

UNIDAD VII: MICRORRESTOS –MICROFÓSILES
Es materia de apoyo para las clases, no es para citar ni difundir.

Microrresto vegetal: cuando se refiere a muestras actuales, p. e. la colección de referencia.

Microfósil vegetal: cuando se refiere a evidencias antiguas, p.e. arqueológica, geológica, etc..

Microfósiles se definen como

- partículas biogénicas, invisibles al ojo desnudo y depositados en cualquier tipo de sedimento o contexto sedimentario. Es conocido por especialistas de los estudios en paleontología, limnología, paleoecología y arqueología (Coil et al. 2003).

- microvestigios vegetales y animales en sentido amplio: silicofitolitos, oxalatos de calcio, polen, gránulos de almidón, microcarbones, anillos de celulosa, diatomeas, crisofíceas, esferulitas.

Los microfósiles pueden ser:

A)

1) Microrrestos de origen vegetal

a) Inclusiones celulares (sustancias ergásticas): Granos de almidón, cristales de calcio o calcifitolitos y anillos de celulosa.

b) Partículas intercelulares y moldes de células completas; silicofitolitos.

c) Órganos; granos de polen y esporas.

d) Fragmentos de tejido celular: tejidos deshidratados y microcarbones.

2) Organismos completos o partes; diatomeas, escamas y quistes de crisofíceas (algas).

3) Subproductos orgánicos o inorgánicos (esferulitas)

B) Pueden ser divididos en orgánico y mineral biogénico, ya los microfósiles de cada categoría comparten algunas características relevantes de su preservación y extracción:

-Orgánico: Polen, esporas, almidones, tejido celular de plantas (anillos de celulosa), microcarbones.

-Mineral Biogénico: silicofitolitos, otros cuerpos silíceos (diatomea), calcifitolitos, esferulitas.

C) Vegetal o animal

Los bioindicadores de origen vegetal corresponden a las denominadas “sustancias ergásticas”, que constituyen productos de reserva utilizables para actividades vitales o subproductos metabólicos.

Las sustancias ergásticas se han dividido utilizando un criterio arqueobotánico, en dos grupos:

a) microscópicos (de origen biológico y naturaleza mineral – fitolitos- e hidratos de carbono visibles almidón y celulosa-)

b) químicos y bioquímicos (lípidos, proteínas, glúcidos, etc.)

Es necesario trabajar con el reconocimiento de un conjunto de microfósiles (análisis múltiple de microfósiles) por los problemas de redundancia y multiplicidad de los microfósiles:

Redundancia: ciertas formas se repiten en diferentes taxa o partes de planta

Multiplicidad: es la presencia de diversas formas en la muestra de un taxón.

SILICOFITOLITOS y CALCIFITOLITOS

Silicofitolitos: son partículas de tamaño y morfología variados que se producen en el organismo vegetal como consecuencia de un proceso de mineralización: sílice (silicofitolitos) o calcio (calcifitolitos).

Los Silicofitolitos son cuerpos mineralizados de origen vegetal que se forman dentro y entre las células de las plantas. Una vez descompuesta la planta, los Silicofitolitos sobreviven tanto como el ciclo de la sílice lo permita.

Es posible la clasificación de los mismos en familias y, a veces, especies.

Evidencia de agricultura complementaria a los almidones.

Indicador de paleoambientes complementarios al polen

Cada planta puede estructurar formas distintivas como también hay plantas cuyos fitolitos son masas no distinguibles.

La familia de las Poaceas (pastos) se caracteriza por tener muchos fitolitos.

Se distinguen fitolitos de células largas y cortas.

También se silicifican o calcifican partes de la epidermis o células como los pelos, epidermis de semillas, que también permite la identificación de taxa.

Silicofitolitos: se constituyen a partir de los sílices integrados a la savia bruta bajo a forma de ácido monosilícico $[\text{Si}(\text{OH})_4]$, que se encuentra en la solución del suelo producto de la alteración de silicatos primarios o disolución de cuarzos de la roca madre. (Calcifitolitos, pasan por un proceso similar pero de Calcio)

Este ácido es absorbido en solución por las raíces de la planta al mismo tiempo que otras sustancias minerales, y es transportado a través de los vasos.

Por un proceso de desecación progresiva, ligado a la transpiración, el agua se restituye a la atmósfera y la sílice soluble se transforma en gel, pasando posteriormente al de ópalo que constituyen los silicofitolitos (sílice hidratada amorfa) o calcifitolitos.

Una vez absorbida, el sílice/calcio es transportado para depositarse dentro y entre las células, se forman pequeños moldes.

