

# Reconstruyendo el pasado a través del análisis genético de textiles de origen vegetal

## ANDREA SEELNFREUND

Arqueóloga, Escuela de Antropología, Geografía e Historia,  
Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Santiago,  
Chile<sup>1</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9319-083X>  
aseelenfreund@academia.cl

## DANIELA SEELNFREUND

Bioquímica, Departamento de Bioquímica y Biología  
Molecular, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas,  
Universidad de Chile<sup>3</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3664-0424>  
dseelen@ciq.uchile.cl

## ANA MARÍA ROJAS ZEPEDA

Magíster en Arte de la Academia de Bellas Artes de Varsovia,  
Polonia. Licenciada en Teoría e Historia del Arte. Investigadora  
Textil, Comité Nacional de Conservación Textil, Santiago, Chile<sup>2</sup>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0062-6611>  
rojaszepeda@gmail.com

Universidad de Valparaíso

Facultad de Arquitectura

Revista Márgenes

Espacio Arte y Sociedad

Reconstruyendo el pasado a  
través del análisis genético  
de textiles de origen vegetal

2024. Vol 17. N° 26

Páginas 78-90

Recepción: mayo 2023

Aceptación: diciembre 2023

## RESUMEN

Este artículo presenta una visión general de la importancia cultural, a nivel global, de especies vegetales utilizadas como fuentes de fibra para la elaboración de textiles. La familia de las *moraceae* incluye diversas especies menos conocidas utilizadas para la fabricación de textiles. Las nuevas herramientas genéticas permiten estudiar objetos elaborados con materiales provenientes de organismos vivos para indagar el pasado, incluyendo a los textiles. El artículo resume los resultados de una investigación interdisciplinaria de una década sobre la morera de papel de islas del Pacífico. Nuestro trabajo se ha centrado en el estudio de las plantas y textiles de la morera de papel (*Broussonetia papyrifera*) mediante el análisis genético para responder a interrogantes relacionadas con los procesos de poblamiento de Oceanía insular.

**Palabras claves:** Fibras vegetales, morera de papel, translocación antrópica de especies, análisis genético, ADN,

## ABSTRACT

This article presents a general overview at a global level of the cultural importance of plant species used as fiber sources for making textiles. The Moraceae family includes many of the lesser-known species for making textiles. The development of new genetic tools has allowed the study of cultural objects made of materials from living organisms including textiles, opening windows to investigate the past. This article summarizes the results of a decade-long research of Pacific paper mulberry. Our interdisciplinary work has focused on the genetic analysis of the paper mulberry (*Broussonetia papyrifera*) plants and textiles, to answer questions related to the peopling of island Oceania.

**Keywords:** Plant fiber, paper mulberry, human-associated species translocation, genetics, DNA

<https://doi.org/10.22370/margenes.2024.17.26.4522>

<sup>1</sup>Ver: <https://www.linkedin.com/in/andrea-seelenfreund-81b06814/?originalSubdomain=cl>

<sup>2</sup>Ver: <https://www.linkedin.com/in/ana-maria-rojas-zepeda-8a133950/?originalSubdomain=cl>

<sup>3</sup>Ver: <https://www.linkedin.com/in/daniela-seelenfreund-54b59040/?originalSubdomain=cl>

## INTRODUCCIÓN

Las plantas están profundamente entrelazadas en la vida de los seres humanos, proporcionando desde tiempos remotos alimento, protección, combustible, vestimentas y muchos otros usos. También hasta hoy están presentes en prácticas sociales, ya sean cotidianas o ceremoniales. Las fibras vegetales han sido usadas para la confección de textiles, cuerdas, canastos y contenedores, y un sinnúmero de otros objetos. Con el paso del tiempo hemos generado una codependencia con muchas plantas, lo que ha llevado a un proceso de selección de ciertas especies y variedades y su domesticación para diversos usos. De hecho, investigaciones relativamente recientes plantean que la primera especie vegetal domesticada, alrededor de nueve mil años atrás en China, fue la calabaza para su uso como contenedor, mucho antes de la domesticación de otras especies de plantas como fuente de alimentos (Erickson, Smith, Clarke, Sandweiss, & Tuross, 2005). Cada cultura alrededor del mundo ha extraído de las plantas aquellas partes que le han sido útiles e, incluso, las han trasladado en procesos de migración o colonización de nuevos territorios, lo que da cuenta de su importancia y valoración.

La fabricación de textiles y de otros objetos a partir de fibras vegetales, históricamente ha involucrado una diversidad de técnicas, como el tejido, trenzado y afieltrado o abatanado. Algunas plantas son más adecuadas que otras para algunos de estos propósitos. Las técnicas empleadas en diferentes partes del mundo para la obtención de fibras son diversas y complejas, y dependen de sus propiedades particulares. Cada parte de la planta es útil para diferentes fines. La fabricación de distintos artículos textiles ha evolucionado desde la simple torsión manual de dos fibras para obtener un hilo hasta el complejo proceso de entrelazado de varios hilos para obtener un tejido plano, utilizando en muchos casos artefactos especializados como el huso, la rueca y el telar (McKenna, Hearle, & O'Hear, 2004; Wilson, 2021).

El sustrato biológico para estos diversos objetos está constituido por un gran número de especies diferentes, según la biodiversidad encontrada en los distintos continentes. Además, en cada caso se escogieron diferentes partes de las plantas, como su corteza, tallos, raíces o sus hojas, de acuerdo con las características de la fibra vegetal y con su uso posterior. Las especies más conocidas son, quizás, el algodón o el lino, sin embargo, los humanos, en diferentes partes del mundo, han hecho uso de muchas otras especies vegetales como fuente de fibras, tales como la ortiga, la palma, la yuca, el maguey, el hibisco y las moreras, por nombrar sólo algunas.

El algodón es una especie con amplia distribución en zonas tropicales y subtropicales. Perteneció a la familia botánica de las malváceas y se conocen alrededor de cincuenta especies del género *Gossypium*, de las cuales cuatro especies son cultivadas: las especies diploides de 26 cromosomas cada

una *G. arboreum* L. y *G. herbaceum* L. son nativas del Viejo Mundo, probablemente del subcontinente indio, de Medio Oriente y de África del Este. La especie *G. barbadense* L. también es diploide ( $2n = 26$  cromosomas) y la especie tetraploide *G. hirsutum* L. ( $2n = 4x = 52$  cromosomas) son originarias del nuevo mundo (Maru, Parihar, Kulshrestha, & Vaja, 2021), y fueron domesticadas en la región de Perú/Ecuador y en Mesoamérica, respectivamente. Desde la perspectiva de su uso estas especies se diferencian por el largo de su fibra o pelusa (Zohary, Hopf, & Weiss, 2012). En el siglo X el algodón se cultivaba en casi todo el mundo islámico, desde donde proviene su nombre (*qutn*), del cual deriva también su nombre en español e inglés (García, 2001). Desde ahí se difundió por toda la cuenca mediterránea, entrando a competir con el lino, la tradicional fibra textil de esa región.

