

FAMSI © 2007: Frances F. Berdan

La Tecnología de los Antiguos Mosaicos Mesoamericanos: Una Investigación Experimental de Super Pegamentos Alternativos

Traducido del Inglés por Alex Lomónaco



Año de Investigación: 2006

Cultura: Azteca, Mexica

Cronología: Posclásico

Ubicación: Centro de México

Sitios: Tenochtitlán, Xicotepec

Tabla de Contenidos

[Resumen](#)

[Abstract](#)

[Introducción](#)

[Antecedentes](#)

[Metodología](#)

[Resultados experimentales](#)

[Importancia de los resultados](#)

[Comentarios finales](#)

[Agradecimientos](#)

[Lista de Figuras](#)

[Referencias Citadas](#)

Resumen

La meta que se pretende alcanzar con este proyecto consiste en dar un paso adelante en la comprensión científica de la tecnología involucrada en la producción de los antiguos mosaicos mesoamericanos. Punto central de esta investigación es el papel que juegan los adhesivos apropiados y sus usos para unir diferentes tipos de materiales (por ejemplo, plumas y papel, o la piedra a la madera). Este estudio experimental centrado en los adhesivos (que incluye gomas de orquídea y copal, resina de pino y cera de abejas) tuvo como resultado una evaluación ajustada de calidades técnicas, incluyendo las fuerzas adhesivas relativas, la sencillez de su producción, su transparencia/opacidad, y la cantidad de tiempo necesario para solidificar. Además, la comprensión de estas calidades lleva a asuntos más amplios con respecto la organización del trabajo en la producción de mosaicos, al comercio y al intercambio, y a consideraciones de tipo ecológicas.

Abstract

The overarching goal of this project is to advance scientific understanding of the technology involved in the production of ancient Mesoamerican mosaics. Central to this investigation is the role of proper adhesives and their uses in bonding different types of materials (such as feathers to paper or stone to wood). This experimental study focusing on the adhesives (from orchid gums to copal, pine resin and beeswax) resulted in a refined assessment of technical qualities such as relative adhesive strengths, ease of production, transparency/opaqueness and length of "set-up" time. Furthermore, an understanding of these qualities leads to broader issues regarding labor arrangements in mosaic production, trade and exchange, and ecological considerations.

Entregado el 14 de febrero del 2007 por:

Frances F. Berdan

Departamento de Antropología

Universidad del Estado de California en San Bernardino

San Bernardino, CA 92407

fberdan@csusb.edu

Introducción

Este informe presenta los resultados de actividades de investigación diseñadas para dilucidar los procesos de producción de los antiguos mosaicos mesoamericanos. Más específicamente, la presente investigación ha involucrado experimentos tendientes a poner a prueba la eficacia de diferentes adhesivos naturales con respecto a diferentes materiales, a partir de la evidencia de los documentos históricos mesoamericanos, los especímenes arqueológicos, y los análisis químicos.



Figura 1. Bletia purpurea, una orquídea terrestre.



Figura 2. Laelia autumnales, una orquídea epifítica.

Antecedentes

Los antiguos aztecas (más apropiadamente, los mexica) y sus vecinos, fabricaron adhesivos esenciales a partir de una variedad de sustancias vegetales naturales. El copal, las resinas de pino, la cera de abejas, y las orquídeas figuraban en forma prominente entre las gomas usadas con propósitos adhesivos. La primera etapa de esta investigación incluyó la identificación de estos materiales naturales en las fuentes etnohistóricas, sus usos etnográficos y los artefactos del siglo dieciséis que llegaron a nuestros días. En una segunda etapa se hicieron pruebas con estos adhesivos, para hacer una evaluación de su efectividad diferencial como pegamentos. Los documentos etnohistóricos, los análisis químicos de los mosaicos existentes, y la información etnográfica, indican que varias especies de orquídeas ([Figura 1](#) y [Figura 2](#), arriba), dos géneros de copal ([Figura 3](#), abajo), la resina de pino y la cera de abejas nativa ([Figura 4](#), abajo), fueron usados todos como super pegamentos por los aztecas.



Figura 3. Copal en el mercado de Tepoztlán.



Figura 4. Cera de abejas nativas.