Respecto a la depositación de la sílice en la planta, podemos distinguir:

- Depositación dentro de célula: ciertas células pueden llenarse con sílice amorfo sólido que forma un molde exacto de la célula. Estos son los fitolitos “típicos”, considerados células síliceas especializadas. Constituyen el cuerpo de fitolitos de mayor utilidad para la

identificación de taxones, ya que son los más específicos entre las especies, y muchos de ellos pueden ser diagnósticos.

- Deposición en la membrana celular: incluye tanto la incorporación de sílice en la membrana como la acumulación de agregados nodulares. Estas despositaciones crean una película extracelular que se deposita en el contorno externo de la célula realizando su molde. Este tipo de deposición es común en tricomas, macropelos, estomas, células largas epidérmicas, buliformes, células endodérmicas de la raíz, etc..
- Deposición entre células: Se rellenas los espacios entre las celular, no necesariamente dan formas claras ni diagnosticas

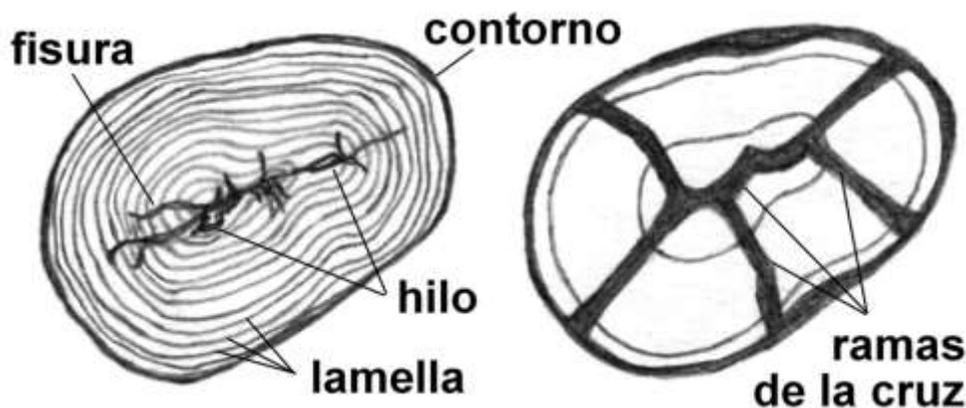
GRÁNULOS DE ALMIDÓN

Almidón es el nombre común de un hidrato de carbono complejo, en forma de grano o polvo, que forma parte de unidades sub-celulares de almacenamiento de energía. Se compone de dos polisacáridos: amilosa y amilopectina. Se encuentran en abundancia en tubérculos/papa/bulbos, semillas y frutos

Evidencia de agricultura, complementaria a los silicofitolitos.

Evidencia de prácticas culinarias.

Tomados en población son buenos indicadores taxonómicos a nivel especie



DIATOMEAS

Las Diatomeas son organismos que pertenecen a la familia de las algas no-flageladas y que tienen una cubierta silíceo (frústulas) que perdura una vez muertas.

Algas provenientes de aguas salada/dulce, tranquilas/correntosas.

Evidencia de ambiente, riego, procedencia de arcillas.

Hace falta estudios regionales.

CRISOFÍCEAS

Las Crisofíceas o crisostomatáceas son algas pardodoradas, organismos simples que constituyen el filo o división Crisofitos (Chrysophyta), del reino Protistas.

Probable evidencia de concentración de Nitrógeno.

Hace falta estudios regionales.

OXALATOS DE CALCIO

Los oxalatos cálcicos son cuerpos mineralizados de origen vegetal que se forman dentro y entre las células de las plantas y cuya composición química es predominantemente oxalato de calcio.

Frágiles, asociados a guano (esferulitas) y a algunos taxones vegetales

Tomadas solo a nivel presencia/ausencia y alta frecuencia.

Son más útiles para estudios de residuos en artefactos que en suelos de sitios a cielo abierto.

ANILLOS DE CELULOSA

Elementos con forma de anillo o espiral que forman parte de las paredes del xylema. Su composición principal es celulosa.

Frágiles, asociados a algunos taxones vegetales.

Tomados solo a nivel presencia/ausencia y alta frecuencia.

No hay estudios a nivel de identificación taxonómica aún, al nivel microresiduo.

POLEN

El polen es el nombre que se le da a unas partículas (gametos masculinos) destinadas a la fecundación de las plantas productoras de semillas, cuyo destino es fecundar las células femeninas de las flores.

Frágil indicador de agricultura excepto tomado en forma complementaria a fitolitos y almidones.