El lino (*Linum usitatissimum* L.) se cultiva en regiones templadas y es uno de los cultivos más importantes del mundo, tanto por la fibra textil que proporciona su tallo como por su semilla, la linaza, y por el aceite obtenido a partir de ella. El lino es una de las fibras más antiguas utilizadas y su cultivo data de tiempos muy remotos. Hay registros de que ya se producía en Babilonia hace unos siete mil años atrás (García, 2001). Registros de semillas en las viviendas lacustres de los Alpes indican que su cultivo en Europa se remonta a unos cinco mil años de antigüedad (García, 2001; Zohary *et al.*, 2012).

Entre las especies menos conocidas es de interés hacer mención a la familia de las moráceas, una gran familia botánica que se originó en Eurasia alrededor de ochenta millones de años atrás. Muchas especies tropicales o neotropicales de esta familia son utilizadas por sus fibras, las que se obtienen de la corteza. (Figura 1). Desde hace mucho tiempo se sabe que la corteza interna de los árboles se transforma de manera relativamente fácil en textiles de fieltro o tela de corteza. Este tipo de textiles se ha producido en muchas partes del mundo, incluido el sudeste de Asia, Oceanía, América del Norte y del Sur, así como en África. Dado que las moráceas constituyen la familia más ampliamente utilizada como fuente de fibra a nivel global, es posible especular acerca de la referencia bíblica que dice que luego de comer del fruto prohibido, Adán y Eva “se dieron cuenta de que estaban desnudos. Cosieron, pues, unas hojas de higuera, y se trenzaron unos taparrabos” (Génesis 3.7)<sup>4</sup>, posiblemente corresponda a los vestigios de la tradición oral acerca de la antigua elaboración de textiles de corteza de los habitantes del Medio Oriente (Ewins, 1987). Por otra parte, no se puede descartar que se introdujera, posteriormente, la palabra “hojas”, ya que los escribanos europeos de la Edad Media desconocían la elaboración de textiles a partir de corteza.

<sup>4</sup>Ver: <https://www.bibliatodo.com/la-biblia/Latinoamericana-1995/genesis-3>

Las telas de corteza más conocidas en la actualidad son, quizás, las del sureste de Asia y Oceanía. La corteza de varias especies arbóreas de diferentes géneros de la familia de las moraceas puede ser procesada para obtener fibras de alta calidad, particularmente de los géneros *Antiaris*, *Artocarpus*, *Broussonetia* y *Ficus* (Arnold, 1990; Matthews, 1996; Howard, 2006) (Figura 2). Las especies del género *Ficus* (*F. sperba*, *F. annulata*, *F. benghalensis* y *F. infectoria*) corresponden a las más utilizadas en Asia, en cambio en Oceanía predomina tanto el uso de *Broussonetia* como de *Ficus* (Arnold, 1990; Matthews, 1996; Howard, 2006). Como describimos más adelante, nuestro trabajo de los últimos quince años se ha centrado en el estudio de *Broussonetia papyrifera*, o morera de papel, dado que es una especie culturalmente muy importante como fuente de fibras para la elaboración de textiles en el amplio espacio geográfico de Oceanía.

En América se utilizó la corteza de diferentes especies arbóreas subtropicales para la elaboración de textiles y papel. Muchas de ellas son también de la familia de las moraceas. En Mesoamérica las fuentes más importantes para la obtención de fibra son *Ficus cotinifolia*, *F. padifolia* y *F. petiolaris* (Neyra, 2013) y el producto más conocido es el papel amate. En el México prehispánico el amate fue el principal medio de escritura. Cumplía diversas funciones rituales y por ello durante el proceso de conquista se prohibió su uso. El papel amate se empleaba como tributo por los mexicas o aztecas y se ofrecía a los dioses en una variedad de formas. Era parte de la vestimenta ceremonial, aunque también se usaba para elaborar cordones y argollas o arcos para el juego de pelota (López Binnqüist, 2004). Otro uso notable fue el de soporte de los códices maya, de los cuales solo unos pocos sobrevivieron la destrucción por los conquistadores españoles. Hoy en día únicamente la comunidad otomí de San Pablito, en el Estado de Puebla, conserva la tradición de producción del amate, y esta persiste como una de sus principales actividades económicas.

En otro orden, la morera (*Morus nigra* y *M. alba*) también es de gran importancia para uso textil, aunque en forma indirecta. La morera en sí no es una planta que proporciona fibra textil, sin embargo, su gran valor radica en que sus hojas sirven de alimento a los gusanos de la seda, por lo que se cultivan en asociación con estos insectos. La industria de la seda nació en Asia y fue introducida a comienzos de nuestra era a la cuenca mediterránea (Wilson, 2021).

> **Figura 1: La morera de papel. A) Flores masculinas. B) Fruto maduro. C) Flores femeninas.**

**D) Plantación de morera de papel en la isla de Tonga. Fuente: Elaboración propia**

> **Figura 2: Proceso de cosecha y procesamiento de la corteza de morera de papel. A) Cosecha de las ramas de plantas jóvenes. B) Separación de la corteza interior de la exterior. C) Proceso de golpeteo de la corteza interior con un mazo para extender la fibra. D) Tela de corteza intervenida con diseños, construida a partir de la unión de cientos de piezas más pequeñas, y extendida al sol para su secado final. Fuente: Elaboración propia**



## EL ESTUDIO DE LAS FIBRAS TEXTILES PARA LA COMPRENSIÓN DEL PASADO.

La identificación de fibras textiles reviste gran importancia para la arqueología, ya que a través de ellas puede obtenerse información en relación a sus usos, aspectos sociales, cronológicos y culturales de sociedades pasadas (Strand, Frei, Gleba, Mannering, Nosch, & Skals, 2010), como también de su relación con el medio ambiente, la dispersión de especies de relevancia para los grupos humanos, y así también descubrir e identificar posibles rutas o instancias de contacto, intercambio y comercio entre sociedades del pasado (Roullier, Benoit, McKey, & Lebot, 2013). El estudio tradicional de fibras textiles se basa en la descripción minuciosa de fragmentos de fibras encontrados en diferentes contextos, descripción apoyada por el uso de la microscopía óptica y electrónica. Un ejemplo de interés es el descubrimiento en la cueva de Dzudzuana en la República de Georgia, de fibras vegetales identificadas preliminarmente como lino adheridas a fragmentos de arcilla. Se determinó que estos fragmentos de fibras tenían una antigüedad de alrededor de 20.000 años y algunas de estas fibras adheridas mostraban intervención humana ya que estaban torcidas (Kvavadze *et al.*, 2009). La integración de nuevos métodos analíticos al estudio de los textiles nos permite abrir el abanico de preguntas, las que conducen a interpretaciones más complejas y cada vez más finas respecto al papel que jugaron los textiles en las sociedades antiguas (Strand *et al.*, 2010).

