

# ANEXO III

---

Colección de  
Referencia de  
Fitolitos

I. Clave de Morfotipos de fitolitos presentes en las muestras

**Dicotiledóneas (Magnoliids y Eudicots) y Monocotiledóneas no-Poaceae**

1) Globulares

a. Globular psilado:

- dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja 20,66  $\mu\text{m}$ , fruto 7,46  $\mu\text{m}$ ), *M. sativa* (semilla 8-28  $\mu\text{m}$ )],
- dicotiledóneas leñosas [*C. alba* (rama 14,11  $\mu\text{m}$ ), *U. molinae* (hoja 18,23  $\mu\text{m}$ ), *F. magellanica* (rama 46,79  $\mu\text{m}$ )],

b. Globular granular:

- dicotiledóneas herbáceas [*S. tuberosum* (hoja 45,75  $\mu\text{m}$ )],
- dicotiledóneas leñosas [*L. apiculata* (rama 12,44  $\mu\text{m}$ )],
- monocotiledóneas no-gramíneas [*L. rosea* (fruto), *Sch americanus* (raíz 14,66  $\mu\text{m}$ )].

c. Globular con cráteres:

- dicotiledónea herbácea [*M. sativa* (semilla 23-35  $\mu\text{m}$ )].

d. Globular con apéndice:

- dicotiledónea leñosa [*F. magellanica* (rama)].

2) Pelos

a. Pelo multicelular (3 segmentos):

- dicotiledóneas herbáceas [*M. sativa* (hoja 202,01 / 19,09  $\mu\text{m}$ )].

b. Pelo unicelular psilado:

- dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja 180,62-608,35, fruto 217,54 / 33,4  $\mu\text{m}$ )].

c. Pelo unicelular surcado:

- dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (rama 234,64 / 13,17  $\mu\text{m}$ )].

d. Tricoma escutiforme:

- dicotiledóneas leñosas [*C. alba* (rama 22,54 / 14,22  $\mu\text{m}$ ), *G. avellana* (rama 140,92 / 66,28  $\mu\text{m}$ )].

3) Bases de pelo

a. Base de pelo multicelular en arreglo radial:

- dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja 63,94  $\mu\text{m}$ ; 179,39 / 152,87  $\mu\text{m}$ )],
- dicotiledóneas leñosas [*C. alba* (hoja 43,48 / 36,91  $\mu\text{m}$ ), *G. avellana* (hoja 75,79 / 49  $\mu\text{m}$ )].

4) Elementos conductores

a. Traqueida ramificada:

- dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja 525,3  $\mu\text{m}$ )],
- dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (fruto 184,05 / 118,8  $\mu\text{m}$ ), *L. apiculata* (hoja 290,38 / 236,12 hasta 99,54/44,26  $\mu\text{m}$ , fruto 413,04 / 73,51  $\mu\text{m}$ ), *G. avellana* (hoja 170,25 / 48,62  $\mu\text{m}$ )].

b. Traqueida faceteada:

- dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (fruto 125,48 / 25,68  $\mu\text{m}$ ), *S. tuberosum* (hoja)],

- dicotiledóneas leñosas [*C. alba* (hoja), *L. apiculata* (fruto 413,04 / 73,51  $\mu\text{m}$ )],
  - monocotiledóneas no-gramínea [*Juncus* cf. *procerus* (caña 197,85 / 25,56  $\mu\text{m}$ )].
- c. Traqueida cilíndrica surcada:
- dicotiledóneas herbáceas [*Capsicum* sp. (fruto)],
  - dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (rama 173,91 / 21,9 y 202,95 / 14,25  $\mu\text{m}$ , fruto 63,63 / 10,28  $\mu\text{m}$ ), *L. apiculata* (hoja 50,64 / 11,97  $\mu\text{m}$  hasta 37,8 / 7,05  $\mu\text{m}$ , fruto 203,4 / 18,32  $\mu\text{m}$ ), *G. avellana* (hoja), *A. chilensis* (fruto)],
  - monocotiledóneas no-gramínea [*Juncus* cf. *procerus* (caña), *L. rosea* (fruto)].
- 5) Formas de la epidermis
- a. Esqueleto silíceo jigsaw-shaped:
- dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja, fruto),
  - dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (fruto), *L. apiculata* (hoja)].
- b. Esqueleto silíceo poliédrico:
- dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja, fruto), *S. tuberosum* (hoja)],
  - dicotiledóneas leñosas [*C. alba* (hoja), *L. apiculata* (fruto –con estomas), *U. molinae* (fruto), *G. avellana* (hoja)].
- c. Esqueleto silíceo – otras formas:
- dicotiledóneas leñosas [*L. apiculata* (fruto)],
  - dicotiledóneas herbáceas [*M. sativa* (semilla)], monocotiledóneas [*Juncus* cf. *procerus* (caña)].
- d. Estoma:
- dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja)],
  - dicotiledóneas leñosas [*L. apiculata* (fruto)].
- e. Cadena papilar de Cyperaceae:
- monocotiledónea no-gramínea [*Sch. americanus* (hoja)].
- 6) Otros morfotipos observados
- a. Alargado
- i. Alargado psilado:
- dicotiledóneas herbáceas [*C. maxima* (semilla)],
  - dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (rama)].
- ii. Alargado equinado:
- dicotiledóneas leñosas [*U. molinae* (hoja), *G. avellana* (rama, hoja)].
- iii. Alargado tuberculoso/papilar:
- dicotiledóneas leñosas [*U. molinae* (hoja)].
- iv. Alargado papilar:
- dicotiledóneas leñosas [*G. avellana* (hoja, rama)].
- v. Alargado tabular psilado:
- dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (rama)].
- vi. Alargado sinuoso:
- monocotiledóneas [*Sch. americanus* (raíz)].
- b. Polígono elíptico facetado:
- dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja)].
  - dicotiledóneas leñosas [*L. apiculata* (hoja)].

- c. Cilíndrico
  - i. Cilíndrico psilado:
    - dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (pecíolo), *M sativa* (semila)],
    - dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (rama, fruto), *G. avellana* (fruto-cubierta semilla)].
  - ii. Cilíndrico laminado-helicoidal:
    - dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja, pecíolo)].
  - iii. Cilíndrico equinado:
    - dicotiledóneas leñosas [*U. molinae* (hoja)].
  - iv. Cilíndrico equinado/papilar:
    - dicotiledóneas leñosas [*G. avellana* (rama)].
  - v. Sub-cilíndrico:
    - dicotiledóneas leñosas [*G. avellana* (hoja)].
- d. Tabular
  - i. Tabular psilado:
    - dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja)],
    - dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (rama)].
  - ii. Tabular crenado:
    - dicotiledóneas herbáceas [*Capsicum annum* (fruto)].
- e. Paralelepípedo sólido “blocky”:
  - monocotiledóneas [*Sch. americanus* (raíz)].
- f. Rectangular
  - i. Rectangular sinuoso o papilar/equinado:
    - dicotiledóneas leñosas [*L. apiculata* (rama)].
  - ii. Rectangular:
    - dicotiledóneas leñosas [*F. magellanica* (rama)].
  - iii. Rectangular tuberculoso:
    - dicotiledóneas leñosas [*G. avellana* (flor)].
  - iv. Rectangular psilado:
    - monocotiledóneas [*Typha* sp. (inflorescencia)].
- g. Triangular:
  - dicotiledóneas leñosas [*F. magellanica* (rama), *G. avellana* (hoja)].
- h. Carinado:
  - dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (hoja)].
- i. Estrellado:
  - dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (fruto)].
- j. Oblongo:
  - dicotiledóneas leñosas [*F. magellanica* (rama), *G. avellana* (hoja)].

- k. Sub-cúbico:
  - dicotiledóneas leñosas [*G. avellana* (rama)].
  
- l. Clavado papilar:
  - dicotiledóneas leñosas [*L. apiculata* (rama)]
  
- m. Reniforme:
  - dicotiledóneas leñosas [*G. avellana* (rama)].
  
- n. Cuneiforme?:
  - dicotiledóneas leñosas [*G. avellana* (hoja, rama)].
  
- o. Polilobado-papilar:
  - monocotiledóneas [*Juncus* cf. *procerus* (caña)].
  
- p. Plano escrobiculado?:
  - monocotiledóneas [*Juncus* cf. *procerus* (caña)].
  
- q. Agregado multicelular:
  - dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (fruto)],
  - dicotiledóneas leñosas [*A. chilensis* (fruto), *C. alba* (hoja), *L. apiculata* (fruto)],
  - monocotiledóneas no-gramíneas [*Juncus* cf. *procerus* (caña), *Schoenoplectus americanus* (hoja)].
  
- r. Oxalato de Calcio:
  - i. Drusas:
    - dicotiledóneas herbáceas [*G. tinctoria* (fruto, pecíolo), *P. chilensis* (tallo-pecíolo)],
    - dicotiledóneas leñosas [*L. apiculata* (fruto), *U. molinae* (fruto)].
  - ii. Rafidios:
    - dicotiledónea leñosa [*F. magellanica* (fruto)],
    - monocotiledónea no-gramínea [*L. rosea* (fruto)].
  - iii. "Arena":
    - dicotiledóneas leñosas [*G. avellana* (fruto-cubierta de semilla)].
  - iv. Otro:
    - monocotiledónea no-gramínea [*Juncus* cf. *procerus* (raíz)].
  
- s. Cuerpo oblongo sólido y brillante:
  - dicotiledónea leñosa [*F. magellanica* (hoja)].
  
- t. Plaqueta opaca con perforaciones:
  - dicotiledónea leñosa [*G. avellana* (rama)],
  - monocotiledónea no-gramínea [*Sch. americanus* (caña)].

## Monocotiledóneas Poaceae

- 1) Células cortas
  - a. Bilobados: *Z. mays* (inflorescencia)
  
  - b. Cruces: *Z. mays* (hoja, inflorescencia)
  
- 2) Formas de la epidermis
  - a. Esqueleto silíceo
    - i. Células largas alargada columnada: *Z. mays* (hoja)
    - ii. Células largas alargada sinuosa: *Z. mays* (hoja, caña), *B. catharticus* (espiga)
    - iii. Células largas alargada dendrítica: *Z. mays* (hoja)
    - iv. Células largas alargada crenada: *Z. mays* (inflo, caña, raíz); *B. berterianus* (espiga)
  
  - b. Estoma: *Z. mays* (hoja, caña)
  
- 3) Pelo
  - a. Pelo multicelular: *Z. mays* (hoja)
  - b. Pelo psilado tipo espada: *Z. mays* (hoja)
  - c. Pelo unicelular psilado: *Z. mays* (hoja, inflo), *B. berterianus* (hoja)
  - d. Pelo acicular: *B. catharticus* (espiga)
  - e. Tricoma escutiforme: *Z. mays* (hoja)
  
- 4) Elementos conductores
  - a. Traqueida cilíndrica surcada?: *Z. mays* (hoja), *B. berterianus* (hoja y espiga)
  
- 5) Otros
  - a. Favoso sub-epidermis: *Z. mays* (hoja)
  - b. Cúbico-cuadrado pared simple y doble: *Z. mays* (hoja)
  - c. Cuadrangular: *Zea mays* (caña)
  - d. Cuerpo lobado atípico: *Zea mays* (caña)
  - e. Cuerpo quadri-lobados: *Zea mays* (caña)
  - f. Tejido escrobiculado: *Zea mays* (caña, raíz)
  - g. Agregado celular opaco con perforaciones: *Z. mays* (raíz)
  - h. Cilíndrico psilado: *B. berterianus* (hoja)

## II. Fitolitos observados por taxón<sup>1</sup>

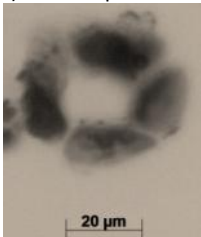
### MAGNOLIIDS

Familia Lauraceae: en otras regiones del mundo se ha registrado una producción de fitolitos de lauráceas nula o rara, pero se ha determinado que en algunas taxa las traqueidas terminales y elementos asociados se silicifican, conformando distintivos trozos de sílice facetados de varias formas que pueden ser diagnósticos (Piperno, 2006). Distintas especies de lauráceas estudiadas en la flora asiática arrojaron una producción rara y no-común de fitolitos (traqueidas y células de la epidermis), siendo nula en la mayoría de las hojas, frutos e inflorescencia (Kealhofer & Piperno, 1998).

