencia y su generoso apoyo en la redacción de este documento.

BREVE CURRÍCULUM VITAE

Amelia Rampton

Trabajó para la Biblioteca Nacional de Venezuela, para el Conservation Consortium de Oxford y para otros talleres. Recibió el Diploma de Estudios Superiores en Conservación de Grabados y Dibujos en Camberwell Collage of Arts y realizó Estudios Avanzados en Conservación en el West Dean College. Desde 1990 estableció su propio taller. Actualmente trabaja medio tiempo para el British Museum, en Londres además de continuar su práctica privada.