Durante los últimos decenios han surgido nuevas metodologías que permiten estudiar, mediante un enfoque diferente, los objetos elaborados con materiales provenientes de organismos vivos. Este enfoque se basa en el hecho de que todos los organismos poseen ADN, el cual es susceptible de ser analizado mediante herramientas de la genética molecular. Los animales poseen ADN en el núcleo de sus células y al interior de los organelos denominados mitocondrias. Las plantas, asimismo, poseen material genético en los núcleos de sus células y en sus mitocondrias, pero también al interior de los cloroplastos. El análisis de ADN permite la identificación sin ambigüedades de la especie utilizada para la elaboración de un artefacto. Una de las grandes ventajas de este tipo de análisis es que requieren muy poco material de partida, y que el material genético es bastante resistente al paso del tiempo, particularmente el ADN contenido al interior de mitocondrias y cloroplastos. Sin embargo, la conservación del material genético depende en forma importante de las condiciones ambientales en que se encuentra la muestra. Por ejemplo, la conservación del material genético es mejor en ambientes muy secos o de muy baja temperatura, pero se degrada con facilidad en ambientes húmedos o tropicales. En los últimos años ha surgido la posibilidad de analizar el material genético extraído de muestras antiguas (que se definen como de más de cincuenta años de edad),

permitiendo el surgimiento de la "paleogenética". El primer estudio de este tipo fue el análisis de ADN extraído en 1984 de un trozo de músculo y piel de una especie de equino (emparentada con la cebra) y actualmente extinto, el quagga (*Equus quagga*), de un ejemplar fallecido hace más de cien años atrás (Higuchi, Bowman, Freiberger, Ryder, & Wilson, 1984). Este trabajo pionero dio pie al auge de la disciplina del estudio de ADN antiguo, incluyendo el análisis de restos de humanos de más de 30.000 años como de *Homo neanderthal*, entre muchos otros. Actualmente estas herramientas han permitido, también, examinar restos botánicos asociados a restos arqueológicos, material de herbarios y otros objetos de museos, ya sean estos hojas, semillas o madera o materiales culturales, como textiles elaborados en base a fibras vegetales (Green, & Speller, 2017).

Uno de los primeros estudios genéticos de restos vegetales antiguos se centró en el análisis de papiros egipcios, estableciéndose que es factible extraer ADN de muestras de hasta 700 años de antigüedad (Marota, Basile, Ubaldi, & Rollo, 2002). En otro estudio se analizaron los restos de madera de una nave inglesa, la "Mary Rose", que fue hundida en el año 1545 por fuerzas francesas frente a las costas de Inglaterra. En ese estudio fue posible la extracción de material genético de cloroplastos a partir de trozos de madera de roble, a pesar de que el maderamen del barco estuvo expuesto durante más de 400 años al agua de mar (Speirs, McConnachie, & Lowe, 2009). Finalmente, mediante el análisis de ADN es posible detectar trazas de la presencia de vegetales, aun cuando ya no existan vestigios físicos de estos. Un ejemplo de ello es el estudio del contenido de ánforas griegas rescatadas de un naufragio ocurrido hace 2.000 años atrás en el mar Mediterráneo. El hallazgo de un cúmulo de ánforas en el fondo marino es sugerente de un naufragio, cuando la madera de la antigua embarcación ya se ha degradado totalmente (Hanson y Foley, 2008). Se sabe que, en general, estas ánforas se utilizaron para almacenar, comerciar y transportar vino y aceite, sin embargo, en este caso específico, el análisis del interior de las ánforas indicó la presencia de secuencias de ADN correspondientes a pistacho y orégano (Hanson y Foley, 2008). Estos trabajos son ejemplos de que es posible el rescate de ciertos aspectos de la historia a través del análisis de ADN antiguo.

En otros casos es posible reconstruir el origen de especies vegetales transportados por los humanos a diferentes lugares, y así inferir movimientos migratorios o de intercambio de especies (Storey, Robins, Clarke, Ladefoged, & Matisoo-Smith, 2013). Para estudiar la dispersión de las plantas, ya sea natural o por acción antrópica, es necesario conocer ciertas características, tales como la diversidad genética existente en las distintas poblaciones dentro de su rango de distribución geográfica. La existencia de diversidad intraespecífica es la base de los estudios

genéticos asociados a biogeografía. Si todos los individuos dentro de una especie fueran similares, no existiría la posibilidad de asignar una región de procedencia a ejemplares de una especie determinada. Además, se ha demostrado que existe una mayor diversidad genética en la región de origen de una especie, es decir, en su hábitat nativo. En consecuencia, en la medida que una especie se ha dispersado a una región distante, ya sea en forma natural o por acción antrópica, encontraremos una menor diversidad genética en las regiones distantes de su origen, pues mantienen solo algunos de los rasgos genéticos del total de su variabilidad. A partir de esta premisa, es posible reconstruir rutas de dispersión, analizando las características genéticas particulares de una población en localidades específicas, y su relación con su centro de origen y el conjunto total de su diversidad.

### LA MORERA DE PAPEL, UNA PLANTA TEXTIL COMO ESPECIE MODELO

La morera de papel (*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Hér. ex Vent) fue descrita por primera vez para el mundo occidental, en 1712, por el explorador alemán Engelbert Kaempfer (1651-1716), en un trabajo titulado *Amoenitatum exoticarum politico-physico-mediciarum Fasciculi*, como *Morus sativa, fois urticae mortuae, cortice papyrifera*, quien posiblemente la observó en uno de sus viajes a Japón, aunque esta especie es nativa del sur de China y Taiwán.

Diversos investigadores postulan que la fabricación de telas de corteza fue inventada por pueblos neolíticos en el sur de China (Cameron, 2006; Cameron, 2008; Howard, 2006). Estas telas se elaboran luego de la separación de la corteza interior, la cual se somete a remojo y posteriormente a un proceso de batido y golpeo para la separación de las fibras. La evidencia de la fabricación de dichas telas de corteza se basa, principalmente, en el hallazgo de batidores de piedra encontrados en sitios arqueológicos en el continente asiático, y en sitios insulares del sudeste asiático que datan de hace unos 8.000 años atrás (Ewins, 1987; Bellwood, 2017)). La elaboración de textiles de corteza, a su vez, constituyó la base para el invento del papel, pues el procedimiento es muy similar. Según relatos chinos tradicionales, el primer papel verdadero fue inventado en el sureste de China por Cai Lun en el año 105 d.C. Estaba hecho de la corteza de morera de papel mezclada con restos de cáñamo, trapos de tela y redes de pesca (Tsien, 2004; Hunter, 2011). Tiempo después, según Baker (2002), en el año 610 d.C., esta especie se introdujo en Japón para la fabricación de papel. Sin embargo, datos arqueológicos indican que podría haberse introducido mucho antes. En el sitio arqueológico de Hamanasuno, en Hokkaido, Japón, se han encontrado evidencias de restos de fibra de cáñamo y morera de papel que datan de hace 7.200-5.600 años atrás (Crawford, 1992).