El punto de inicio para introducirnos a la comprensión de los tipos de adhesivos usados por estos pueblos mesoamericanos es la abundante documentación etnohistórica existente. Estas fuentes proporcionan representaciones pictóricas y textuales de los adhesivos y de sus diferentes usos. Particularmente enigmática dentro del registro etnohistórico, es una goma derivada de las raíces y pseudobulbos de una planta llamada *tzacuhtli*, una orquídea de la que se informó repetidamente producía una goma de calidad extraordinaria. La identificación botánica precisa de esta planta no ha sido establecida con absoluta certeza, y tampoco queda claro si este término se refería a una única especie de planta o a una clase de plantas emparentadas que contaban con cualidades glutinosas. Las cuatro referencias primarias más importantes sobre esta planta gomosa esquiva que aparecen en los documentos de inicios de la colonia, se encuentran en la *Historia Natural de la Nueva España* de Francisco Hernández (1597), en el *Códice Florentino* de Bernardino de Sahagún (1550-82), el pictórico *Códice de Xicotepec* (Stresser Pean 1995), y en un temprano informe de visita del siglo diecisiete de Alonso de la Mota y Escobar (1639-40). Todos estos documentos hablan de, o muestran ilustraciones de uno o más tipos de *tzacuhtli* (detallados en un trabajo más extenso de Berdan, Maynard, y Stark, s.f.). En el análisis final, hay varias descripciones y representaciones muy diferentes de esta planta, todas bajo el nombre de *tzacuhtli*. Las representaciones pictóricas de Hernández, el *Códice de Xicotepec*, y dos variaciones en Sahagún, sugieren en todos los casos diferentes tipos de plantas, aunque todas califican como orquídeas. Considerando que estaban en vigencia diferentes convenciones de escritura, es probable que varias plantas específicas se calificaran todas como *tzacuhtli*, o una planta que produce goma. Esta convención de un término generalizado basado en su uso, no era algo fuera de lo común en la nomenclatura azteca. En lengua náhuatl, el término *tzacuhtli* se generalizó, en una forma muy similar a como en inglés un *tissue*, un pañuelito de papel, pasó a ser un “Kleenex”, y una bebida gaseosa, una bebida “Cola” (véase Molina 1970: 151-152).

En el cuadro que sigue, proponemos algunas identificaciones botánicas de plantas del tipo de las orquídeas gomosas, en base a estudios realizados por La Llave y Lexarza (1881), Urbina (1903), Linares y Bye (2006), y nuestra propia investigación.

Identificaciones Botánicas Propuestas de Plantas *Tzacuhtli*

[t = orquídea terrestre, e = orquídea epífita]

Hernández (1570s)	La Llave & Lexarza (1881)	Urbina (1903) agregados	Berdan <i>et al.</i> (s.f.)
acatzacuhtli	Cranichis tubularis (t)		
amatzacuhtli	Encyclia pastoris (e)	Encyclia pastoris (e)	Laelia speciosa (e) o Encyclia concolor
atzacuhtli	Cranichis speciosa (t)		
chichiltictepetzacuxochitl	Laelia autumnalis (e)	Laelia autumnalis (e)	Laelia autumnalis (e) o Laelia speciosa (e)
coatzontecoxochitl	----	Stanhopea tigrina (e)	Stanhopea tigrina (e) o Stanhopea hernandezii (e)
cozticcoatzontecoxochitl	Encyclia citrina (e)		
coztictepetzacuxochitl	Govenia superba (t)		
cozticzacatzacuxochitl	Govenia lilliacea (t)		
iztactepetzacuxochitl	Govenia lilliacea (t)		
tzacuhtli	Encyclia pastoris (e)	Encyclia pastoris	Bletia o Govenia (t); Oncidium cebolleta
tzacuxilotl	Arpophyllum spicatum		
tzacuxochitl (primera)	Bletia campanulata (t)		
tzacuxochitl (segunda)	Bletia coccinea (t) o Epidendrum (Encyclia) vitellinum (e)		(epífita)

Como puede verse en este cuadro, una discrepancia verdaderamente importante es la identificación misma de *tzacuhtli*. Nosotros sugerimos que no se trata de una epífita (como una *Encyclia pastoris*), sino más bien una orquídea terrestre, más probablemente una *Govenia* o una *Bletia* (véase [Figura 1](#), arriba).

Ciertamente, y desde el punto de vista etnográfico, las gomas de orquídeas usadas en partes de Mesoamérica, especialmente en la fabricación de finos instrumentos musicales de madera, involucran a las Govenias y a las Bletias, orquídeas terrestres (Wyndham 2004, Yetman 2002, Breedlove y Laughlin 1993). Por otro lado, la investigación química que se llevó a cabo con un mosaico de plumas del México colonial indica el uso de la orquídea Bletia como el adhesivo que se usó para el mosaico (González Tirado 1996).

Las resinas de árboles proporcionaron otra clase más de adhesivos. En Mesoamérica, los más importantes entre ellos fueron el copal y las resinas de pino. El copal cae dentro de dos géneros principales: la Bursera del centro de México ([Figura 5](#), abajo), y la Protium, del área maya. Hay por lo menos cien especies de Bursera en México, y Hernández (1959) describió 16 de ellas, señalando los usos que se dieron a sus resinas. Recientemente, algunos análisis químicos (McEwan et al. 2006, Victoria Lona 2004) identificaron con claridad el uso de una o más de estas resinas en artefactos aztecas.