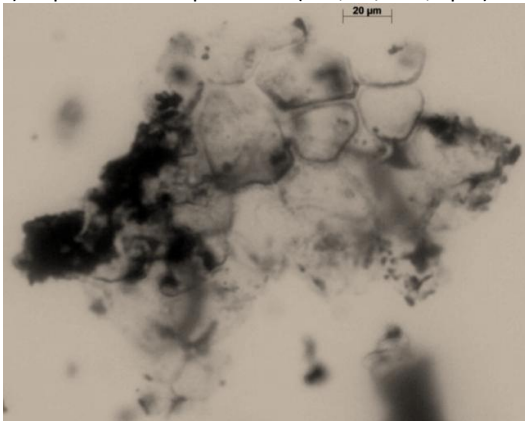
#### **Peumo *Cryptocarya alba***

En nuestra revisión destacó la producción no tan abundante de fitolitos en la hoja, destacando una traqueida facetada y la base de pelo multicelular de arreglo radial, que podrían tener potencial diagnóstico (similares a la descripción de Piperno, 2006). La producción de fitolitos en la rama resultó ser poco común, sin carácter diagnóstico.

H  
o  
j  
a  
a) Base de pelo multicelular con arreglo radial (43,48 / 36,91  $\mu\text{m}$ )



b) Esqueleto sílice poliédrico (173,89 / 132,3  $\mu\text{m}$ )

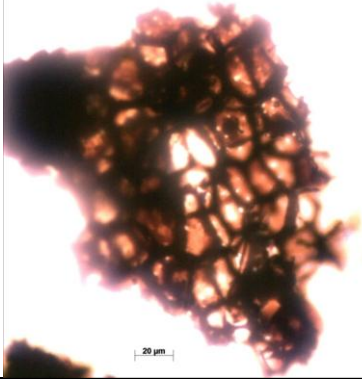


c) Traqueida facetada (106,7 / 50,58  $\mu\text{m}$ )



<sup>1</sup> En el caso de los tejidos observados mediante raspado directo, se habla de depósitos de sílice al interior de la célula (Bonnet, 1972).

d) Agregado multicelular



R  
a  
m  
a

a) Fitolitos globular psilado (14,11 μm)



b) Pelo escutiforme (tricoma) (22,54 / 14,22 μm)



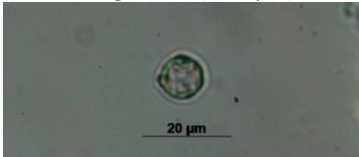
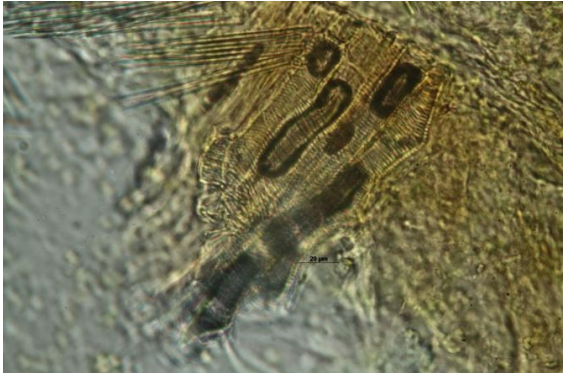


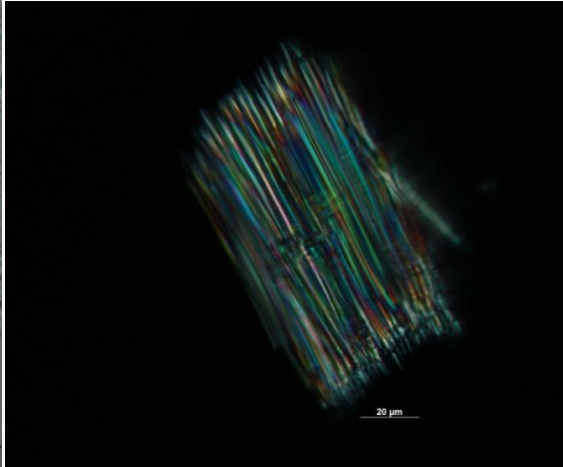
F  
r  
u  
t  
o

n/p



MONOCOTILEDONEAS

Familia Philesiaceae: según la bibliografía esta familia no presentaría fitolitos (Phrychid, Rudall, & Gregory, 2004).

<b>Copihue <i>Lapageria rosea</i></b>	
En nuestra revisión destaca la nula silicificación en la mayor parte de las estructuras de la planta; sin embargo, el fruto pareciera tener una producción poco-común de fitolitos, destacando cristales de oxalato de calcio presentados en paquetes de rafidios.	
H o j a	n/p
C a ñ a	n/p
F r u t o	<p>a) Globular granular (9,59 <math>\mu\text{m}</math>)</p>  <p>b) Traqueida cilíndrica surcada</p>   <p>c) Rafidios de oxalato de calcio</p>  
F l o r	n/p
R i z o	n/p

**Familia Cyperaceae:** en el estudio de Metcalfe (1969) sobre las hojas de 280 especies y 90 géneros de Cyperaceae, se registró fitolitos cónicos (con o sin “satélites” alrededor) en la epidermis de la mayoría de las especies, y en menor cantidad cuerpos nodulares o polilobados y en forma de cuña y de puente, además de depósitos de partículas de sílice en algunas células de la epidermis. Ollendorf (1992) propone que los fitolitos cónicos son diagnósticos, y observa variaciones: ápice abultado (*knobby*) a puntiagudo, superficie verrugosa a psilada, y de disposición aislados o múltiples en plaquetas. Piperno (2006) lo llama fitolito “cónico, psilado con ápice puntiagudo”, y propone que estas dos características de los conos los hace diagnósticos para esta familia, pero con escasa resolución para niveles taxonómicos más bajos (otras monocotiledóneas también producen conos). Asimismo, propone que hay ciertos tipos de fitolitos del aquenio que pueden diferenciarse en niveles de determinación más bajos. Otro arreglo característico de los conos en las ciperáceas es la “cadena papilar de Cyperaceae” (Ball, Baird, al-Farsi, Ghazanfar, & Woolstenhulme, 2007).

**Tagua-tagua *Schoenoplectus californicus***

Como se explicó anteriormente, no pudimos contar con un espécimen moderno para la caracterización de los microfósiles de esta planta; sin embargo, en la bibliografía se dio con distintos estudios al respecto. Se ha registrado una producción común de fitolitos en su **hoja** y **aquenio**, con formas de cono y poliédricos de la epidermis; sin observar los referidos fitolitos del aquenio (“cuerpos del aquenio de Cyperaceae”) (Iriarte & Paz, 2009). En la **caña**, el conjunto de fitolitos se compone de conos de la hoja articulados y aislados, así como esqueletos síliceos con conos, células rectangulares y paralelepípedas, y elementos de xilema; además de paralelepípedos psilados articulados o aislados, traqueidas cilíndricas surcadas y estomas. En el **fruto** se observaron conos articulados y aislados, similares a los de la caña, y rectangular psilados articulados y aislados; se observa en baja cantidad conos poligonales de 5-7 lados, traqueidas cilíndricas surcadas, esqueletos síliceos y paralelepípedo psilado (Fernández, Zucol, & Osterrieth, 2009). En otro estudio se describe para la caña además de los conos, esqueletos síliceos compuestos de distinto tipo de células, fitolitos poliédricos, lobados y elongados (Fernández, Borrelli, Osterrieth, & del Río, 2013).

***Schoenoplectus americanus***

En ausencia de un espécimen de tagua, se muestreó otra especie del mismo género, presente en humedales de Isla Mocha. Destaca una producción de fitolitos abundante en todas las estructuras muestreadas, destacando la presencia de la mencionada en la bibliografía “cadena papilar de Cyperaceae” en la hoja (Ball et al. 2007), una plaqueta opaca con perforaciones en la caña y un elemento paralelepípedo corto y sólido en la raíz.

H  
o  
j  
a  
a) Agregado multicelular



b) Cadena papilar de Cyperaceae (417,21 / 43,36  $\mu\text{m}$ ; 253,6 / 33,43  $\mu\text{m}$ ; 111,07 / 24,27  $\mu\text{m}$ )



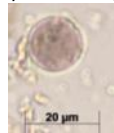
C  
a  
ñ  
a

a) Plaqueta opaca con perforaciones



R  
a  
í  
z

a) Globular granular (14,66  $\mu\text{m}$ )



b) Alargado sinuoso



c) Paralelepípedo sólido "blocky"



Subfamilia Juncaceae:

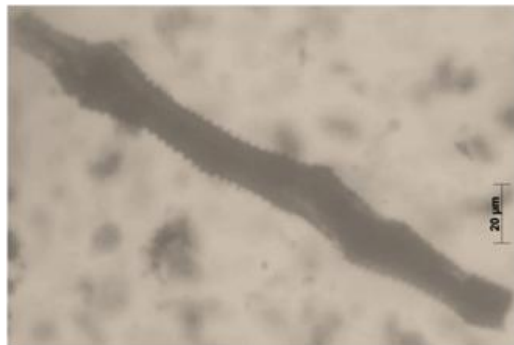
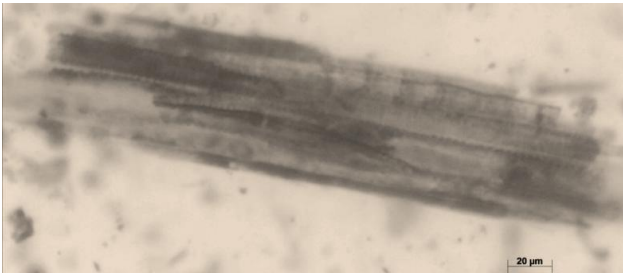
***Juncus cf. procerus***

H  
o  
j  
a

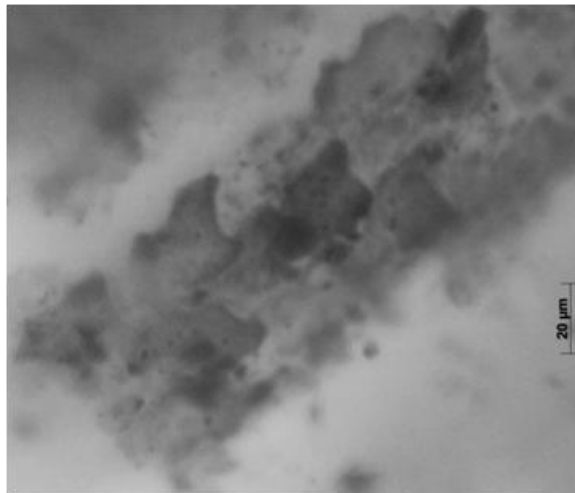
n/p

C  
a  
ñ  
a

a) Traqueidas: cilíndrica surcada (267,93 / 61,95 µm) (arriba) y faceteada crenada (abajo)

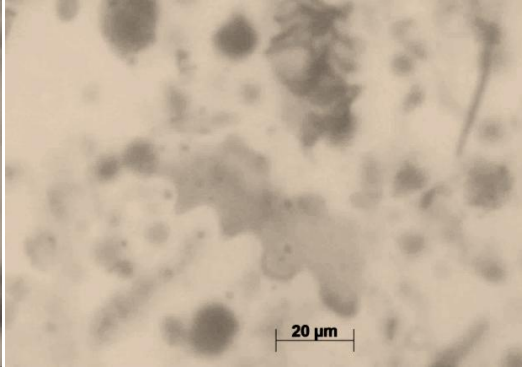
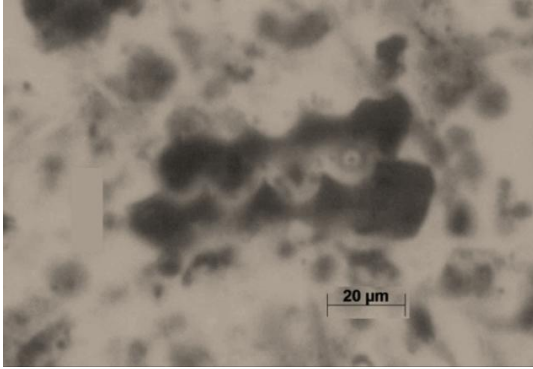


b) Otras formas de la epidermis (168,01 / 77,06 µm)