Indicadores de paleoambientes complementarios a los fitolitos

Se forma de tres capas concéntricas:

- Célula viva: porción central, la que germina y provoca la fertilización de la porción femenina
- Intina: capa que envuelve la célula viva compuesto por celulosa y otros elementos (proteína)

Apuntes Lab. Arqueobotánica: Microrrestos-Microfósiles

- Exina: pared externa del grano, compuesto por esporopolenina (sustancia orgánica y natural mas resistente) Polen Fósil

Fósil:

- Se puede identificar por las estructuras y forma de la exina, por las formas de sus aperturas.
- Se compone de dos capas (ektexina y endexina), se observa las características o rasgos superficiales de la capa externa.
- También se recurre a las medidas de los granos para identificar

Palinología:

- el estudio de polen y esporas;
- la biología de su producción y distribución;
- Objetivo: reconstrucción paleoambiental, vegetación y clima
- Arqueología: además aporta en detectar actividad humana

ESPORAS

Son producidos por los hongos (Fungi) y plantas que no producen flor (helechos, musgo)

La porción resistente a descomposición a está compuesto por sporopolinina, un componente orgánico

Celulas germinales de algas

ESFERULITAS

- Zoolitos
- Los restos fecales están compuestos mayoritariamente por materia orgánica, la cual se degrada.
- También contienen ciertos elementos resistentes al paso del tiempo.
- Son cristales de carbonato cálcico formados en los intestinos de ciertos animales y que posteriormente son depositados en los restos fecales.
- Estas son identificadas en proporciones diferentes en los restos fecales de animales herbívoros, principalmente rumiantes.
- Su número y morfología dependerá de la dieta vegetal de estos animales.
- Sirve como indicador para definir áreas de actividad:
 - Corrales
 - Prácticas de abono en sistemas de cultivo
 - Prácticas culturales relacionadas con el uso de fecas animales

APORTES DE LOS ESTUDIOS DE MICROFOSILES

1. Indica presencia de taxa vegetales en sitios con condiciones de conservación que destruyen otros tipo de evidencias vegetales;
2. Aplicado con análisis de polen precisa estudios de paleoambientales;

3. Se pueden identificar plantas culturalmente relevantes, como los cultígenos, y partes de planta;
4. Se pueden identificar taxa que son indicadores ecológicos;
5. Permite distinguir y diferenciar áreas discretas dentro del sitio, por la poca movilidad

DEBILIDADES

1. No todas las plantas depositan fitolitos/almidones o producen en poca cantidad;
2. Cuerpos silicios/almidones similares pueden ser producidos por un conjunto grande de plantas diferentes;
3. Existe preservación diferencial entre almidones y fitolitos;
4. Producción diferencial de almidones/fitolitos entre plantas: problemas de representación.

MUESTREO

Uso de técnicas que recupera todo tipo de microfósil, no se prioriza 1 (Extracción Múltiple de Microfósiles) (Coil et al. 2003, Korstanje 2003):

Nueva línea de análisis que toma a los microfósiles como microvestigios vegetales y animales en sentido amplio -silicofitolitos y oxalatos de calcio, polen, gránulos de almidón, microcarbones, anillos de celulosa, diatomeas, crisofíceas, esferulitas - pero desde una **perspectiva múltiple**, que permita estudiarlos en base a frecuencias de conjuntos más que en base a determinaciones taxonómicas específicas.

Implicancias de aplicar un análisis múltiple de microfósiles:

-caracterizar todo el conjunto de microfósiles vegetales de una especie y no centrarse en un solo tipo (p.e. Fitolitos).

-al procesar muestras arqueológicas con químicos, es necesario tener la precaución que no usar químicos muy dañinos para aquellos microfósiles más frágiles (p.e. almidón, cristales).

1. Obtención de muestras;
 - Muestreo de contextos arqueológicos: Sedimento o Artefacto
 - Muestreo de contextos naturales;
2. Procesamiento de sedimento
3. Implementos de laboratorio
4. Observación bajo microscopio
5. Conteo o escaneo

Contextos Arqueológicos: SEDIMENTO

- Limpiar con toalla limpia la superficie a muestrear para sacar polvo y tierra;
- Con una pala o plana limpia extraer la muestra de tierra y verterlo en una bolsa nueva y cerrada;
- Muestra de 60 ml (3/4 taza) por muestra, para sedimentos arenosas se debe extraer más cantidad (50% más)
- Poner la bolsa dentro de otra bolsa limpia, cerrar y poner etiqueta con datos.