Además, la cera de abejas está presente como adhesivo en los mosaicos de piedra (por ejemplo, en la “cabeza de animal” que se encuentra en el British Museum y en la máscara funeraria de Pakal en Palenque). Estos usos sugieren la aplicación de cera de abejas como material de restauración. Sus cualidades para la restauración se comentan más abajo. En conjunto, estas identificaciones proporcionaron la base para la segunda etapa de la investigación: las pruebas y la experimentación.



Figura 5. Árbol de Bursera (copal) del Jardín Etnobotánico de Cuernavaca.

Metodología

Producción de gomas de orquídeas

Afortunadamente, los documentos del siglo dieciséis nos han proporcionado “recetas” para la producción de algunos de estos adhesivos. Hernández (1959, vol. I: 118-119) nos dice que las raíces (o tal vez los pseudobulbos) se cortaban en trozos pequeños, eran secadas al sol, molidas hasta formar un polvo, y “preparadas”. Sahagún (1950-82, Libro 10: 87; 1956: 150) proporciona dos variantes de recetas: la planta (raíces o pseudobulbos) es podada, se la pulveriza con una piedra y se la vende sin cocer. Alternativamente, las raíces se limpiaban, eran puestas en remojo, machacadas, secadas al sol, y a continuación finamente molidas, una vez que estuvieran secas. Es posible que estos diferentes procedimientos se aplicaran a diferentes tipos de orquídeas.



Figura 6. Cortando bulbos de la orquídea Bletia con un cuchillo de obsidiana.



Figura 7. Pseudobulbos de orquídea cortados.

Seleccionamos 15 de las candidatas de orquídeas más probables para estudiar, y replicamos estas recetas en la medida en que la documentación nos lo permitió, aunque como con cualquier receta, aparecieron algunos vacíos. Cortamos en rodajas los pseudobulbos (orquídeas epifíticas) y las raíces (terrestres) con navajas de obsidiana ([Figura 6](#) y [Figura 7](#), arriba), las depositamos sobre tamices (claramente una adaptación nuestra), y las secamos al sol ([Figura 8](#), abajo).



Figura 8. Trozos de orquídeas secándose al sol.



Figura 9. Jeff Sahagún pulverizando bulbos secos en un molcajete.

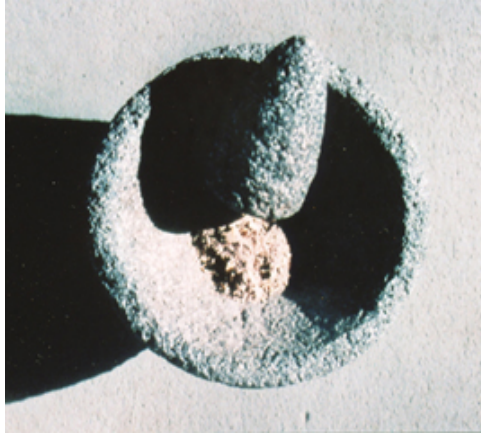


Figura 10. Pseudobulbos molidos.

Entonces pulverizamos los trozos secos en un molcajete de piedra ([Figura 9](#) y [Figura 10](#), arriba), y pasamos este material por un tamiz (nuevamente adaptación nuestra) hasta obtener un polvo relativamente fino ([Figura 11](#), abajo). Mezclamos este polvo con agua hasta obtener una goma clara ([Figura 12](#), abajo). Las recetas no nos dicen durante cuánto tiempo deben secarse los trozos al sol (nosotros lo hicimos en un promedio de 45 horas, en el sur de California), qué cantidad de agua se debe agregar al polvo (nosotros lo hicimos a un promedio de 4 partes de agua por un parte de polvo), ni tampoco cómo reducir o tamizar el material para obtener un polvo verdaderamente fino. Esta última cuestión persiste como problema. Para producir un polvo suficientemente fino (y eliminar el material fibroso de las orquídeas epifíticas), pasamos las orquídeas machacadas por un fino tamiz de metal (250 micro) y por un textil apretadamente tejido, hecho a mano.



Figura 11. Ed Stark tamiza polvo de orquídeas mientras que Jeff Sahagún registra los datos.



Figura 12. Bill Duncan produciendo goma de orquídea utilizando polvos.

Ambas produjeron polvos finos, pero no lo suficientemente finos como para el trabajo de maestros artesanos. Molina (1970: 152r) menciona el trabajo de tamizado usando una pajilla, pero nosotros no hemos logrado poner en

operaciones un procedimiento viable usando una pajilla. No obstante, y en la mayoría de los casos, las plumas se pegaron fácilmente al papel *amatl* ([Figura 13](#), abajo).



Figura 13. Plumas pegadas al *amatl* con goma de Stanhopea hernandezii.