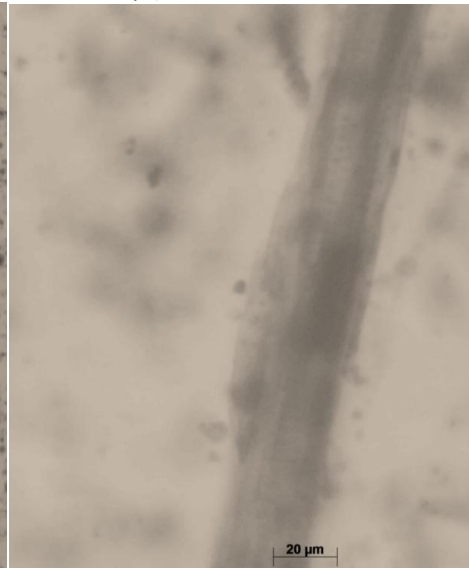
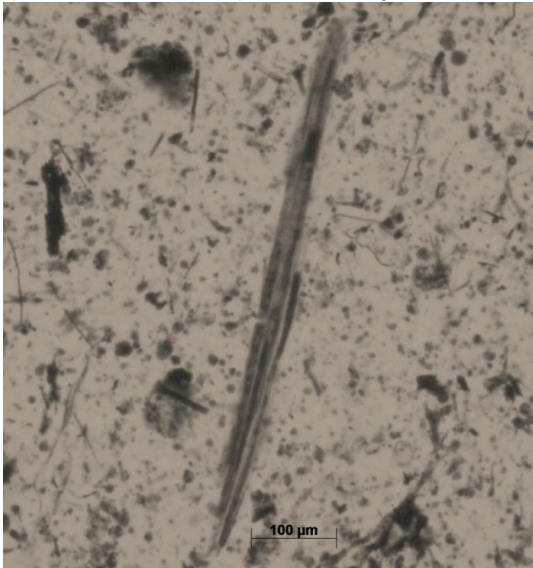




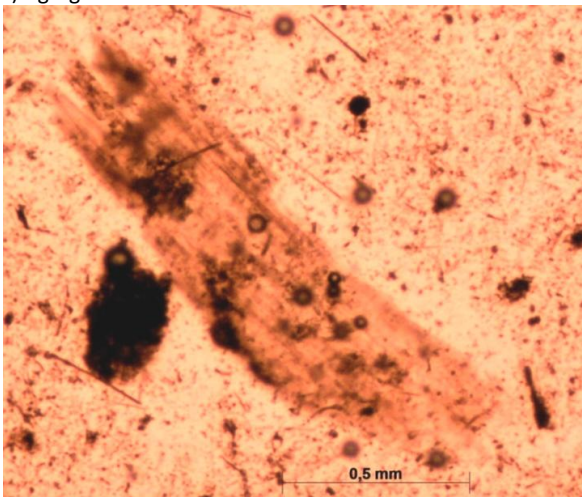
c) Polilobado-papilar



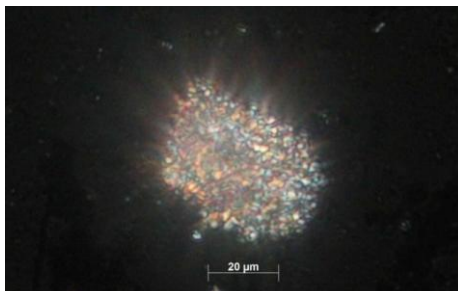
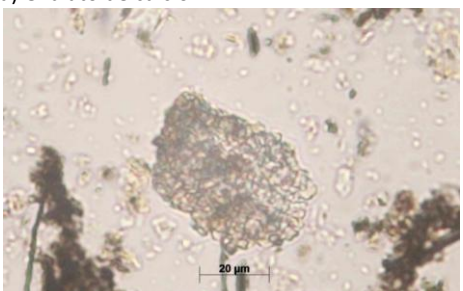
d) Plano escroviculado? (similar a los tejidos escrobiculados de *Z. mays*)



e) Agregado multicelular



R a í z a) Oxalato de calcio



**Familia Poaceae:** el tipo de célula silicificada más importante para la determinación taxonómica son las células cortas, provenientes de distintos órganos de la planta, y cuya acuidad en general puede llegar a niveles de subfamilia, tribu, género o especie (Piperno, 2006; Twiss, 1992).

**Sub-familia Panicoideae:**

**Maíz *Zea mays***

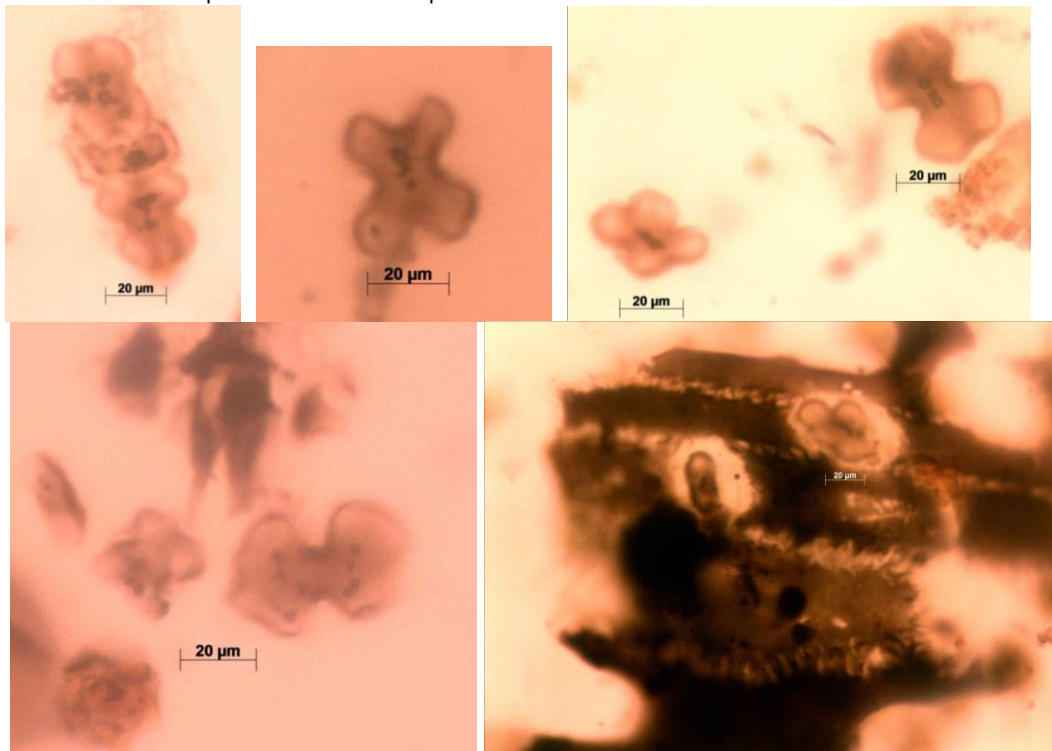
La literatura especializada habla de diversos fitolitos característicos de esta especie como las formas de cruz en la **hoja** (variante 1 3D, “*mirror-image*”) y rondel en el **marlo** (de morfologías altamente variables, en su mayoría no decorados, el tipo *wavy-top rondel* es diagnóstico de esta especie), así como las células bilobadas (de cuerpo corto y ancho y lóbulos semi-redondeados o largos y más rectos). El envoltorio del **marlo** también cuenta con cruces así como células cortas atípicas similares a bilobados y cruces, pero que presentan lóbulos extra y otras irregularidades (Piperno, 2006).

Nuestra revisión arrojó una producción de fitolitos abundante en todas las estructuras, con excepción de la raíz que presentó una producción poco común. Destaca células largas alargada crenada solitarias y en agregados en distintas estructuras; variabilidad de cruces, pelos de morfología tipo diamante o espada y estomas alargados en la hoja; los cuerpos lobados atípicos y quadri-lobados, y tejido alargado escrobiculado margina de la caña; variedad de células cortas cruces, bilobados y polilobados en la inflorescencia; y tejido alargado con perforaciones y agregado celular opaco con perforaciones en la raíz.

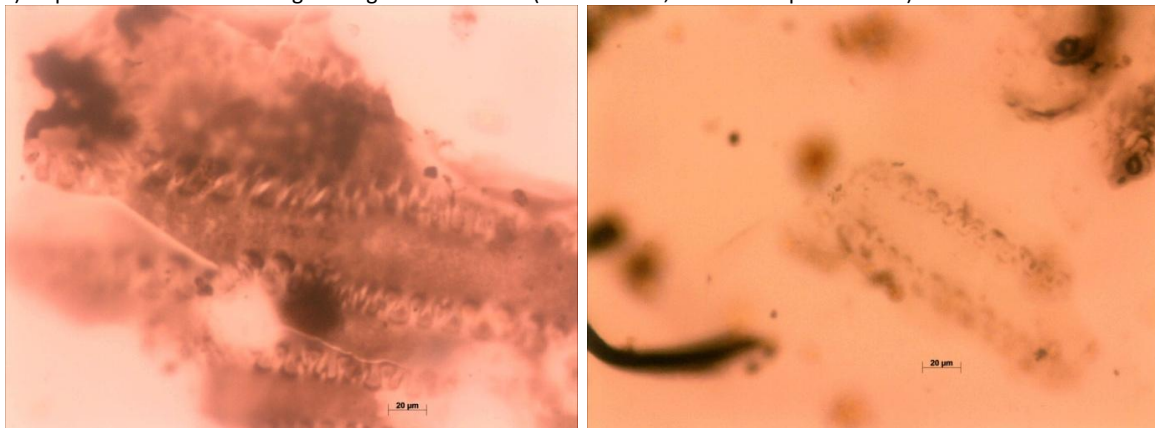
H a) Cruces Variante 1 “*mirror image maize*” (Piperno, 2006) y otros tipos, se presentan solitarias, en cadena y como o inclusiones en los esqueletos silíceos de la epidermis.

j

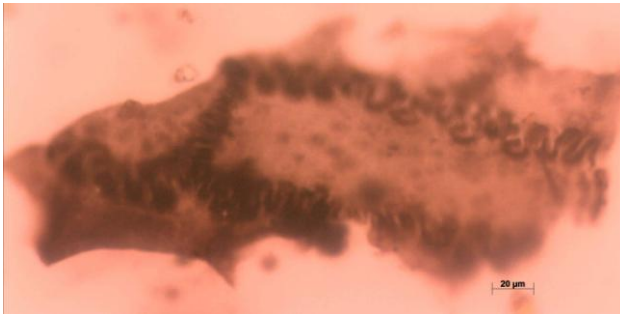
a



b) Esqueleto silíceo células largas alargada columnada ( a la derecha, solitaria de pared doble)



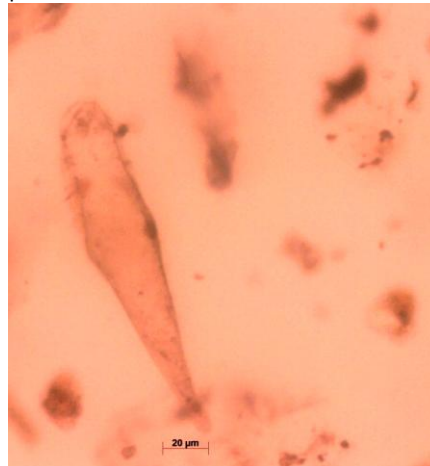
c) Esqueleto células largas alargada sinuosa (izq.) y dendrítica (der.)



d) Estoma alargado

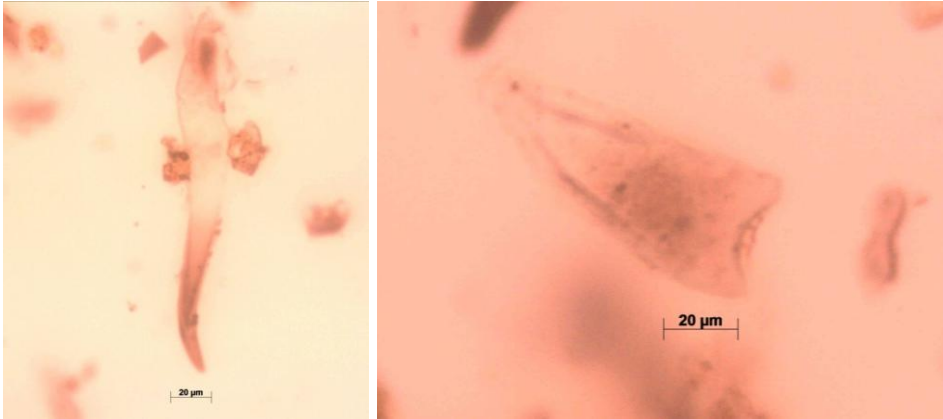


e) Pelo multicelular y unicelular psilado tipo espada o diamante





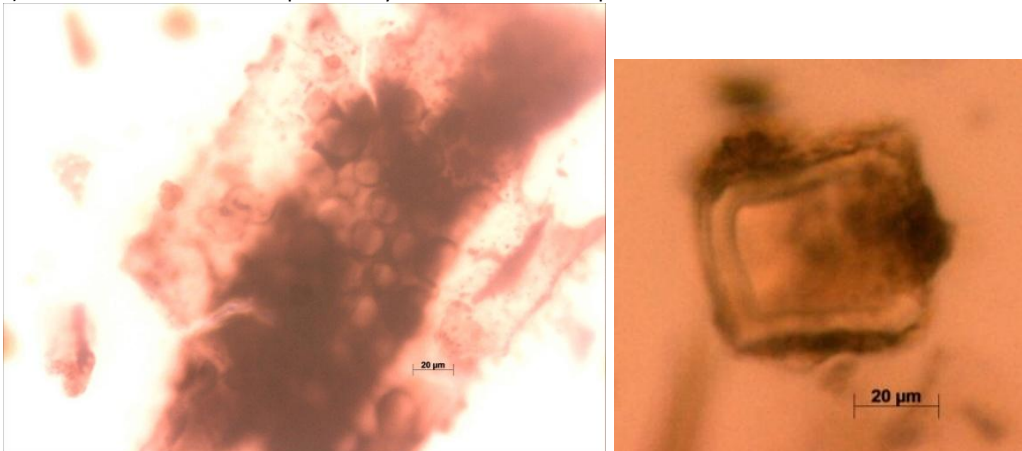
f) Pelo unicelular pilado y tricoma escutiforme