La morera de papel no solo fue introducida a Japón, sino que también fue transportada desde su hábitat nativo hacia las islas del Pacífico por poblaciones procedentes de Taiwán y el sur de China hace unos 6.000 años atrás (Matthews, 1996; Chang, Liu, Moncada, Seelenfreund, Seelenfreund, & Chung, 2015). Se cree que la dispersión de la morera de papel y otras especies de plantas y animales fue parte del proceso colonizador de los pueblos navegantes que descubrieron y se asentaron en las islas en el enorme espacio marítimo entre Nueva Guinea, Nueva Zelanda, Hawái y Rapa Nui. El traslado de un conjunto de especies en el proceso de colonización de los espacios insulares fue parte de la estrategia conocida como de "paisajes transportados". Al llevar todas las especies importantes para mantener su forma de vida, lograron maximizar la probabilidad de supervivencia en las islas más remotas del Pacífico, puesto que las islas más lejanas de las masas continentales cuentan con recursos terrestres cada vez más escasos (Kirch, 2000).

La denominación general que se da en Polinesia a los textiles no tejidos elaborados a partir de la corteza interior de ciertos árboles es "tapa", aunque en las diferentes islas las telas y la planta se denominan en forma particular. Por ejemplo, en Rapa Nui tanto la tela como la planta se denominan "mahute", en cambio en Hawái la tela se denomina "kapa" y la planta "wauke" (Seelenfreund, Clarke, Oyanedel, Piña, Lobos, Matisoo-Smith, & Seelenfreund, 2010). El *tapa* como textil no solo tiene un uso cotidiano, sino que se utiliza de diferentes formas en ceremonias y rituales: como presentes a invitados de honor, en vestimentas para ocasiones especiales, en máscaras para desfilas a los espíritus por las aldeas, para envolver las imágenes de los dioses e, incluso, para hacer imágenes de los dioses mismos (Seelenfreund, 2013).

Los textiles de *tapa* acompañan a las personas en todas las etapas importantes de la vida, desde el nacimiento hasta la muerte. Además, representan la riqueza de las mujeres y se presentan como ofrendas a cambio de trabajo o para celebrar ocasiones especiales. Actualmente, en algunas islas se exhiben públicamente grandes extensiones de *tapa* y se intercambian ceremoniosamente. Las telas de corteza están íntimamente ligadas a la estética de los actos rituales y presentación a los jefes, dignatarios o divinidades. En resumen, hoy en día en ciertas islas (particularmente en Tonga, Wallis y Fiyi) se producen grandes cantidades de *tapa* para todo tipo de ceremonias (Figura 3).

En Polinesia, además del sustrato físico del textil de *tapa*, al igual que en el amate de Mesoamérica, la intervención con diseños y colores también tiene gran importancia cultural: los patrones presentes en los diferentes textiles permiten identificar la o las islas de procedencia e, incluso, la comunidad específica que los ha creado. En general, los diseños involucran motivos geométricos, en patrones

ordenados y abstractos, ocupando simetrías de reiteración y de desplazamiento. Esto determina una lectura vertical, horizontal, diagonal o en curvas de los elementos seleccionados. Al mismo tiempo, se pueden encontrar imágenes relacionadas con la naturaleza, en especial elementos vegetales como hojas, flores y representaciones estilizadas de aves.

Dados estos antecedentes, para nuestros estudios nos propusimos caracterizar genéticamente las poblaciones contemporáneas de morera de papel en su hábitat nativo y en el Pacífico, en particular en Oceanía Remota<sup>5</sup>, donde fue introducida hace al menos 2.000 años atrás como fuente de fibras para la elaboración de textiles. El estudio de las especies transportadas por los humanos a lo largo de sus viajes abre una ventana hacia el pasado que se complementa con la información entregada por la arqueología, la lingüística y la historia oral de cada lugar.

Las razones para escoger la morera de papel se basan en la premisa de que esta especie es cultivada, se propaga en forma vegetativa en las islas del Pacífico y su dispersión es por acción antrópica. Habitualmente no florece y tampoco produce semillas, dado que sus tallos son cosechados anualmente para la extracción de la fibra. Por otra parte, sus frutos, inexistentes en el área de estudio, tampoco se podrían dispersar en forma natural entre las diferentes islas. La segunda premisa es que las plantas contemporáneas corresponden a descendientes directas de las que fueron introducidas por los antiguos colonos y no ocurrieron grandes movimientos de plantas después del contacto con los europeos, dada la introducción de telas y vestimentas ya elaboradas con otros materiales, tales como algodón, lana y luego fibras sintéticas que sustituyeron el uso de *tapa* en muchas islas. Por estos motivos, la planta se ha mantenido en algunas islas, principalmente para la elaboración de textiles en contextos rituales, turísticos o de reconfiguración identitaria, aunque no para usos cotidianos. Esto significó que ya no hubo mayor interés en el traslado de estas plantas en tiempos históricos. Bajo estas premisas, nos planteamos las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es la relación genética de las plantas de morera de papel entre su patria asiática y Oceanía Remota, donde fue introducida por los primeros colonizadores?

¿Podemos detectar diversidad genética en la región de Oceanía para revelar eventuales patrones de dispersión?

¿Existen diferencias entre las poblaciones contemporáneas e históricas de morera de papel al analizar material proveniente de herbarios y de textiles de colecciones etnográficas?

¿Es factible inferir movimientos de migración humana a partir de los datos genéticos de la dispersión de la morera en papel?

## RESULTADOS DE NUESTROS ANÁLISIS DE MORERA DE PAPEL DE OCEANÍA REMOTA

Este estudio se inició con el análisis de hojas de morera de papel, tanto contemporáneas como históricas obtenidas de herbarios. Las muestras contemporáneas, en la mayoría de las islas, corresponden, muy probablemente, a descendientes de las plantas introducidas por los primeros navegantes polinésicos. Los especímenes de material de herbarios corresponden a muestras colectadas, mayoritariamente, entre 1882 y antes de la Segunda Guerra Mundial por botánicos procedentes de diferentes países y albergadas en el museo B. P. Bishop de Hawái (BISH), el Museo Nacional de Historia Natural de Santiago (SGO) y el Auckland War Memorial Museum de Nueva Zelanda (AK). También analizamos muestras tomadas de textiles de corteza de esta planta provenientes de un contexto arqueológico, y de colecciones etnográficas históricas. De todas estas muestras extrajimos ADN, el cual fue analizado con tres tipos distintos de marcadores moleculares. Los datos de cada uno de estos marcadores proporcionan información diferente y complementaria sobre las características genéticas de cada muestra.

El estudio de las plantas contemporáneas significó realizar colectas de hojas de esta especie en muchas islas del Pacífico y también en Asia. Los resultados obtenidos mediante los análisis genéticos a partir de los ejemplares contemporáneos han demostrado una conexión directa entre las poblaciones del Pacífico y aquellas presentes en el Sur de Taiwán (Chang *et al.*, 2015). Estos resultados son los primeros datos genético-moleculares que apoyan la hipótesis de que las poblaciones austronésicas son descendientes de grupos que salieron de Taiwán hace poco más de 5.000 años atrás. Además, descubrimos que las muestras del Pacífico presentan una mutación genética que la hace distintiva de las poblaciones de la zona nativa, ya sea de Taiwán o Asia continental (Seelenfreund, Piña, Ho, Lobos, Moncada, & Seelenfreund, 2011; Chang *et al.*, 2015). Los análisis de las muestras contemporáneas revelaron una clara estructuración de las poblaciones de morera de papel en el Pacífico, lo que permite diferenciar poblaciones del este y oeste de Polinesia, distinguir poblaciones de archipiélagos específicos, y con ello sugerir posibles rutas de dispersión (Olivares *et al.*, 2019). Por otra parte, se logró establecer que, en el caso particular de Hawái, existió un segundo evento migratorio en tiempos históricos, evidenciado por la presencia de plantas más estrechamente emparentadas con las de Japón y el sur de China que con las plantas del resto de Polinesia y de

<sup>5</sup>Oceanía Remota: es un concepto de la biogeografía y hace referencia a las islas y archipiélagos comprendidos entre las Islas Salomón y Rapa Nui hacia el este, e incluye a Hawái y Nueva Zelanda, en oposición a Oceanía Cercana, que se refiere a todo el espacio insular entre el continente asiático y las islas Salomón.