Durante todo el transcurso de la investigación, se midieron y pesaron cantidades de todos los materiales ([Figura 14](#), abajo). Se produjeron gomas con varias de estas distintas clases de orquídeas. Puesto que el uso más común de estas gomas se dio en los mosaicos de plumas, adherimos plumas a papel *amatl* y las estudiamos con un calibrador de fuerza Mecmesin para evaluar su resistencia adhesiva relativa.

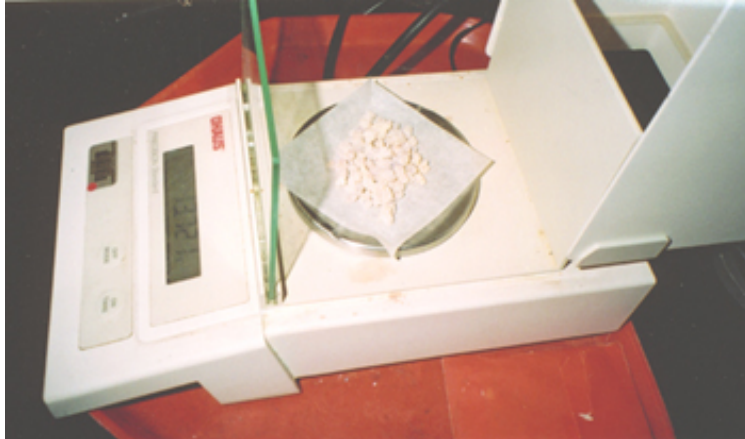


Figura 14. Las orquídeas fueron pesadas en cada etapa del proceso.



Figura 15. Jeff Sahagún y David Maynard preparan un potente adhesivo hecho con copal.

Producción de adhesivos hechos a base de copal, resina de pino, y cera de abejas

En tiempos aztecas, el copal se pagaba como tributo en sus dos formas, como materia prima y refinado, y ambos tipos, disponibles hoy en día, fueron estudiados para determinar sus cualidades adhesivas. El copal, la resina de pino, y la cera de abejas eran calentados hasta producir gomas de una consistencia factible de trabajar ([Figura 15](#), arriba). Los mosaicos arqueológicos en los que se usaron estos adhesivos típicamente involucraron el pegado de piedras (predominantemente jadeíta o turquesa), conchas, u oro, a madera

(*cedrela odorata* o pino), o a hueso (véase McEwan et al. 2006), y nosotros replicamos estas situaciones ([Figura 16](#), abajo). Al igual que con los experimentos con orquídeas, medimos, pesamos, y realizamos pruebas de resistencia con cada una de las preparaciones.



Figura 16. Jadeíta fijada a madera de *Cedrela odorata* con un adhesivo de copal y cera de abeja.

Resultados experimentales

Al trabajar con estas diferentes sustancias adhesivas, queda claro que despliegan cualidades notablemente diferentes, cualidades que muy bien pueden afectar la decisión del artesano en cuanto a seleccionar una u otra sustancia como el elemento adhesivo para la producción de un objeto en particular. Algunas de estas cualidades, fuerza, textura, color, transparencia, simplicidad en su producción y tiempo de solidificación han sido evaluadas en forma experimental.

Orquídeas

Las orquídeas difieren considerablemente entre sí en términos de textura, color, y fuerza, y Hernández observa que hasta algunas de ellas producían mejores gomas que otras. Las orquídeas terrestres (Govenias y Bletias) tienen una textura más suave, son más fáciles de machacar, y muestran una fuerza adhesiva considerablemente mayor que la de las epifíticas (que tienden a ser fibrosas y granuladas, y que también necesitan más trabajo de tamiz para la

obtención de una goma suave). Además, las orquídeas varían considerablemente en términos de practicabilidad: los bulbos terrestres y los pseudobulbos jóvenes (especialmente aquellos con tallos con flores) requieren de mucho menos tiempo y esfuerzo de machacado (un promedio de 4 minutos) que una cantidad equivalente de pseudobulbos de más edad (un promedio de 8-12 minutos). Los primeros también arrojaron más polvo y menos fibra que las cantidades comparables de bulbos de más edad: esto es, la cantidad de adhesivo de las raíces y de los pseudobulbos jóvenes resultó más abundante y de mejor calidad. La transparencia era una cualidad esencial para la fabricación de mosaicos, puesto que las plumas son delicadas, y en una de las etapas de la manufactura las plumas quedan completamente sumergidas en el adhesivo para ser luego colocados sobre el material de soporte. En nuestros experimentos encontramos que las plumas retienen su color y brillantez después de haber sido totalmente inmersas en adhesivos de *Govenia* y *Bletia*. Las gomas producidas con pseudobulbos tendieron, en términos generales, a ser más granulosas, lo cual puede deberse a nuestra necesidad continua de tamizar más finamente este material fibroso. En otra dimensión, ya se trate de raíces o pseudobulbos, estas gomas se secaron con relativa lentitud, proporcionando un espacio de tiempo considerable para montar y acondicionar las plumas. Más aún, en una de las pruebas de resistencia ([Figura 17](#), abajo) las muestras de orquídeas *Govenia* se comportaron mejor inclusive que las robustas resinas de copal y pino ([Figura 18](#), abajo).