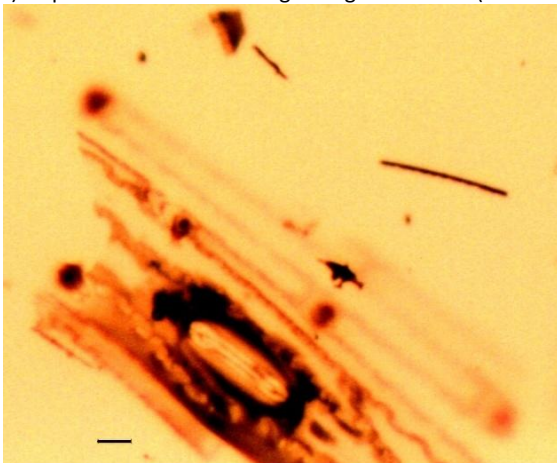
g) Traqueida cilíndrica surcada?



h) Otras formas: favoso sub-epidermis y cúbico-cuadrado de pared doble

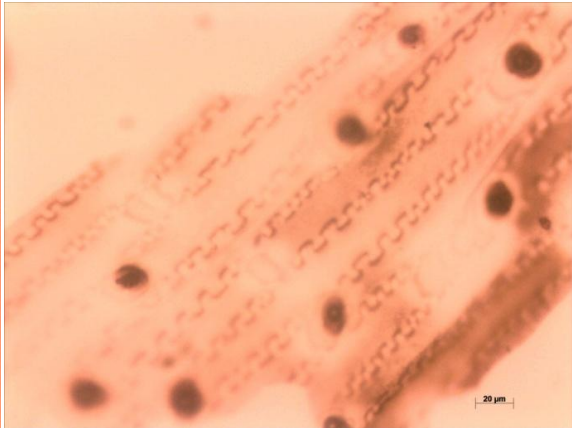
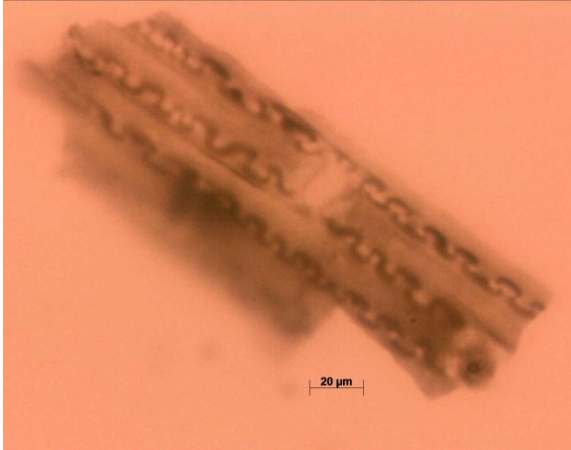


C a ñ a a) Esqueleto silíceo célula larga alargada sinuosa (barra indica escala de 20 um)

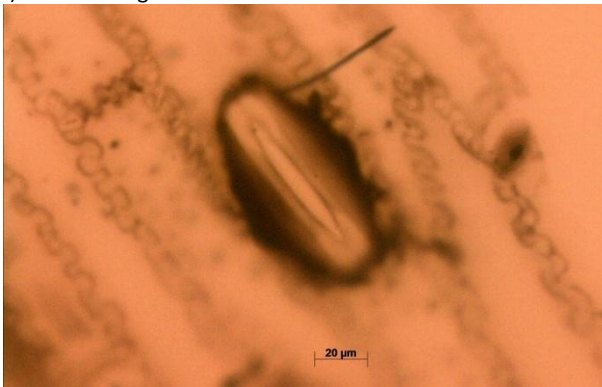




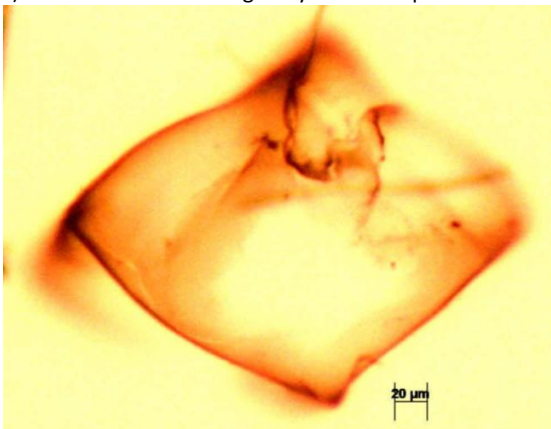
b) Esqueleto silíceo célula larga alargada crenada



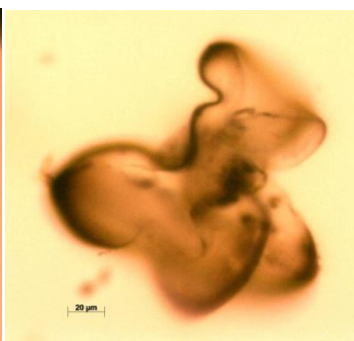
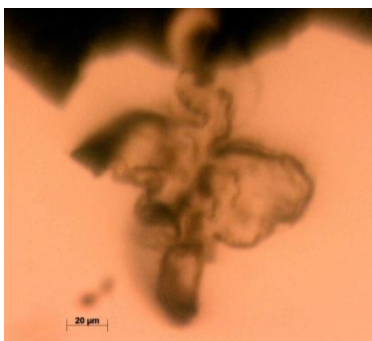
c) Estoma alargado



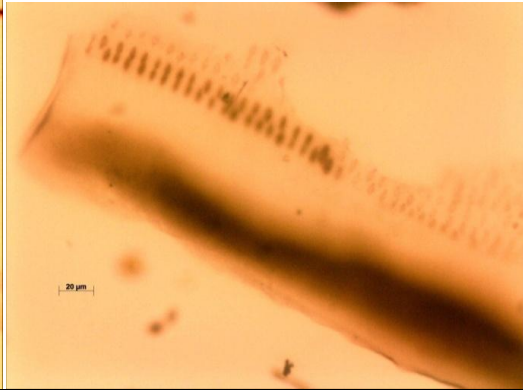
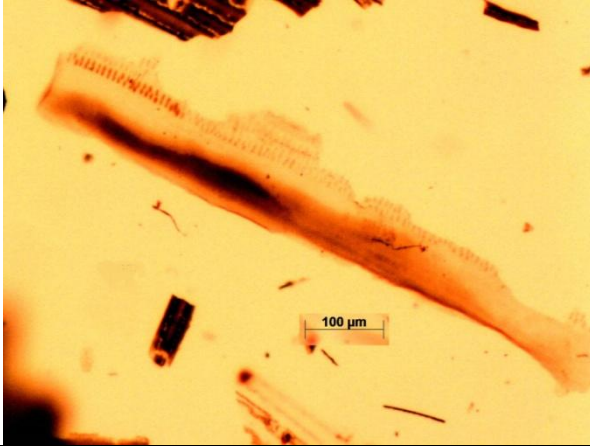
d) Otras formas: cuadrangular y lobado atípico



Cuerpos quadri-lobados

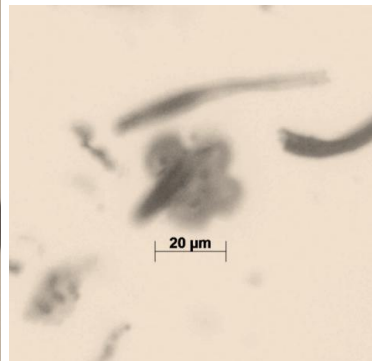
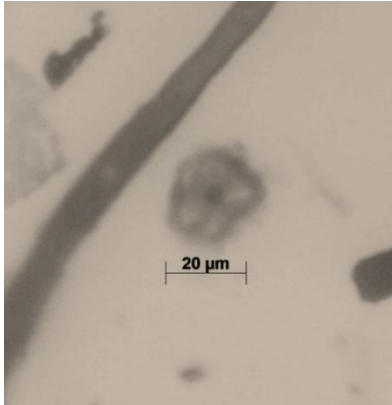
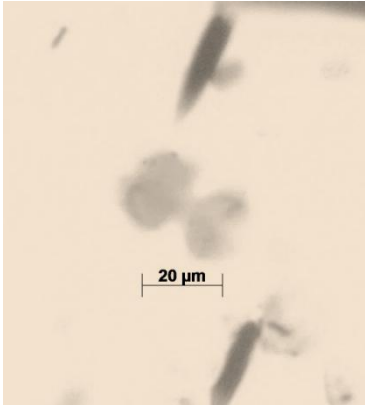


Tejido escrobiculado alargado con perforaciones marginales (general y detalle)



i  
n  
f  
l  
o  
r  
e  
s  
c  
e  
n  
c  
i  
a

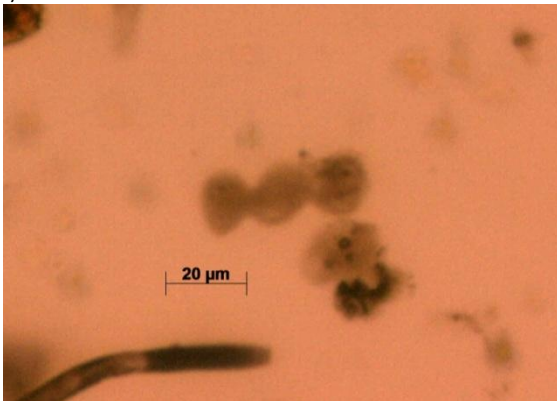
a) Cruces Variante 1 "mirror image maize" (Piperno, 2006) y otros tipos



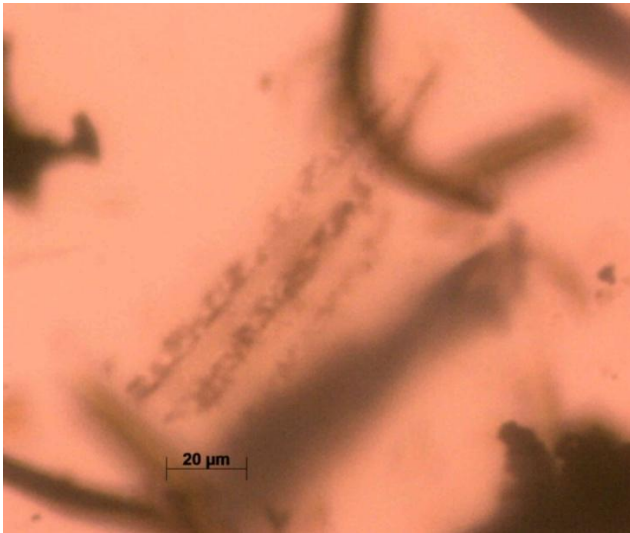
b) Bilobados variante Panicoide 3d (Twiss et al., 1969).



c) Polilobado



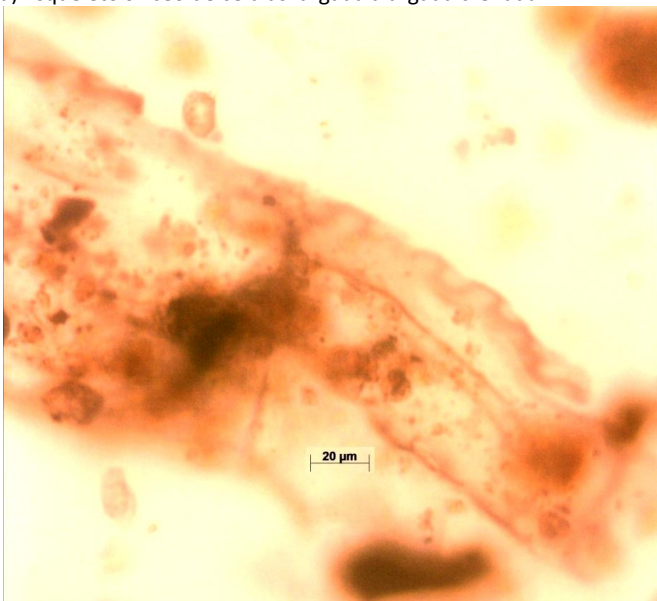
d) Esqueleto silíceo de células largas alargada crenada en agregado y solitarias



e) Pelo unicelular psilado



R a i z a) Esqueleto silíceo de células largada alargada crenada





b) Tejido escrobiculado (con perforaciones)



c) Agregado celular opaco con perforaciones



*Sub-familia Pooideae*

Según Piperno (2006), para esta subfamilia se incluyen 3 formas de células cortas características: *wavy-trapezoidal* (trapeziforme sinuoso), *rondels* de la hoja y bilobados. Un tipo diagnóstico de Pooideae es el *long wavy trapezoid* (trapeziforme alargado sinuoso), así como algunos tipos de *rondels* con estructura “tipo tienda” en una cara (*tent-like*). Según Barboni et al. (2007), algunos géneros producen muchas células bilobadas y formas de cruz.