Taiwán (González-Lorca, Rivera-Hutinel, Moncada, Lobos, Seelenfreund, & Seelenfreund, 2015; Peñailillo *et al.*, 2016). El estudio de las muestras de herbario permitió complementar estos resultados, abriendo una primera ventana hacia el pasado. Los análisis de las muestras de herbario confirmaron la presencia de la misma estructura genética de las poblaciones actuales de morera de papel en las islas del Pacífico, otorgando respaldo a nuestra primera premisa de que las plantas de herbario representan antepasados directos de las moreras de papel contemporáneas (Payacán *et al.*, 2017).

> **Figura 3:** Diferentes contextos rituales en los que se usa el *tapa* en Oceanía. A) Hombre vestido con telas de corteza y observado de espaldas en el marco de una ceremonia oficial de inauguración de un congreso en Fiji. B) Niña vestida con falda de *tapa* en una ceremonia de una aldea en Fiji. C) Vestido de tela de algodón con diseños de la *tapa* tradicional de la Isla de Wallis, en el contexto de la ceremonia de cierre del Festival Internacional de *tapa* celebrado en Tahití en 2014. D) Uso de *tapa* para cubrir una tumba, Fiji. E) Uso de una tela de *tapa* como base para una mesa de regalos en la fiesta del primer cumpleaños de un niño en Tonga en 2013. Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS DE NUESTROS ANÁLISIS DE TEXTILES DE MORERA DE PAPEL DE OCEANÍA REMOTA

Con el fin de complementar los trabajos anteriores realizamos el primer análisis genético de textiles de morera de papel, ensayando una primera prueba de concepto en textiles contemporáneos (Moncada, Payacán, Arriaza, Lobos, Seelenfreund, & Seelenfreund, 2012), para luego aplicar los protocolos desarrollados a textiles etnográficos de 50 a 100 años de antigüedad provenientes de Nueva Guinea, Samoa americana, Hawái y Fiji. Para ello se siguieron protocolos estrictos de extracción de ADN antiguo que tienen el propósito de evitar la contaminación con ADN moderno. Fue posible extraer ADN de buena calidad de los textiles etnográficos de Nueva Guinea y Fiji. Las razones para la extracción exitosa de material genético de dichos textiles se podrían deber a la confluencia de varios factores que propiciaron este resultado, tales como el tamaño adecuado de la muestra, el almacenamiento y conservación de las piezas desde su colecta en condiciones de humedad y temperatura apropiadas hasta su ingreso a los depósitos modernos de los museos, entre otros factores.

Los análisis del textil proveniente de la provincia de Oro, en Nueva Guinea, mostraron una clara conexión con genotipos de plantas provenientes de Asia (Vietnam, China y Japón) y con islas del Pacífico relativamente cercanas como Nueva Caledonia, Fiji y Samoa, y otras tan distantes como Hawái y Rapa Nui (Peña-Ahumada *et al.*, 2020). Por otra parte, el análisis del textil proveniente de Fiji también mostró la presencia de genotipos que lo conectan con el continente asiático (Taiwán), y con las Islas Salomón y Hawái en Oceanía (Peña-Ahumada *et al.*, 2020). Es importante enfatizar que estos análisis permiten inferir conexiones entre genotipos que reflejan una ancestría compartida que permiten inferir los traslados de las plantas en instancias de migración y/o intercambio. Sin embargo, los análisis genéticos no permiten definir la direccionalidad de los movimientos. Esto último debe ser dilucidado mediante las herramientas de otras disciplinas.

También se analizó exitosamente un textil proveniente de un contexto arqueológico, que fue recuperado de una cueva funeraria en la pequeña isla de Agakaitai, en el archipiélago de Gambier de las Islas Australes, y se encontraba depositado en el Museo de Tahití, institución en la que se encontraba transitoriamente. Este textil resultó tener una antigüedad de 200 años, por lo que corresponde a un período de pre-contacto europeo para ese archipiélago (Seelenfreund *et al.*, 2016).

Los primeros pasos que dimos en el Museo de Tahití fue desenvolver el fardo textil y desplegar los fragmentos de tela para su documentación, limpieza manual y su análisis posterior. Asociado al fardo de *tapa* había un trozo de madera y cordeles que lo amarraban. El bulto contenía tiras de *tapa* que variaban en grosor y textura. Algunos

fragmentos eran muy delgados y casi translúcidos a contraluz y tenían impresiones de las marcas de las incisiones lineales que tradicionalmente tienen los batidores utilizados en la elaboración de estas telas. Otros fragmentos más gruesos presentaban fibras mucho más densas, como si el proceso de batido hubiera sido más acotado. El tamaño de los fragmentos varió de 4 cm a 37 cm de longitud y, en general, la coloración de este conjunto textil de *tapa* es de marrón claro a tostado claro.