Figura 17. Jeremy Coltman preparando el calibrador de fuerza Mecmesin.

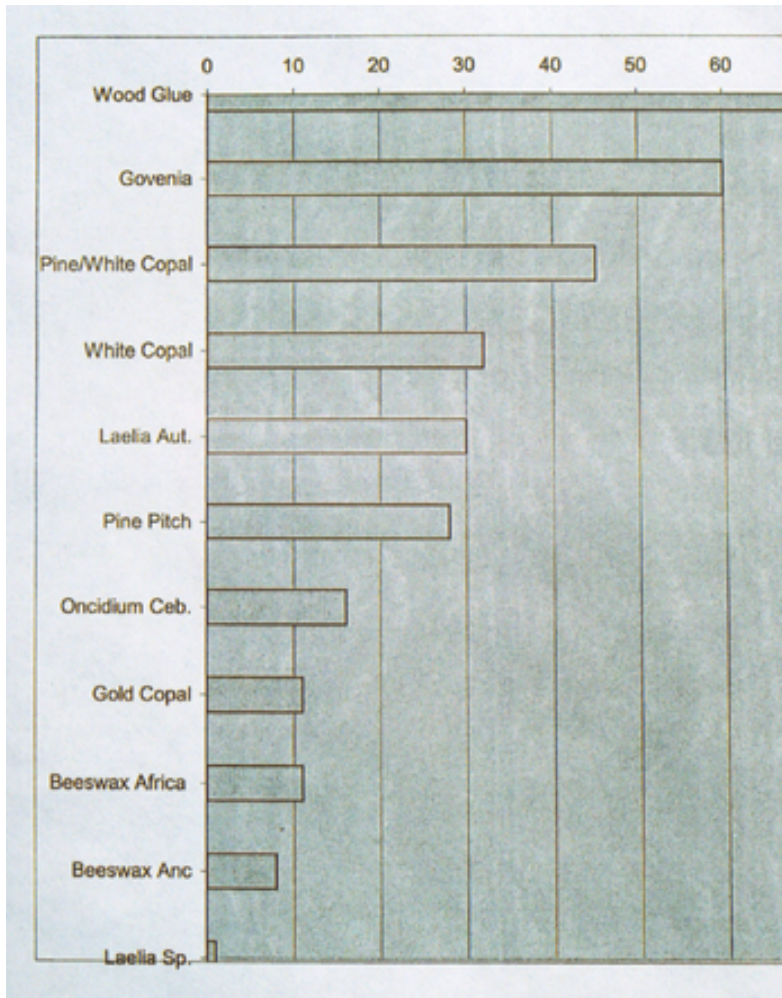


Figura 18. Fuerzas relativas de gomas de orquídea, resinas, y cera de abejas.

Desde el punto de vista operacional, aprendimos varias cosas que no aparecían en los documentos. Aprendimos que cuanto más pequeños cortáramos los trozos crudos, más fácil resultaba machacarlos una vez secos. También comprendimos que los pseudobulbos jóvenes y las raíces eran mucho más fáciles de trabajar que los de más edad todavía pegados a la planta. Estos materiales más jóvenes también resultaron, desde el punto de vista táctico, mucho más “pegajosos” que los de mayor edad. Las pruebas con pseudobulbos viejos y jóvenes de *Encyclia citrine* dieron como resultado que los bulbos más jóvenes produjeron una goma más fuerte y suave. En conjunto, las orquídeas perdieron un 90% de su peso entre su estado en crudo y ya en forma de polvo. Estas últimas consideraciones tienen importantes implicaciones para la producción y ecológicas (véase más abajo).

En general, las gomas de orquídeas, especialmente las derivadas de orquídeas terrestres y de los pseudobulbos jóvenes o epifíticas, tenían las cualidades ideales para la producción de mosaicos de pluma. Son transparentes, carecen

de color, son delicadas, y adhieren con eficacia las plumas unas con otras y sobre soportes de papel. Son relativamente sencillas de producir (Sahagún nos dice que eran los niños quienes hacían el pegamento, al menos en su etapa final), y que la tecnología necesaria era de fácil acceso (aunque la cuestión del tamizado por el momento no ha sido resuelta).