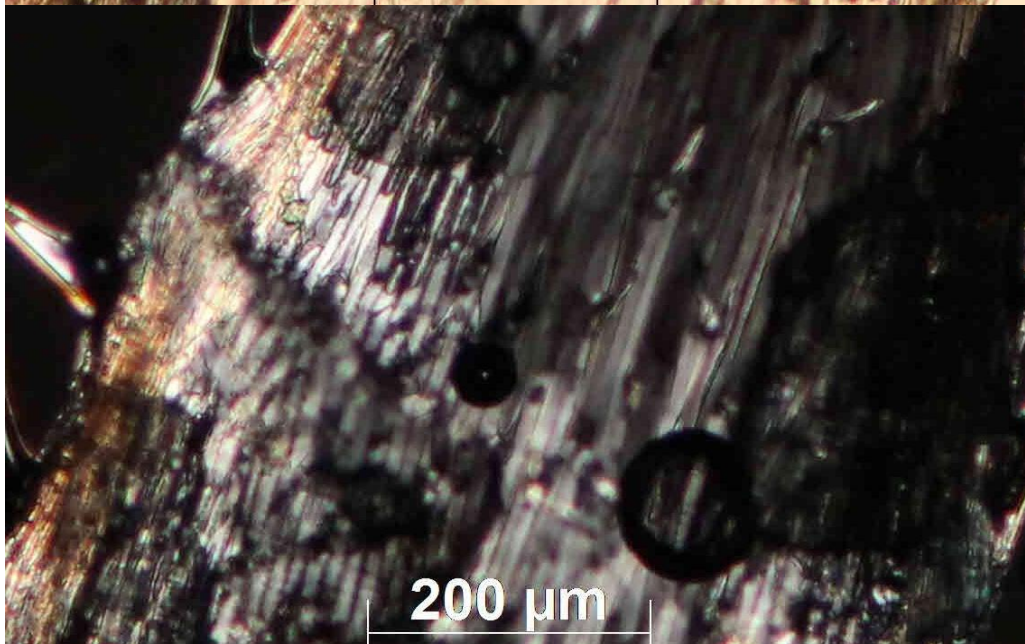
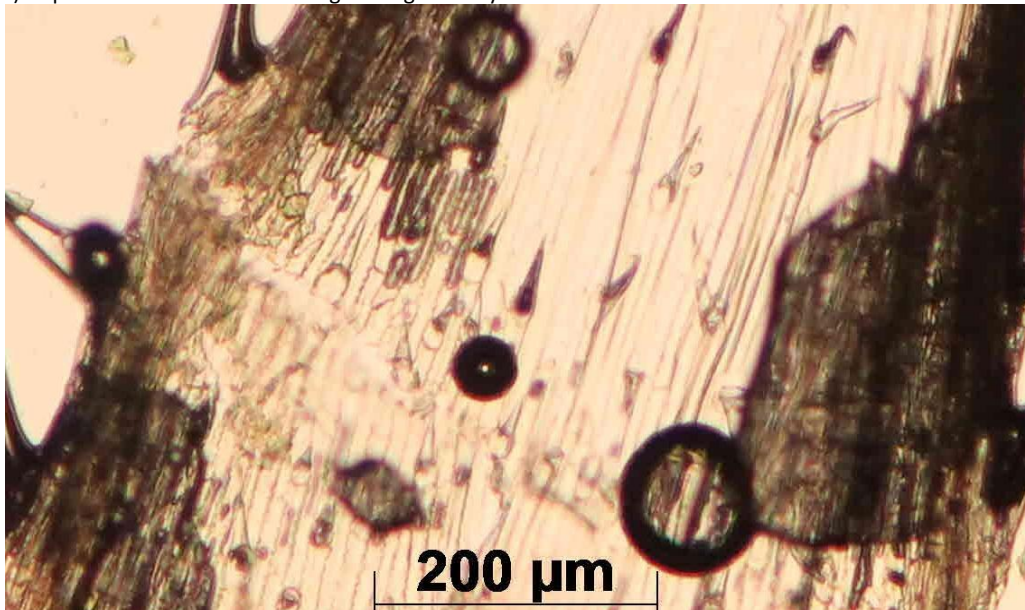
**Lanko *Bromus catharticus***

La revisión de fitolitos de esta especie se concentró en la hoja y la espiga, los cuales sólo la espiga presentó fitolitos en forma rara y no diagnóstica.

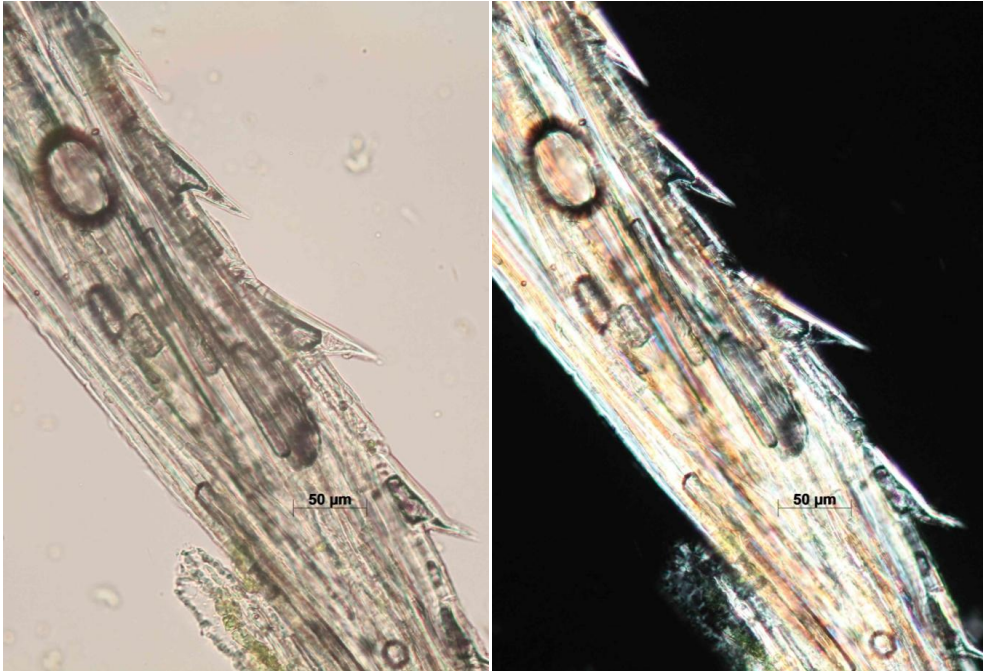
H  
o  
j  
a

E a) Depósito de sílice en células largas alargada muy sinuosa.

E  
s  
p  
i  
g  
a



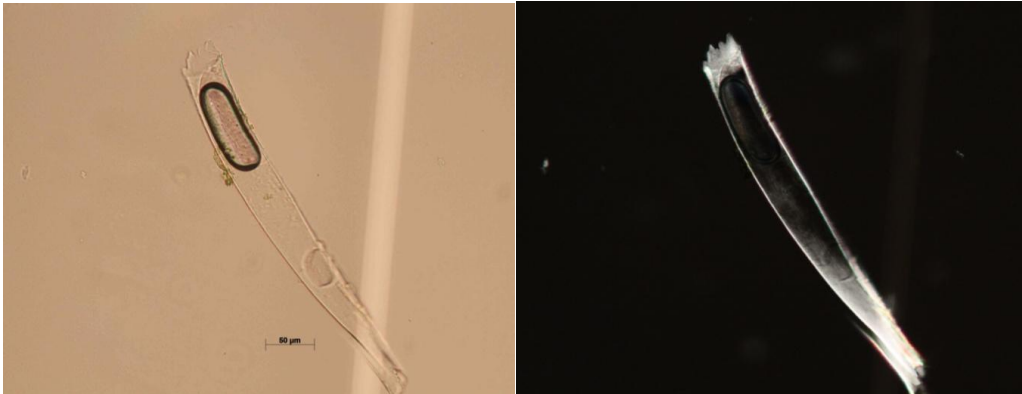
b) Depósito de sílice en células de pelo unicelular acicular; también se aprecia depósitos de sílice en lo que parecen ser fibras o elementos conductores de morfología cilíndrica alargada.



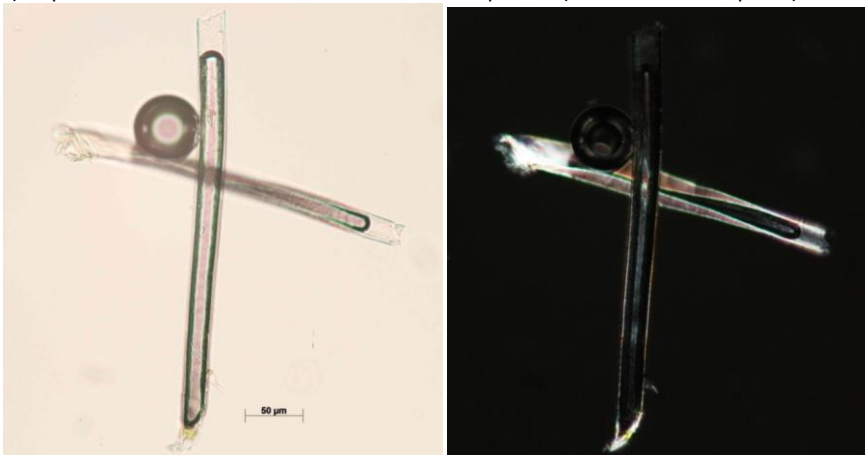
**Trüka *Bromus berterianus***

La revisión de los fitolitos de esta especie resultó mayor que en el espécimen anterior, destacando una producción común en la hoja y rara en la espiga, aunque sin carácter diagnóstico. En ninguna de las dos especies de *Bromus* fueron observados los mencionados trapeziformes, diagnósticos de la sub-familia Pooideae, sin embargo creemos que se debe principalmente al problema del muestreo del raspado directo, que no permite observar los fitolitos en forma aislada, dificultando el reconocimiento de este tipo de células de la epidermis.

H o j a a) Depósito de sílice en el lumen de células de pelo unicelular psilado

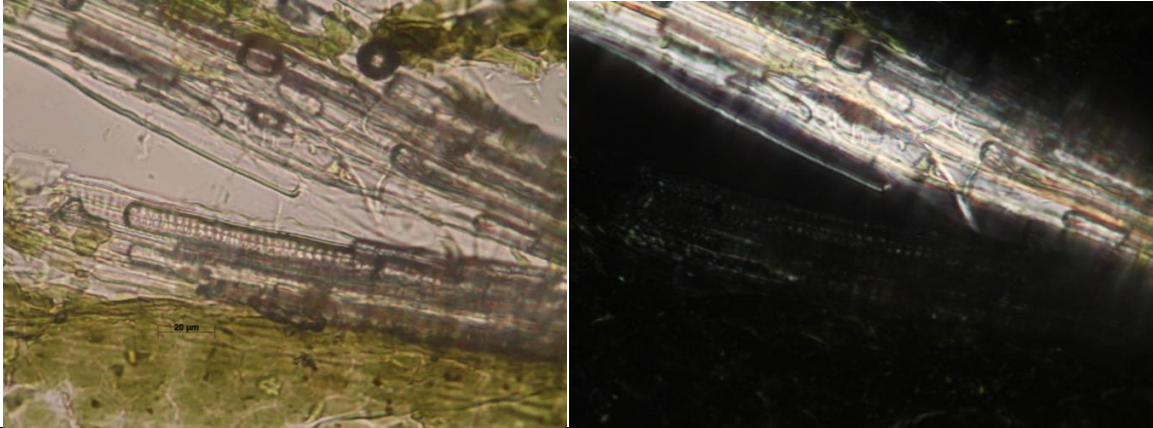


b) Depósito de sílice al interior de célula cilíndrica psilada (otrora células de pelo?)