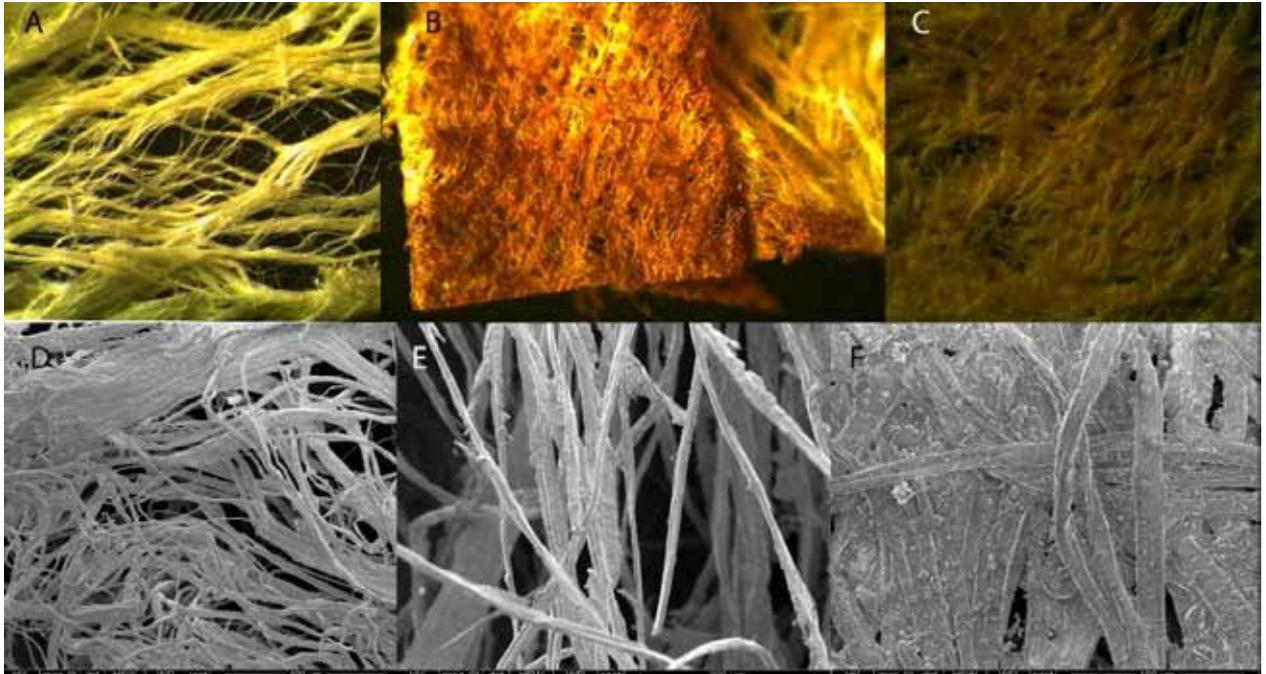
La limpieza manual involucró un cepillado ligero para eliminar la suciedad superficial y restos de insectos, además de hacer un registro gráfico *in situ*. Al estirar estos fragmentos se observó que algunas de las tiras de la tela de corteza mostraban líneas negras simétricas a lo largo de algunos de los pliegues. La mayoría de los fragmentos con las marcas negras eran muy delgados y flexibles, sin embargo, solo algunos tenían, además, impresiones de los batidores.

Se decidió hacer un registro a escala natural de aquellos fragmentos con líneas negras. Para ello se trabajó con láminas transparentes de Mylar (un polímero sintético derivado de propileno), lo que permite trazar con exactitud cada intervención realizada sobre el fieltro. Finalmente, toda la colección de fragmentos se embolsó para su almacenamiento en bolsas libres de ácido Tyvek (Du Pont).

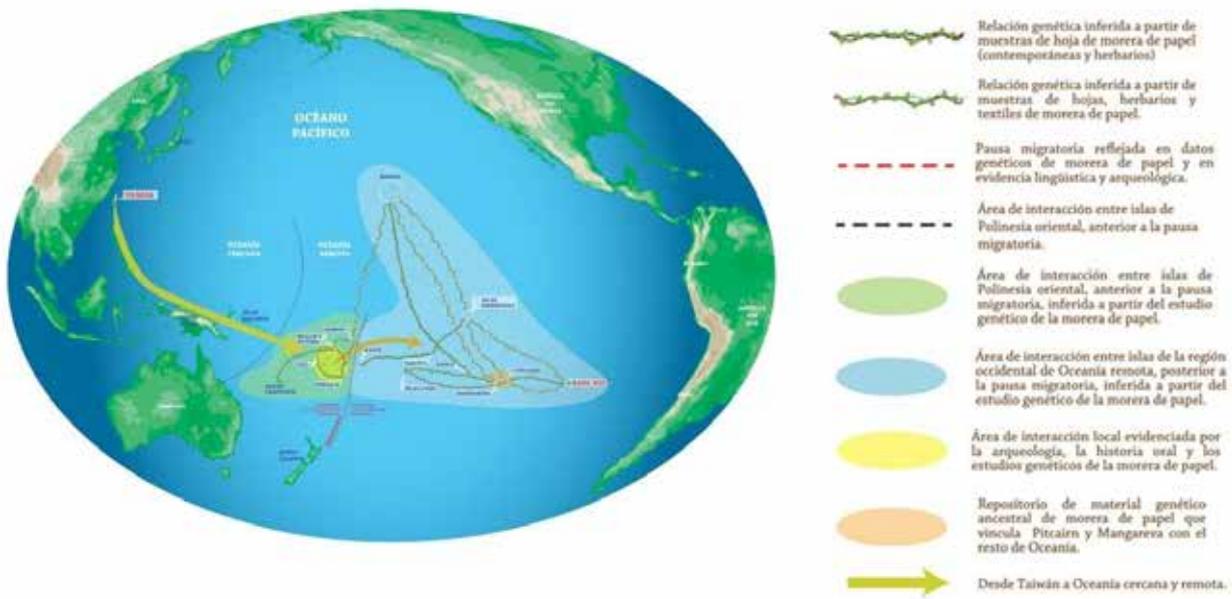
Este registro se complementó con el análisis de la estructura de la fibra mediante microscopía electrónica de barrido y análisis de composición química del tinte usado para determinar la naturaleza química de las marcas (vegetal o mineral), y además definir si su origen era antrópico e intencional (Seelenfreund *et al.*, 2016) (Figura 4). Esto es de interés, dado que el tipo de intervenciones que presentaban estas telas no es común en las islas del Pacífico Este.

Los análisis genéticos de pequeñas muestras del fardo funerario del archipiélago de Gambier demostraron la presencia de genotipos compartidos con plantas de morera de papel de Asia y de múltiples islas del Pacífico, tales como las Islas Salomón, Nueva Caledonia y Fiji, y las islas de Tonga, Hawái y Rapa Nui de Polinesia (Peña-Ahumada *et al.*, 2020).

Por otra parte, se realizaron numerosos intentos de análisis de material genético proveniente de muestras de textiles que forman parte de las colecciones patrimoniales de textiles de corteza de Oceanía depositadas en el Museo Nacional de Historia Natural, en Santiago, en el Museo de Historia Natural de Valparaíso y del Museo de Las Américas en Madrid, España. Lamentablemente, no fue posible extraer ADN de suficiente calidad de estas muestras, a pesar de realizar numerosos intentos. Es probable que las condiciones de almacenamiento, ya sea antes de su ingreso a las respectivas colecciones de estas instituciones, o eventualmente durante su permanencia en estos no hayan sido óptimas. Para que los análisis sean exitosos es



> Figura 4: Detalles de textiles de corteza observados mediante microscopía. A-C) Imágenes tomadas con microscopio óptico de la fibra de la morera de papel con aumento de 16x. (A y B), y 40x (C). D-F) Imágenes tomadas con microscopio electrónico de barrido con aumentos de 300x, 600x y 1200x, respectivamente.



> Figura 5: Relaciones de conexiones genéticas inferidas del estudio de las poblaciones de morera de papel que reflejan interacciones humanas entre localidades de diferentes islas del Pacífico. FUENTE: Olivares, G., Peña-Ahumada, B., Peñailillo, J., Payacán, C., Moncada, X., Saldarriaga-Córdoba, M., Matisoo-Smith, E., Chung, K.-F., Seelenfreund, D., & Seelenfreund, A. (2019).

indispensable tomar el máximo de precauciones para evitar la contaminación con material genético contemporáneo proveniente de cualquier especie. La primera etapa crítica es la extracción del material genético, el cual siempre será muy escaso. La presencia de material genético actual, que puede provenir del propio experimentador o de personas que hayan manipulado el objeto, y también por contacto del textil con otras especies vegetales, entre otros, será predominante en relación con el ADN antiguo. La segunda etapa crítica es la calidad del ADN obtenido, es decir, que sea susceptible de amplificar mediante las reacciones de PCR escogidas para el análisis.