Resinas y cera de abejas

Las cualidades notables del copal, la resina de pino, y las ceras de abeja para la producción de mosaicos son su resistencia, color, y sencillez de producción. Estas cualidades especialmente, hacen de las resinas candidatas excelentes para su uso en mosaicos de piedra, y allí es donde se las encuentra entre los artefactos. Un par de pruebas de resistencia (con el calibrador de fuerza Mecmesin, véase [Figura 17](#), arriba), puso de manifiesto las notables cualidades adhesivas de estos materiales cuando se pegaron piedras sobre una base de madera). De hecho, el medidor se estiró hasta su máxima resistencia y aún así no logró desplazar las piedras. Otras pruebas alternativas de resistencia mostraron que el copal blanco era ligeramente más fuerte que la resina de pino, y que la combinación de copal y resina de pino era más fuerte que cualquiera de sus dos componentes por separado (véase [Figura 18](#), arriba). El uso de una combinación de copal/resina de pino en dos de los objetos de la colección del British Museum podría indicar algo más que la simple conveniencia o alguna circunstancia fortuita; el artesano puede haber reconocido el valor práctico y aumentado de combinar estos adhesivos.

El copal (tanto el blanco como el dorado) y las resinas de pino tienden fraguar más rápido que las gomas de orquídeas, sugiriendo de alguna manera procedimientos diferentes para los mosaicos de piedra vs. los mosaicos de plumas. En realidad, ellos se establecen tan rápidamente que cuando son extendidos sobre una superficie, ya se han solidificado. Esto de alguna manera se mejora agregando cera de abejas a la mezcla. Pareciera que la cera de abejas ayuda a derretir y suavizar la resina de copal y pino, pero una vez que la combinación se ha solidificado, las propiedades adhesivas más fuertes de las resinas prevalecen. Las resinas se solidificaban tan rápidamente apenas nos dio tiempo para adherirle las piedras; una solución a este problema fue calentar las piedras antes de colocarlas en su lugar. En ese caso, las piedras se pegaban fácilmente a las gomas aplicadas. A pesar de no haber documentación en este sentido, los artesanos pueden haber usado este “truco” para contar con tiempo suficiente para colocar cuidadosamente sus piedras preparadas en los mosaicos.

La cera de abejas pudo haber sido de utilidad como un aditivo de las resinas, pero también pudo haber sido usada fundamentalmente como material de restauración o para aplicaciones decorativas (véase McEwan 2006). La cera de abejas está presente en una restauración de la máscara de Pakal, y en un

agregado a la cabeza de animal que se encuentra en el British Museum (McEwan 2006). Entonces, a pesar de que los ejemplos no son muchos, nos alertaron sobre la posible preferencia de este material para usar en restauraciones. Ciertamente, la cera de abejas tiene las cualidades ideales para la restauración: puede licuarse fácilmente, fragua con relativa lentitud (permitiendo la colocación y los ajustes, a cargo tal vez de manos inexpertas), y es flexible e impermeable. También se trataba de un material de fácil acceso y relativamente barato de obtener. Nosotros no sabemos quiénes eran los responsables de las restauraciones, pero la cera de abejas sería un material apropiado tanto para un artesano experimentado como para un consumidor no muy habilidoso.

Importancia de los resultados

La premisa básica de esta investigación es que los diferentes adhesivos se elegían habitualmente para unir diferentes tipos de materiales, en base a las cualidades reconocidas de los adhesivos. En el terreno de las orquídeas, queda claro que los diferentes tipos de orquídeas podían producir diferentes calidades de gomas, y que la calidad podía variar inclusive dentro de una misma orquídea, dependiendo de la edad de la raíz o pseudobulbo. Podemos asumir que el recolector sabía reconocer estas diferencias y que por lo tanto podía llevar a cabo alguna elección: hacer una goma de la mejor calidad (pero destruyendo la planta), o hacer una goma de menor calidad (pero conservando la planta). Esta decisión es importante, desde el punto de vista ecológico. Sabemos que los productores de goma no siempre ni necesariamente eran personas muy instruidas; Sahagún nos dice que se trataba de aquellos que preparaban sus gomas con maíz molido, tallos de maíz, o frijoles. El impacto ecológico de la industria azteca de la goma también merece una consideración. Nosotros calculamos la superficie del área cubierta por una cantidad especificada de goma de orquídea en términos del número de bulbos/raíces/plantas necesarios para cubrir dicha área. A pesar de que estos cálculos son tentativos y preliminares, una sugerencia que se destaca es que hacen falta más plantas terrestres que epifíticas para producir la misma cantidad de goma. Lo anteriormente dicho necesita de pruebas ulteriores.