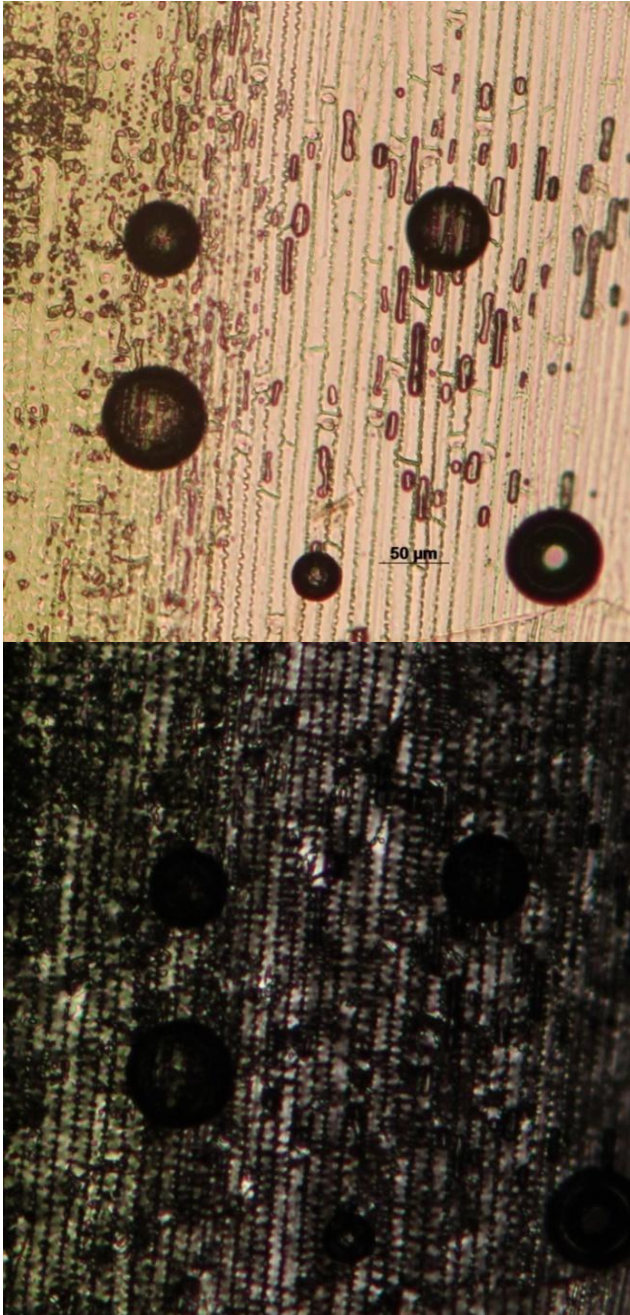




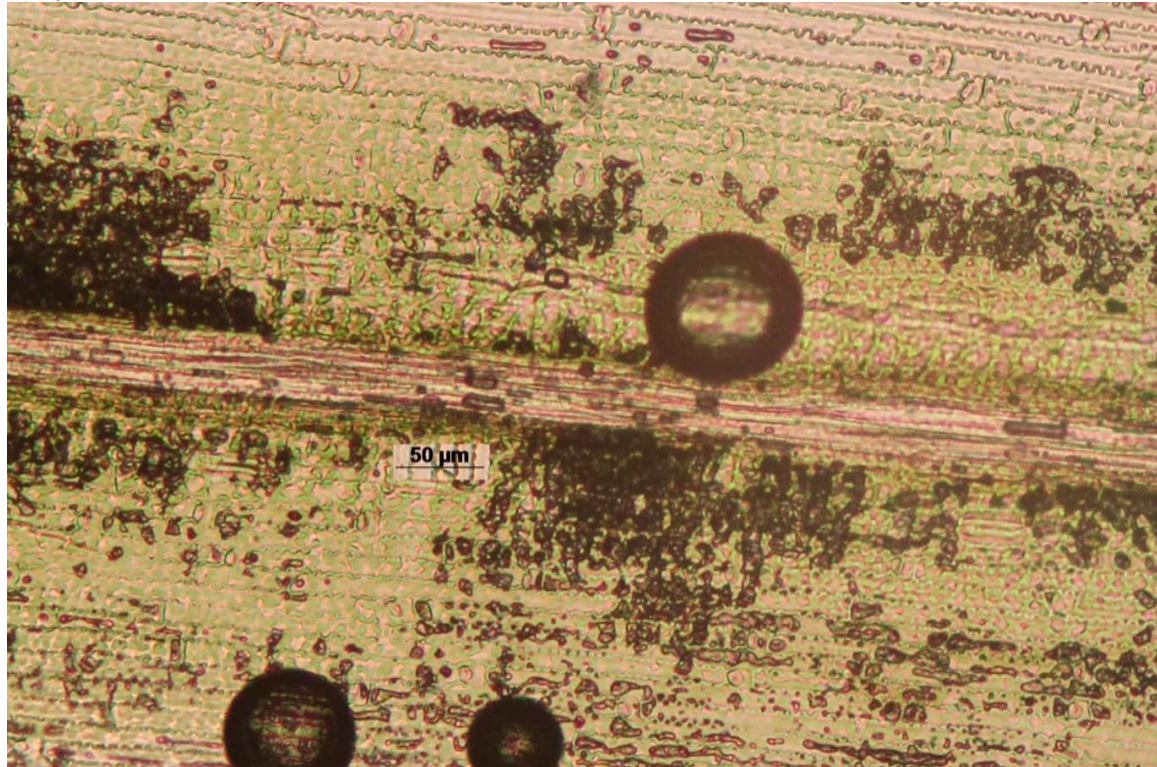
c) Depósito de sílice en elementos conductores (traqueidas cilíndricas surcadas?)



E  
s  
p  
i  
g  
a  
a) Depósito de sílice al interior de células largas alargada crenada



b) Depósito de sílice en elementos conductores



### Cereales introducidos:

#### **Cebada *Hordeum vulgare* y Trigo *Triticum aestivum***

Estas especies han sido ampliamente estudiadas por especialistas del Viejo Mundo, siendo caracterizadas desde la literatura.

La literatura especializada entrega datos para diferenciar el trigo de la cebada, los que se resumen en Piperno (2006). Aunque estas especies tienen ciertas similitudes, son dos los fitolitos de importancia diagnóstica: agregados de células largas y papilas, útiles para distinguirlos también de especies silvestres. Asimismo, se apunta que los fitolitos desarticulados y los agregados multicelulares de la inflorescencia de la cebada y el trigo son muy útiles para diferenciarlos.

Las células largas de la epidermis de la **gluma medial** se distinguen por las paredes celulares. En *Triticum*, las paredes simples y dobles tienen ondas altas y redondeadas de amplitud irregular (simples: 10 µm; dobles: 15,5 µm). Por el contrario, en *H. vulgare* los bordes de las células de pared simple son dentados y terminan en puntas agudas o abultadas (*knobbed*) (altura de onda de 7 µm), y las paredes celulares dobles son cuadradas y con ondas de amplitud uniforme (10 µm). En la **cáscara**, las células largas del trigo son más amplias (15-18 µm) que las de la cebada *two-rowed* (12-15 µm).

Además, en la **inflorescencia** hay un fitolito cónico papilar que proviene de células de pelo de la epidermis vegetal que se diferencia morfológicamente entre la cebada (puntiagudo y cónico) y *T. dicoccum* (redondeado y marcado con hoyos, aunque en *T. aestivum* también es puntiagudo). El diámetro de la papila y el número de perforaciones alrededor del margen difieren en *T. aestivum* y *H. vulgare*, ya que el primero normalmente tiene mayor número de perforaciones y diámetros mucho más grandes.



Familia Typhaceae: Las tifáceas no producirían fitolitos o bien su producción sería rara a poco común (Metcalf, 1969; Piperno, 2006). Según la literatura, tanto el tallo como la semilla de *T. angustifolia* no presentan fitolitos (Kealhofer & Piperno, 1998).

**Batro *Typha* sp.**

Coherente con la literatura, se observó una nula producción de fitolitos en las estructuras observadas, salvo por un fitolito rectangular psilado que se rescató de la inflorescencia. Lamentablemente no se pudo muestrear la raíz de esta planta, órgano de conocido uso alimenticio.

C  
a  
ñ  
a

I  
n  
f  
l  
o

a) Rectangular psilado



## EUDICOTILEDONEAS

Según un estudio de los fitolitos de la flora asiática llevado a cabo por Kealhofer y Piperno (1998), hay ciertas formas comunes en los fitolitos de las dicots: células de pelos o células asociadas, tejidos relacionados a la respiración como estomas, traqueidas, esclereidas, células poliédricas multifaceteadas (*multifaceted polyhedrals*) y esferas, siendo los más comunes esferas, pelos armados (con espinas cortas distribuidas en la superficie del fitolito) y segmentados, poliedros faceteados y células epidérmicas decoradas. Sin embargo, advierten que la presencia de fitolitos en estas plantas no sería muy generalizable, porque puede haber especies de plantas de una misma familia con y sin fitolitos.

Piperno (2006) separa las dicotiledóneas en angiospermas basales y eudicots. Para estas últimas, serían comunes los fitolitos de células de pelos (segmentados o no-segmentados, cuyas características de superficie alcanzan relevancia taxonómica), bases de pelo (variedad de diseños en superficie o perímetro de una sección de la célula, que pueden ser útiles para la determinación taxonómica), esclerénquima (esclereidas podrían ser indicativas de taxa leñosas, aunque no siempre) y tejido vascular. Además, los fitolitos de frutos y semillas tendrían una mayor fortificación silíceo. Por otro lado, se indica que **muchos de los morfotipos de la epidermis tienen poca variabilidad dentro de un mismo taxón, y gran capacidad de conservación, lo que los hace diagnósticos.**

Muchas de las dicotiledóneas seleccionadas para la colección de referencia son **leñosas, las que según la literatura tienen fitolitos característicos:** abundante producción de fitolitos poliédricos y anticlinales de la epidermis; variedad de formas esféricas y no-esféricas de compleja morfología, originadas en la epidermis de hojas y en los órganos leñosos, la mayoría del tipo globular granular (3-10  $\mu\text{m}$ ), diagnóstico de estas especies; también abundan del tipo globular psilado, pero éstos también se encuentran en las monocotiledóneas herbáceas (los tipos globular psilado y globular rugoso son considerados un buen indicador de taxa arbóreas o arbustivas en muchas regiones donde no se los registra en gramíneas); asimismo los fitolitos derivados de elementos como traqueidas y esclereidas, se presentan en alta frecuencia aunque aún no hay estudios que diferencien estos fitolitos de los de las gramíneas (Iriarte & Paz, 2009).

En relación a las formas esféricas, para Barboni et al. (2007), el tipo globular (psilado, granular) es característico de las dicotiledóneas leñosas en algunas regiones de climas tropicales y sub-tropicales (África y Nueva Zelanda), correlacionándose con la cobertura arbórea, sin embargo, en otras regiones más templadas o frías las dicotiledóneas no producirían este tipo. Estos autores también agregan que los estudios normalmente no incorporan otras células silicificadas típicas de las dicots leñosas como *jigsaw* de la epidermis, estomas y vasos; lo que puede deberse a que dichas células cuentan con gran área superficial y paredes delgadas, lo que las haría más sensibles a la disolución, o a la pérdida de características superficiales; y así, en muchas regiones los fitolitos que predominan en sedimentos son aquéllos en forma de partículas discretas (menos en zonas semiáridas y áridas) (Barboni, Bremond, & Bonnefille, 2007; Bozarth & Hansen, 2001; Piperno, 2006).

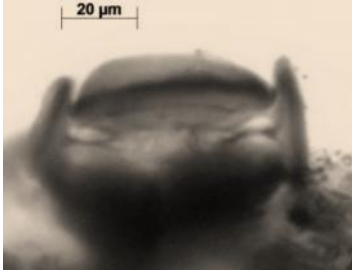
Finalmente, señalaremos que varias de las plantas referidas a continuación no sólo son leñosas, sino que también cuentan con un **fruto** comestible. En este sentido, se ha registrado que la **producción de fitolitos en estos órganos se da usualmente a nivel del exocarpo y mesocarpo de la epidermis, resultando en morfologías únicas y significativas para una determinación taxonómica a nivel de familia y género** (Piperno, 2006).

Familia Proteaceae: De acuerdo a Piperno (2006), los fitolitos en esta familia estarían ausentes o su producción sería rara o poco común.