En resumen, nuestros resultados de los análisis de textiles de corteza históricos de morera de papel provenientes de diferentes islas de Oceanía detectan una alta diversidad genética con patrones genéticos específicos. Estas verdaderas firmas genéticas permiten rastrear conexiones de plantas desde su región de origen en Asia, y también con Oceanía Cercana y Remota, estableciendo vínculos no observados previamente en plantas contemporáneas o en muestras de herbarios (Figura 5).

## CONCLUSIONES

Estos resultados demuestran que la morera de papel resultó ser un excelente modelo para el estudio del poblamiento del Pacífico, la última región del planeta de ser habitada por los humanos. Esta estrategia experimental podría ser aplicada también a otras especies vegetales para responder a interrogantes del pasado en diversos contextos y lugares del mundo. Por ejemplo, sería de gran interés realizar un estudio similar sobre materiales elaborados con otras fuentes de fibras vegetales, tales como los amates o la dispersión del algodón en el continente americano. Nuestros estudios demuestran también que los textiles de tela de corteza son materiales culturales susceptibles de análisis genético para revelar la historia humana, por lo que estos artefactos se suman a los materiales ya conocidos aptos de ser analizados mediante técnicas genético-moleculares. Finalmente, los análisis genéticos permiten apoyar, complementar y contrastar con un enfoque independiente las evidencias aportadas por otras disciplinas, tales como la arqueología y la lingüística para el poblamiento del Pacífico.

## AGRADECIMIENTOS

Este artículo resume los resultados principales obtenidos en la línea de investigación iniciada el año 2008 y que contó con el financiamiento de ANID/FONDECYT a través de los proyectos 1080061, 1120175 y 1180052 adjudicados a AS. Agradecemos también a la doctora Ana Riveros por las microfotografías.

## REFERENCIAS

- Arnold, L. (1990). "Barkcloth in Central Sulawesi: A Vanishing Technology in Outer Island, Indonesia." *Expedition*, 32(1), pp. 33-48.
- Baker, C. (2002). "Plate 432. *Broussonetia papyrifera*" *Curtis's Botanical Magazine*, 19, pp. 8-18. Doi: 10.1111/1467-8748.00324.
- Bellwood, P. (2017). "First islanders. Prehistory and human migration in island Southeast Asia". Oxford: John Wiley & Sons.
- Cameron, J. (2006). "The Origins of bark cloth production in Southeast Asia". En Howard, M. (Ed.), *Bark Cloth in Southeast Asia*, pp. 65-74. Bangkok: White Lotus Press.
- Cameron, J. (2008). "Trans-oceanic transfer of bark-cloth technology from South China–Southeast Asia to Mesoamerica?" En Clark, G. Leach, F. y S. Connor (Eds.) *Islands of Inquiry: Colonisation, seafaring and the archaeology of maritime landscapes*. Canberra: Australia, *Terra Australis*, 29, ANU Press.
- Chang, C.-S., Liu, H.-L., Moncada, X., Seelenfreund, A., Seelenfreund, D., & Chung, K.-F. (2015). "A holistic picture of Austronesian migrations revealed by phylogeography of Pacific paper mulberry." *Proceedings of the National Academy of Sciences U S A*, 112, pp. E13537-13542. Doi: 10.1073/pnas.1503205112.
- Crawford, G. W. (1992). "Prehistoric plant domestication in east Asia." En Cowan C. W. & Watson P. J. (Eds.), *The Origins of Agriculture: An International Perspective*, pp. 7-38. Washington, DC: Smithsonian Institution.
- Erickson, D. L., Smith, B. D., Clarke, A. C., Sandweiss, D. H., & Tuross, N. (2005). "An Asian origin for a 10,000-year-old domesticated plant in the Americas". *Proceedings of the National Academy of Sciences U S A*, 102(51), pp. 18315-20. Doi: 10.1073/pnas.0509279102.
- Ewins, R. (1987). "Barkcloth and the origin of paper". 10th Annual Meeting of the Friends of the Dard Hunter Paper Museum in Grant's Pass, Oregon, EEUU. pp. 7 <http://www.justpacific.org/pacific/papers/barkcloth~paper.pdf>.
- García, E. (2001). "Las plantas textiles y tintóreas en Al-Andalus". En, Marín, M. (Ed.) *Estudios Árabes e Islámicos: Monografías 1, Tejer y Vestir: De la Antigüedad al Islam*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- González-Lorca, J., Rivera-Hutinel, A., Moncada, X., Lobos, S., Seelenfreund, D., & Seelenfreund, A. (2015). "Ancient and modern introduction of *Broussonetia papyrifera* ([L.] Vent.; Moraceae) into the Pacific: Genetic, geographical and historical evidence." *New Zealand Journal of Botany*, 53, pp. 75-89. Doi: 10.1080/0028825X.2015.1010546.
- Green, E. J. & Speller, C. F. (2017). "Novel Substrates as Sources of Ancient DNA: Prospects and Hurdles". *Genes*, 8, pp. 180. Doi: 10.3390/genes8070180.
- Hanson, M. C., & Foley, B. P. (2008). "Ancient DNA fragments inside Classical Greek amphoras reveal cargo of 2400-year-old shipwreck". *Journal of Archaeological Science*, 35, pp. 1169-1176. Doi: 10.1016/j.jas.2007.08.009.
- Higuchi, R., Bowman, B., Freiberger, M., Ryder, O. A., & Wilson, A. C. (1984). "DNA sequences from the quagga, an extinct member of the horse family". *Nature*, 312, pp. 282-284. Doi: 10.1038/312282a0.
- Howard, M. (2006). "Barkcloth in Southeast Asia". (*Studies in the Material Cultures of Southeast Asia No. 10*). Bangkok: White Lotus Press.
- Hunter, D. (2011). "Papermaking: The History and Technique of an Ancient Craft". Dover: Dover Publications.
- Kirch, P.V. (2000). "On the Road of the Winds: An Archaeological History of the Pacific Islands before European Contact". Berkeley: University of California Press.
- Kvavadze, E., Bar-Yosef, O., Belfer-Cohen, A., Boaretto, E., Jakeli, N., Matskevich, Z., & Meshveliani, T. (2009). "30,000-Year-Old Wild Flax Fibers". *Science*, 325, pp. 1359. Doi: 10.1126/science.117540.
- López Binnqüist, C. (2004). "Amate papel de corteza mexicano (*Trema micrantha* (L.) Blume): estrategias de extracción de corteza para enfrentar la demanda". En Alexiades, M. & Shanley, P. (Eds.), *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. Volumen 3 América Latina* (pp. 387-414). México: Centro para la Investigación Forestal Internacional. Doi: 10.17528/cifor/001489.
- Marota, I., Basile, C., Ubaldi, M., & Rollo, F. (2002). "DNA Decay Rate in Papyri and Human Remains from Egyptian Archaeological Sites". *American Journal of Physical Anthropology*, 117, pp. 310-318. Doi: 10.1002/ajpa.10045.
- Maru, B., Parihar, A., Kulshrestha, K., & Vaja, M. (2021). "Induction of polyploidy through colchicine in cotton (*Gossypium herbaceum*) and its conformity by cytology and flow cytometry analyses". *Journal of Genetics*, 100, pp. 52. Doi: 10.1007/s12041-021-01297-z.