El descubrimiento de que las raíces de orquídeas y los pseudobulbos pierden aproximadamente el 90% de su peso una vez que se los ha procesado para hacer un polvo seco (véase [Figura 19](#), abajo), tiene implicaciones importantes para entender el probable proceso de producción de este material. Nos ha dicho Sahagún (1950-82, Libro 10-87) que el *tzacuhtli* se vendía en forma de polvo en el gran mercado urbano de Tlatelolco. Esto tendría un sentido práctico en cuanto a lo económico, especialmente si las fuentes de las orquídeas se encontraban a cierta distancia del mercado y tomando en cuenta que todo el transporte se hacía a pie o en canoa. Esto también implica eventos secuenciales de

producción, donde el proceso inicial tendría lugar en las fuentes de la materia prima, y la manufactura final de la goma quedaba a cargo del consumidor.

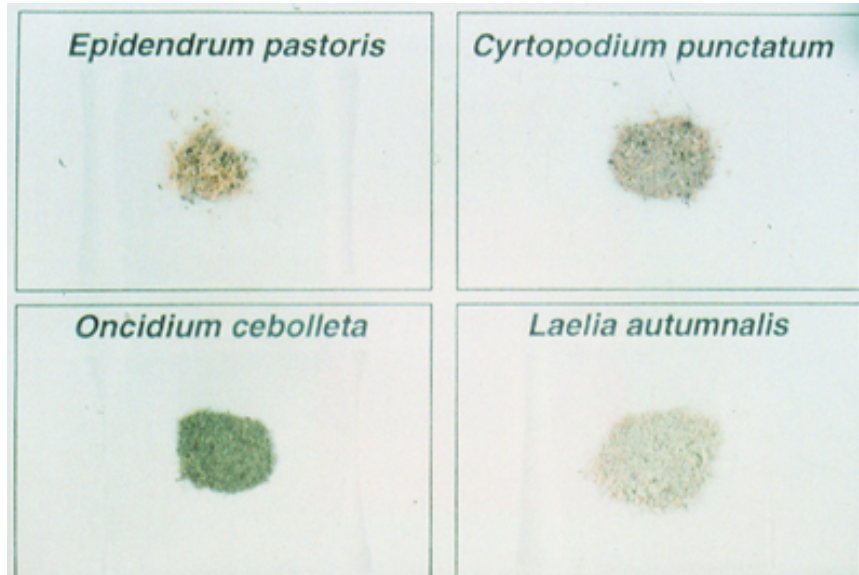


Figura 19. Polvos de diferentes especies de orquídeas productoras de goma.

La selección de tipos específicos de adhesivos, así como la mezcla de diferentes materiales adhesivos (como el copal y la resina de pino), abre una ventana sobre las bases y prioridades de la posible toma de una decisión por parte del artesano. La identificación adicional de químicos específicos presentes en los mosaicos existentes es el siguiente paso importante para comprender las opciones del artesano, sus prioridades, y la gama de sus conocimientos y habilidades.



Figura 20. Mini-mosaico de plumas, usando goma de Stanhoepa hernandezii.

Comentarios finales

En el transcurso de esta investigación, se produjeron algunos mini-mosaicos ([Figura 20](#), arriba). Esta tarea en particular nos permitió hacernos una idea del tiempo involucrado en la producción de dichos objetos. Las actividades que más tiempo llevaron estuvieron relacionadas con la preparación de los materiales (y los diseños), mientras que el tiempo necesario para el montaje mismo fue más reducido. Los documentos destacan una y otra vez la meticulosidad y el cuidado con que se encaraban y producían estos artículos. Encontramos una delgada línea entre mantener una actitud perfeccionista y trabajar con estos materiales exigentes. La presente investigación y la experimentación con estos materiales y procesos sirven para resaltar el nivel excepcional de inversión en entrenamiento por parte de esta sociedad, y las habilidades extraordinarias alcanzadas por los artesanos de mosaicos.

Agradecimientos

Estamos especialmente agradecidos a diversas personas por su ayuda en este proyecto. En primer lugar, entre ellos está el Profesor de Química David Maynard, el ex-estudiante Ed Stark, y los estudiantes Jeff Sahagún, Jeremy Coltman, y William Duncan. Maynard y Stark han sido parte integral, esencial y creativa de este proyecto desde sus comienzos mismos, varios años atrás. Sahagún fue estudiante asistente, y contribuyó con ideas inteligentes, valiosas habilidades y un trabajo diligente para esta fase del proyecto. Coltman y Duncan

contribuyeron fundamentalmente como voluntarios bien dispuestos y capaces. Las orquídeas y la información acerca de las orquídeas fue proporcionada sobre todo por Bud Close, Jerry Boyd, Santa Barbara Orchid Estate, y Andy's Orchids. Los copales fueron comprados en el mercado de Tepoztlán a dos amables vendedores de Guerrero; les damos las gracias por la información que tan gentilmente nos proporcionaron. También estamos especialmente agradecidos a Karl Taube por las piezas de jadeíta que nos proporcionó, y a la Corona Bird Farm por las plumas tropicales. Agradecemos también entusiastamente a Leonardo López Luján, Laura Filloy, Naoli Victoria Lona, Rebecca Stacey y Carolina Cartwright por compartir su experiencia con nosotros y por su muy valiosa colaboración profesional.