**Avellano *Gevuina avellana***

La revisión de esta planta arrojó una abundante producción de fitolitos en la mayoría de los órganos muestreados, con excepción del fruto que presentó una producción rara. Destaca una gran variabilidad morfológica, caracterizándose por formas alargadas y/o cilíndricas papilares y equinadas, plaquetas opacas perforadas y elementos de morfologías raras. Algunas formas desconocidas que aparecieron en la flor podrían tener carácter diagnóstico.

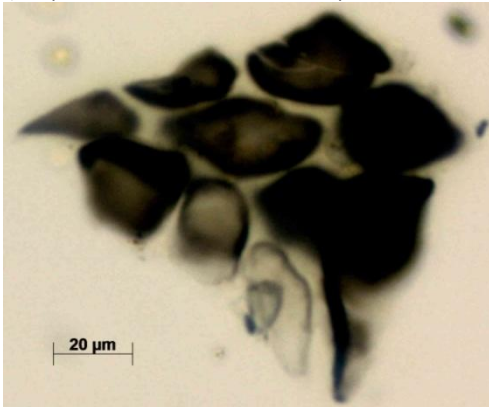
H o j a a) Base de pelo multicelular con arreglo radial 75,79 / 49  $\mu\text{m}$



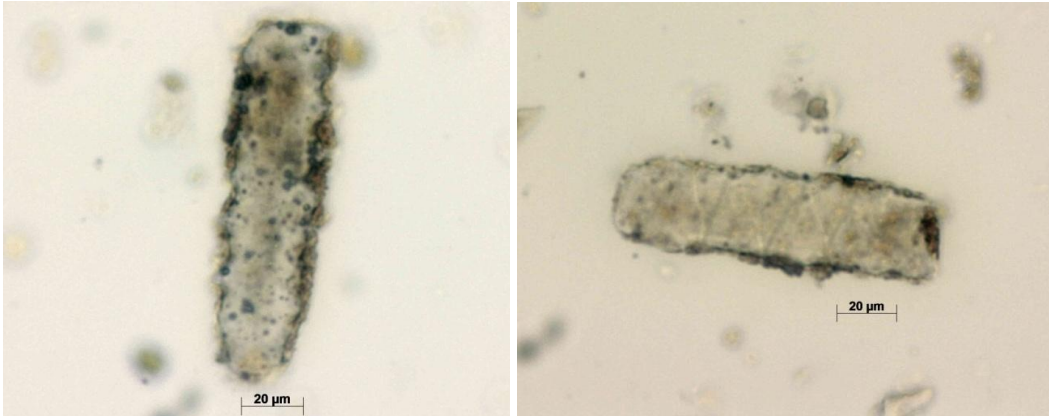
b) Traqueida ramificada



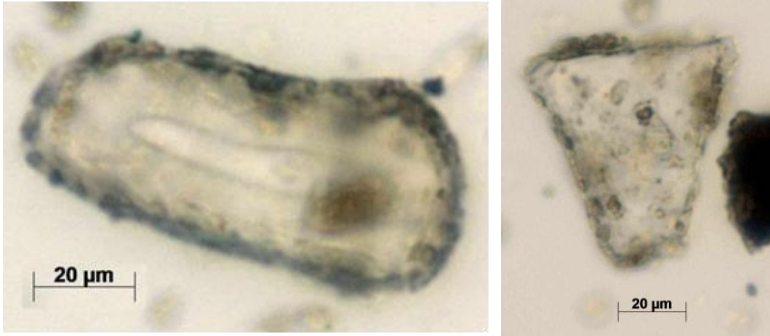
c) Esqueleto silíceo 107,17 / 81,17  $\mu\text{m}$



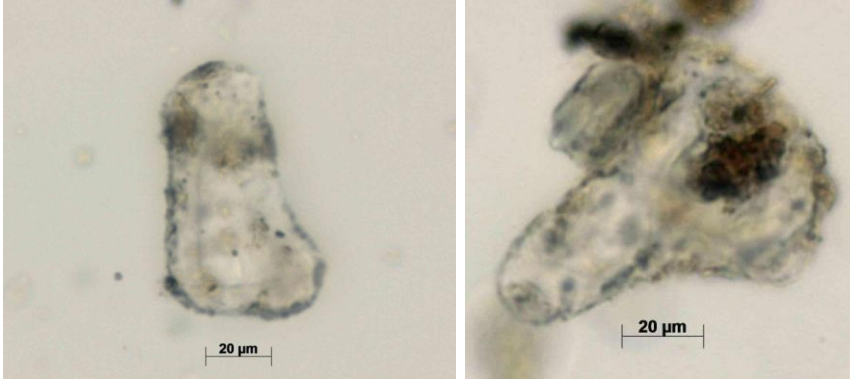
d) Fitolitos alargados: equinado (izq.), papilar (der.)



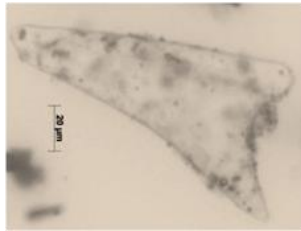
e) Otras formas: oblongo (izq.), triangular (der.)



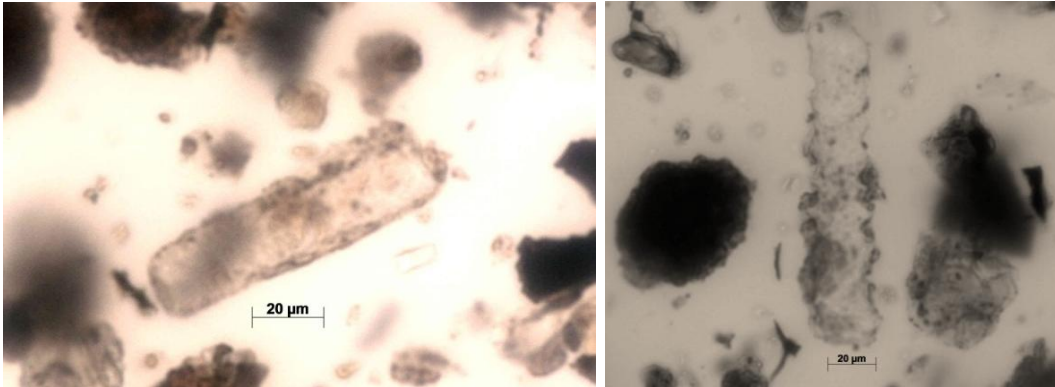
f) Otras formas: sub-cilíndrico (izq.), cuneiforme? (der.)



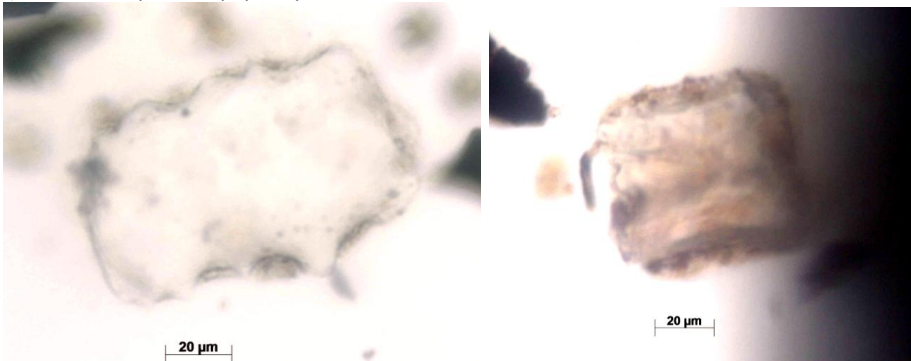
R  
a  
m  
a  
a) Tricoma escutiforme 140,92 / 66,28 µm



b) Fitolitos alargados: papilar (izq.), equinado (der.)



c) Cilíndrico equinado/papilar y sub-cúbico

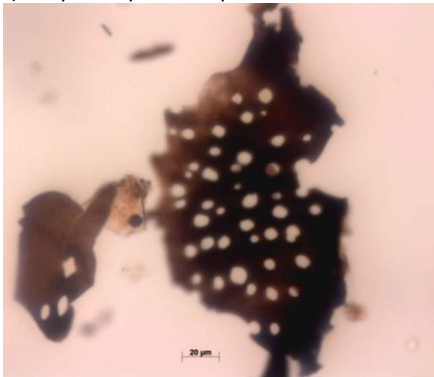




d) Reniforme (podría ser oblongo) y cuneiforme?

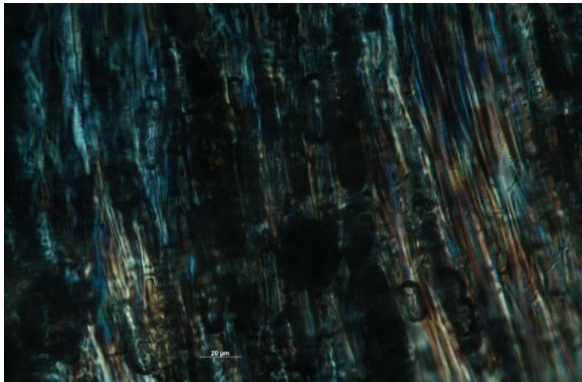
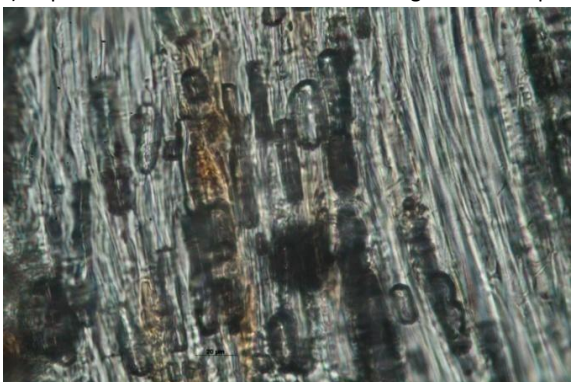


e) Plaqueta opaca con perforaciones

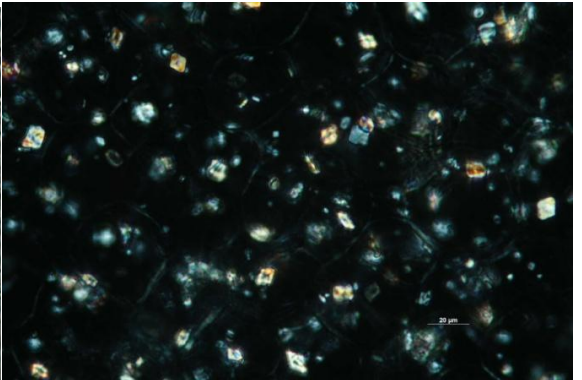
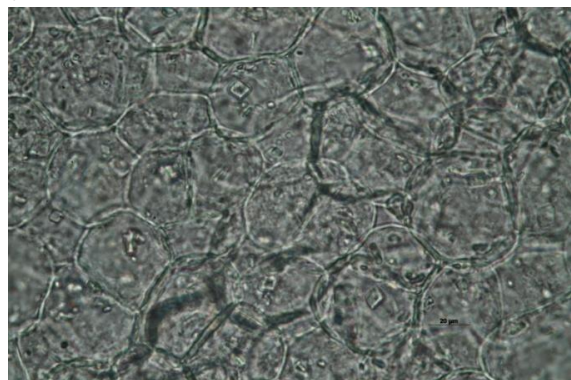


F  
r  
u  
t  
o

a) Depósito de sílice en células de morfología cilíndrico psilado de la cubierta de la semilla