Procesamiento de Sedimentos

Microfósiles son considerados como un elemento que compone el suelo

- El procesamiento del material tiene como finalidad separar los microfósiles de las otras porciones del sedimento: carbonato, tierra orgánica, arcillas, limo y arena.
- Los fitolitos formaría parte de la fracción de limo
- Se realiza una serie de pasos para ir extrayendo las diferentes porciones de la tierra para quedar solo con la fracción arena.
- Flotación con líquido pesado: Politungstato de sodio, Ioduro de zinc: químicos no muy fuertes que permite la extracción de múltiples microfósiles.

Implementos de Laboratorio

Extractor
Centrifuga
Baño de agua caliente
Horno de baja temperatura
Cedazo
Estufa
Pesa/balanza
Implementos y contenedores de vidrio

Obtención de Muestras

Contextos Arqueológicos: ARTEFACTOS

- Limpiar superficie a muestrear para sacar polvo y tierra;
- Limpiar porta objeto, cubre objeto e instrumento para raspar.
- Colocar una gota de agua destilada en zona a muestrear y suavemente remover o raspar muestra sobre porta objeto,
- Poner 1 gota de glicerina (movilidad),
- Poner cubre objeto y sellar

COLECCIONES DE REFERENCIA

Es esencial constituir una colección de referencia a partir de vegetación actual.

Hay procesos específicos para extraer estas evidencias de plantas vivas, que implica el uso de químicos, en el caso de los fitolitos. Simple raspaje en almidones

Se sugiere usar métodos menos destructivos que permite recuperar todo el conjunto de microfósiles.

IDENTIFICACIÓN

Técnicas:

- ❖ Identificación de forma y rasgos característicos (morfología, ornamentación/textura, parte anatómico);
- ❖ Identificación de otros rasgos de las plantas silificados;
- ❖ Tamaño: largo, ancho y grosor
- ❖ Análisis de tamaños de formas de cruz (largo y ancho) en el caso del maíz;
- ❖ Morfología tridimensional: aumenta la cantidad de variedades de cruces.

Tafonomía de Microfósiles

(Babot 2007):

Ver huellas que dejan una serie de procedimientos/ preparaciones sobre los microfósiles (almidón).

Procedimientos relacionados con la A) preservación, B) procesamiento y C) cocción de plantas.

Tipos de Procesamientos:

- Deshidratación por aireamiento
- Tostado
- Calcinado
- Congelado
- Desaponificación-lavado
- Pelado
- Hervido
- Molienda
- Maceración-fermentación

Efecto sobre almidón:

Afecta la cristalinidad, completitud, birrefringencia y deja daños en el grano.

Al registrar y evaluar patrones de daño y modificaciones: se logra identificar modalidades de procesamientos, considerando que las prácticas culinarias, y por lo tanto, las modalidades de procesamiento, son puramente culturales.

Metodología: Babot realizó experimentación en laboratorio y análisis microscópico de productos artesanales, donde se conoce las modalidades de procesamiento usadas.

Daños observados en el almidón:

- Fisura
- Fractura
- Alternación del hilo
- Relieve deprimido
- Baja visibilidad
- Daños en superficie
- Reventado
- Daños en contorno
- Vaciamiento
- No visibilidad de lamella
- Gelatinización

Apuntes Lab. Arqueobotánica: Microrrestos-Microfósiles

- 2) Cubiertos por turba o sobre depósitos de turba;
- 3) Sitios saturados por aguas emergentes;
- 4) Sitio cubiertos por cenizas volcánicas;
- 5) Sitios cubiertos por arena;
- 6) Sitios cubiertos por sedimentos;
- 7) Sitios en áreas áridas o semi-áridas;
- 8) Aleros y cavernas donde se mantienen condiciones de aridez;
- 9) Contenidos de artefactos como metates, conanas, vasijas, canastos;
- 10) Coprolitos secos;
- 11) Rasgos agrícolas: campos cubiertos, canales.

Tipos de Estrategias de Muestreo

- Reconstrucción Paleoambiental: tomadas fuera del sitio arqueológico, muestras de coprolitos.
- Análisis de Polen Arqueológico: resultado de actividades humanas, pero es necesario y difícil diferenciar entre el polen ingresado por el ser humano y aquel incorporado por procesos naturales (viento).

Polen:

- Depósitos lagunares y pantanosos:
- Buscar lugares no contaminados con polen actual o estratos adyacentes; además donde se puede diferenciar entre lluvias regionales y locales
- Muestreo mediante columna o barreno;
- Mantener condiciones de limpieza al extraer las muestras;

Metodología de Laboratorio

1. Extracción del Material del Sedimento: separa polen de otros granos; uso de químicos; centrifugado
2. Revisión bajo microscopio; montar sobre placas, se pueden teñir
3. Contabilización: relativo (por porcentaje) o absoluta