Lista de figuras

- [Figura 1.](#) Bletia purpurea, una orquídea terrestre.
- [Figura 2.](#) Laelia autumnales, una orquídea epifítica.
- [Figura 3.](#) Copal en el mercado de Tepoztlán.
- [Figura 4.](#) Cera de abejas nativas.
- [Figura 5.](#) Árbol de Bursera (copal) en el Jardín Etnobotánico de Cuernavaca.
- [Figura 6.](#) Cortando bulbos de orquídea Bletia con un cuchillo de obsidiana.
- [Figura 7.](#) Pseudobulbos de orquídea cortados.
- [Figura 8.](#) Trozos de orquídeas secándose al sol.
- [Figura 9.](#) Jeff Sahagún pulverizando bulbos secos en un molcajete.
- [Figura 10.](#) Pseudobulbos molidos.
- [Figura 11.](#) Ed Stark tamiza polvo de orquídea mientras Jeff Sahagún registra los datos.
- [Figura 12.](#) Bill Duncan produciendo goma de orquídea utilizando polvos.
- [Figura 13.](#) Plumas pegadas a un *amatl* con goma de Stanhopea hernandezii.
- [Figura 14.](#) Las orquídeas fueron pesadas en cada una de las etapas del proceso.
- [Figura 15.](#) Jeff Sahagún y David Maynard preparan un potente adhesivo hecho con copal
- [Figura 16.](#) Jadeíta fijada a madera de *Cedrela odorata* con un adhesivo de copal y cera de abejas.
- [Figura 17.](#) Jeremy Coltman preparando el calibrador de fuerza Mecmesin.
- [Figura 18.](#) Fuerzas relativas de gomas de orquídea, resinas, y cera de abejas
- [Figura 19.](#) Polvos de diferentes especies de orquídeas productoras de goma.
- [Figura 20.](#) Mini-mosaico de plumas, usando goma de Stanhopea hernandezii.

Referencias citadas

- Berdan, Frances F., David F. Maynard and Edward A. Stark
s.f. "Reconstructing Aztec Super Glue." Manuscript in preparation.
- Breedlove, Dennis and Robert M. Laughlin
1993 *The Flowering of Man: a Tzotzil Botany of Zinacantan*. 2 vols.
Smithsonian Contributions to Anthropology #35. Washington:
Smithsonian Institution Press.
- González Tirado, Carolusa
1996 *El Tzauhtli: mucílago de orquídeas*. Tesis profesional para la Escuela
Nacional de Conservación, Restauración, y Museografía "Manuel del
Castillo Negrete." México: INAH: Secretaría de Educación Pública.
- Hernández, Francisco
1959 *Historia natural de Nueva España*. 2 vols (vols. 2 and 3 of *Obras
Completas*). México: Universidad Nacional de México.
- La Llave, P. de la and J. Lexarza
1881 *Novorum Vegetabilium*, 1824. México: Reprint by the Sociedad Mexicana
de Historia Natural, México.
- Linares, Edelmira and Robert Bye
2006 "Las Plantas Ornamentales en la Obra de Francisco Hernández."
Arqueología Mexicana, vol. XIII, núm. 78: 48-57.
- McEwan, Colin, Andrew Middleton, Caroline Cartwright and Rebecca Stacey
2006 *Turquoise Mosaics from México*. London: The British Museum.
- Molina, Fray Alonso de
1970 Vocabulario en lengua castellana y mexicana, y mexicana y castellana.
México: Editorial Porrúa.
- Mota y Escobar, Alonso de la
1939-40 Memoriales del Obispo de Tlaxcala, Alonso de la Mota y
Escobar [1609-1624]. México: Anales del INAH, 1 (1939-40: 191-306).
- Sahagún, Bernardino de
1950-82 *Florentine Codex: general history of the things of New
Spain*. Transl. and ed. by Arthur J. O. Anderson and Charles E. Dibble.
Salt Lake City: University of Utah Press.
- Stresser-Pean, Guy
1995 *Codice de Xicotepec: estudio e interpretación*. México: Fondo de Cultura
Económica.

Urbina, Manuel

1903 "Nota acerca de los 'tzauhtli' u orquídeas mexicanas." *Anales del Museo Nacional de México*, 2a. época, Tomo I: 54.

Victoria Lona, Naoli

2004 *El Copal en las Ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlán*. Tesis de Licenciatura en Arqueología, Escuela Nacional de Antropología e Historia, INAH. México.

Wyndham, Felice

2004 Learning Ecology: ethnobotany in the Sierra Tarahumara, México. Ph.D. dissertation: University of Georgia.

Yetman, David

2002 *The Guarijios of the Sierra Madre*. Albuquerque: University of New Mexico Press.