- Matthews, P. J. (1996). "Ethnobotany, and the origins of *Broussonetia papyrifera* in Polynesia: An essay on *tapa* prehistory". En Davidson, J.M., Irwin, G., Leach, B.F., Pawley, A., Brown, D., (EDS.) *Oceanic Culture History: Essays in Honour of Roger Green*. Dunedin, New Zealand Journal of Archaeology Special Publication. pp. 117-132.
- McKenna, H. A., Hearle, J. W. S., O'Hear, N. (2004). "Handbook of Fibre Rope Technology".
- The Textile Institute, Cambridge, Reino Unido: Woodhead Publishing & CRSC Press.
- Moncada, X., Payacán, C., Arriaza, F., Lobos, S., Seelenfreund, D., & Seelenfreund, A. (2013). "DNA extraction and amplification from contemporary Polynesian bark-cloth". *PloS ONE*, 8(2), pp. e56549. Doi: 10.1371/journal.pone.0056549.
- Neyra González, L. J. (2013). "Análisis y perspectivas de la marca colectiva artesanía de papel amate P'ete-I San Pablito Pahuatlán: hacia una producción sustentable". Tesis de Maestría, México: Universidad Iberoamericana Puebla.
- Olivares, G., Peña-Ahumada, B., Peñailillo, J., Payacán, C., Moncada, X., Saldarriaga-Córdoba, M., Matisoo-Smith, E., Chung, K.-F., Seelenfreund, D., & Seelenfreund, A. (2019). "Human mediated translocation of Pacific paper mulberry [*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Hér. ex Vent. (Moraceae)]: Genetic evidence of dispersal routes in Remote Oceania". *PLoS ONE*, 14(6), pp. e0217107. Doi: 10.1371/journal.pone.0217107. Recuperado en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0217107>
- Payacán, C., Moncada, X., Rojas, G., Clarke, A., Chung, K.-F., Allaby, R., Seelenfreund, D., & Seelenfreund, A. (2017). "Phylogeography of herbarium specimens of asexually propagated paper mulberry [*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Her. ex Vent. (Moraceae)] reveals genetic diversity across the Pacific". *Annals of Botany*, 120, pp. 387-404. Doi: 10.1093/aob/mcx062.
- Peña-Ahumada, B., Saldarriaga-Córdoba, M., Kardailsky, O., Moncada, X., Moraga, M., Matisoo-Smith, E., Seelenfreund, D., & Seelenfreund, A. (2020). "A tale of textiles: Genetic characterization of historical paper mulberry barkcloth from Oceania". *PLoS ONE*, 15(5), pp. e0233113. Doi: 10.1371/journal.pone.0233113.
- Peñailillo, J., Olivares, G., Moncada, X., Payacán, C., Chang, C.-S., Chung, K.-F., Matthews, P. J., Seelenfreund, A., & Seelenfreund, D. (2016). "Sex distribution of paper mulberry (*Broussonetia papyrifera*) in the Pacific". *PLoS ONE*, 11, pp. e0161148. Doi: 10.1371/journal.pone.0161148.
- Roullier, C., Benoit, L., McKey, D.B., Lebot, V. (2013). "Historical collections reveal patterns of diffusion of sweet potato in Oceania obscured by modern plant movements and recombination". *Proceedings of the National Academy of Science U S A*, 110 (6), pp. 2205-2210 Doi: 10.1073/pnas.1211049110.
- Seelenfreund, A. (2013). "Vistiendo Rapa Nui: Haka Ara o te kahu". Santiago: Editorial Pehuén.
- Seelenfreund, A., Sepúlveda, M., Petchey, F., Peña-Ahumada, B., Payacán, C., Gutiérrez, S., Cárcamo, J., Kardailsky, O., Moncada, X., Rojas, A. M., Moraga, M., Matisoo-Smith, E., & Seelenfreund, D. (2016). "Characterization of an archaeological decorated bark cloth from Agakaitai Island, Gambier Archipelago, French Polynesia". *Journal of Archaeological Science*, 76, pp. 56 - 69. Doi: 10.1016/j.jas.2016.10.008.
- Seelenfreund, D., Clarke, A. C., Oyanedel, N., Piña, R., Lobos, S., Matisoo-Smith E., & Seelenfreund, A. (2010). "Paper mulberry (*Broussonetia papyrifera*) as a commensal model for human mobility in Oceania: anthropological, botanical and genetic considerations". *New Zealand Journal of Botany*, 48, pp. 231-247. Doi: 10.1080/0028825X.2010.520323.
- Seelenfreund, D., Piña, R., Ho, K.-Y., Lobos, S., Moncada, X., & Seelenfreund, A. (2011). "Molecular analysis of *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. (Magnoliophyta: Urticales) from the Pacific, based on ribosomal sequences of nuclear DNA". *New Zealand Journal of Botany*, 49, pp. 413-420. Doi: 10.1080/0028825X.2011.579135.
- Speirs, A. K., McConnachie, G., & Lowe, A. J. (2009). "Chloroplast DNA from 16th century waterlogged oak in a marine environment: initial steps in sourcing the Mary Rose timbers". En Haslam, M., Robertson, G., Crowther, A., Nugent, S. & Kirkwood, L. (Eds.), *Archaeological Science Under a Microscope: Studies in Residue and Ancient DNA Analysis in Honour of Thomas H. Loy* (Vol. 30, pp. 175–189). Canberra: ANU Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt24h7m5.15>.
- Storey, A. A., Robins J., Clarke, A. C., Ladefoged, T., & Matisoo-Smith, E. (2013). "DNA and Pacific Commensal Models: Applications, Construction, Limitations, and Future Prospects". *Journal of Island & Coastal Archaeology*, 8, pp. 37-65. Doi: 10.1080/15564894.2012.761299
- Strand, E.A., Frei, K. M., Gleba, M., Mannering, U., Nosch, M., Skals, I. (2010). "Old Textiles – New Possibilities". *European Journal of Archaeology*, 13(2), pp. 149–173. Doi: 10.1177/1461957110365513.
- Tsien, T.-H. (2004). "Written on Bamboo and Silk: The Beginning of Chinese Books and Inscriptions" (Second Edition). Chicago & Londres: The University of Chicago Press. pp. 323.
- Wilson, K. (2021). "A history of textiles. Nueva York: Routledge". (Publicado originalmente en 1979). Doi: 10.4324/9780429049101.
- Zohary, D., Hopf, M., & Weiss, E. (2012). "Domestication of plants in the Old World. The origin and spread of domesticated plants in south-west Asia, Europe, and the Mediterranean Basin". Oxford: Oxford University Press.