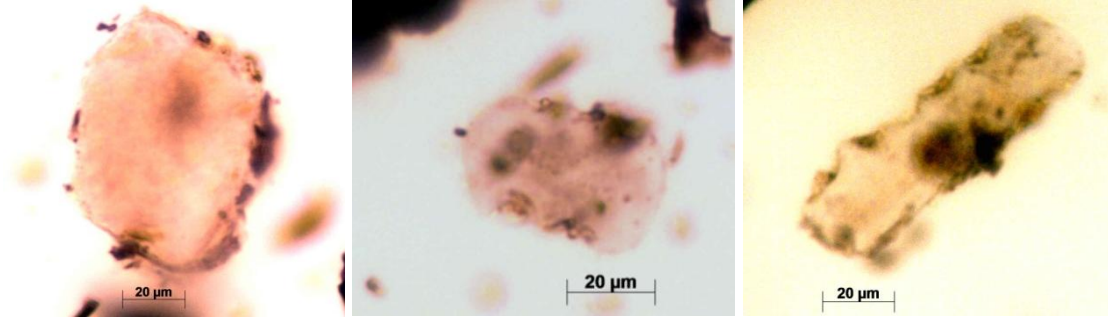


b) "Arena" de cristales de oxalato de calcio

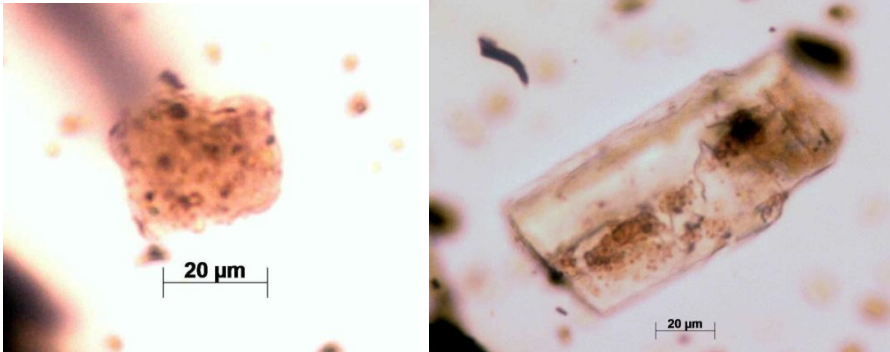


F  
l  
o  
r

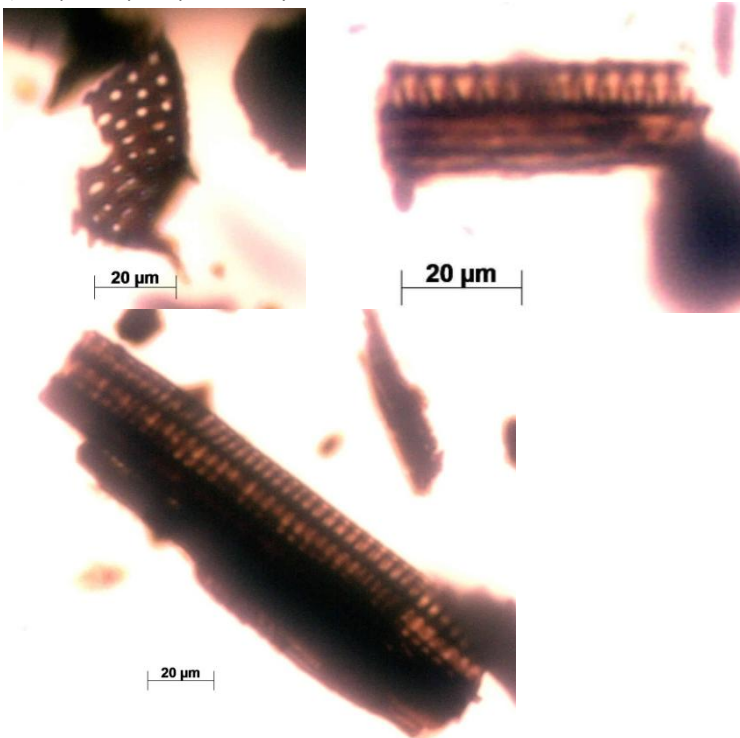
a) Sub-cúbico (izq.) y cilíndrico papilar (centro, der.)



b) Rectangular tuberculoso (izq.) y tabular rectangular (der.)



c) Plaqueta opaca perforada y otras formas desconocidas



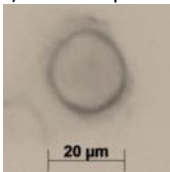
Familia Gunneraceae: un estudio sobre *Gunnera magellanica* arrojó que se caracteriza por presentar células epidérmicas tabular poligonal, fitolitos tabular lobados, y esqueletos síliceos de células tabular poligonal y estomas. En sedimentos de Tierra del Fuego donde actualmente se encuentra esta planta, no fue posible dar con sus fitolitos, lo que se justificó por un nivel de silicificación posiblemente bajo (Benvenuto, Fernández, Osterrieth, Coronato, & Rabassa, 2013). Ya se advirtió anteriormente acerca de las dificultades de conservación de los agregados multicelulares de la epidermis o esqueletos de sílice.

**Pangue *Gunnera tinctoria***

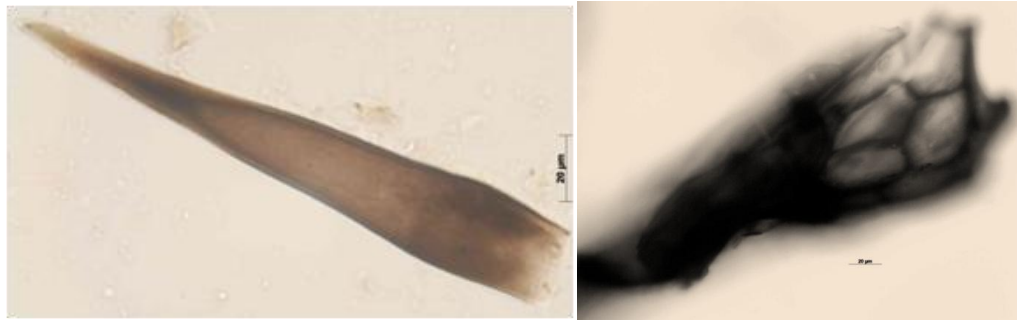
La revisión del conjunto de fitolitos de esta planta arrojó una producción abundante en hoja y fruto, y común en pecíolo (nallka). Las morfologías son muy variables, destacando algunas de posible carácter diagnóstico como los grandes agregados de la epidermis tipo jigsaw-shaped (rompecabezas) y poliédricos en la hoja y el fruto; las bases de pelo multicelulares con arreglo radial de la hoja; los elementos cilíndricos surcado-helicoidal presentes en la hoja y el pecíolo; y las abundantes drusas de oxalato de calcio.

H  
o  
j  
a

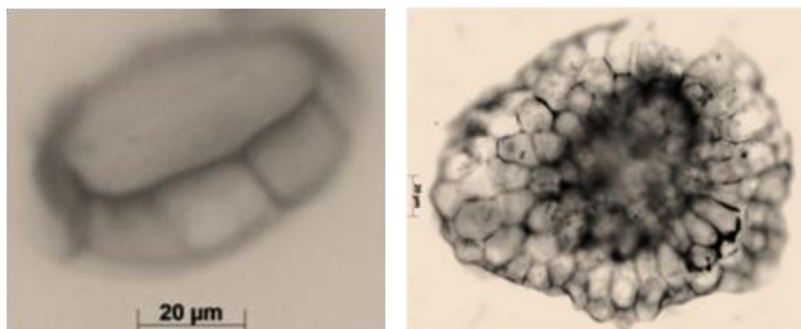
a) Globular psilado



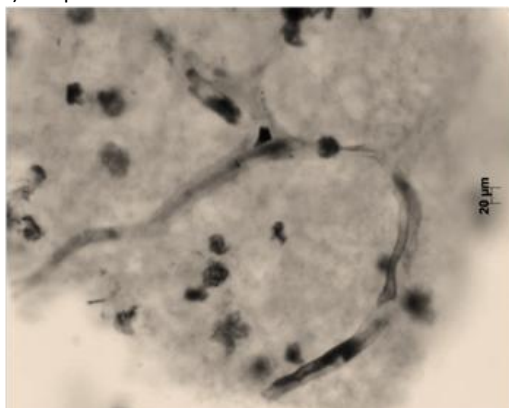
b) Pelo unicelular psilado (180,62-608,35 µm): de base convexa y algunos articulados con la base de pelo



c) Base de pelo multicelular con arreglo radial

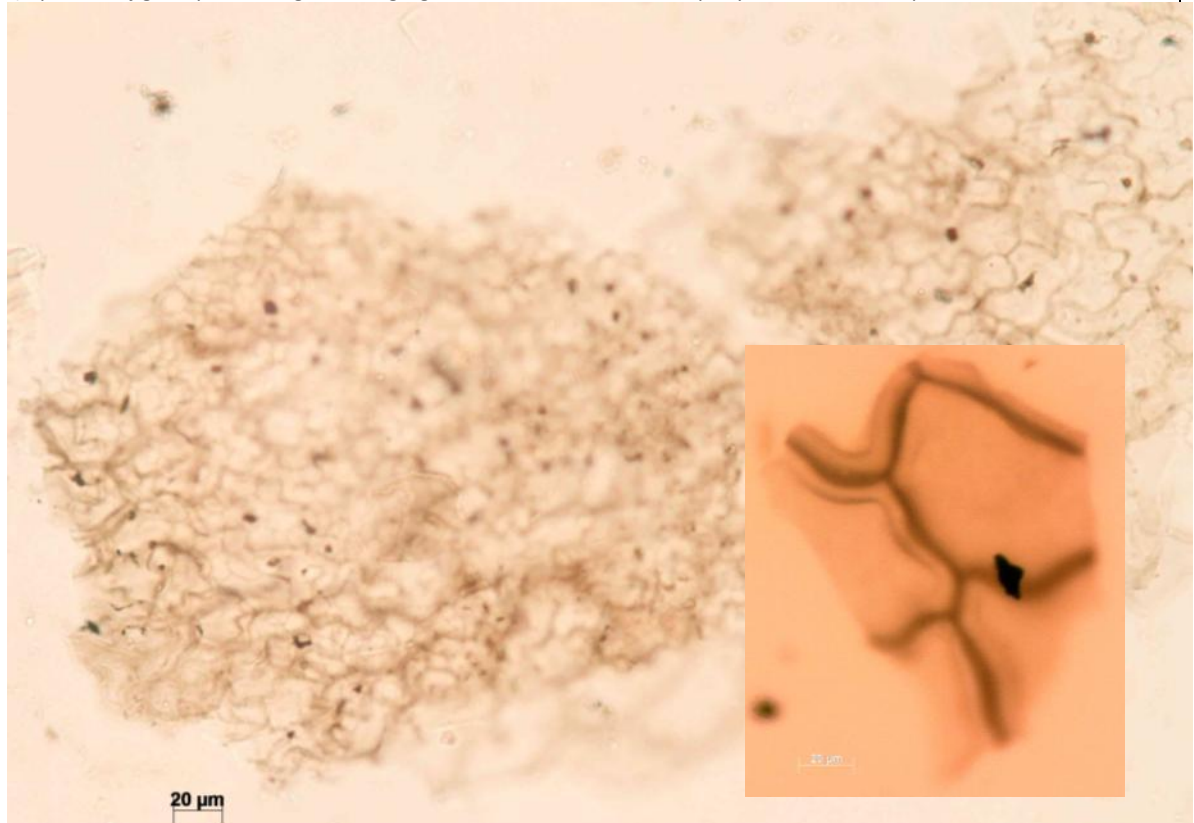


d) Traqueida ramificada

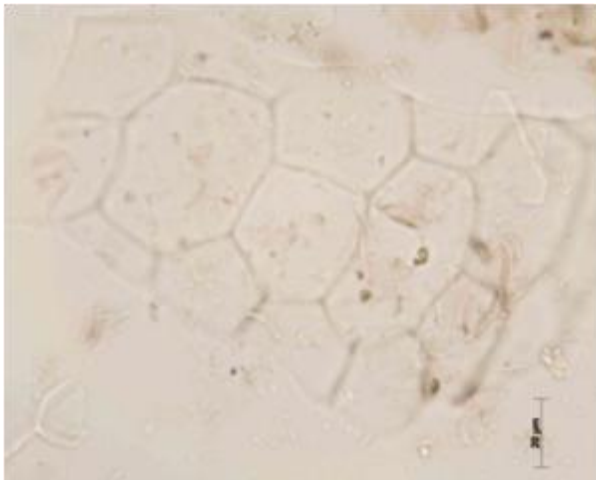




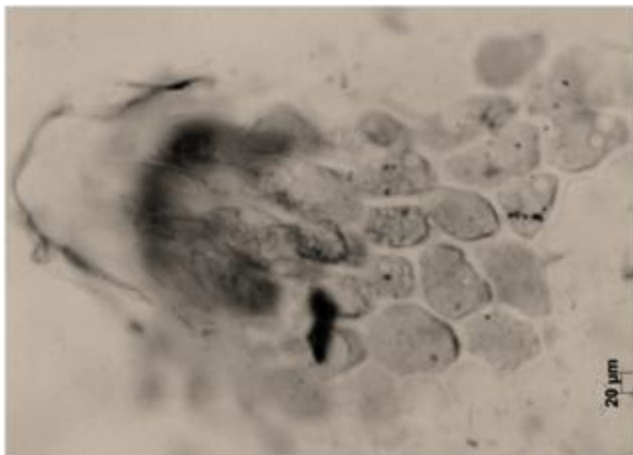
e) Epidermis jigsaw puzzle en grandes agregados multicelulares 258,45  $\mu\text{m}$  y 158,65 / 121,23  $\mu\text{m}$



f) Esqueleto silíceo poliédrico 174,67 / 104,69  $\mu\text{m}$

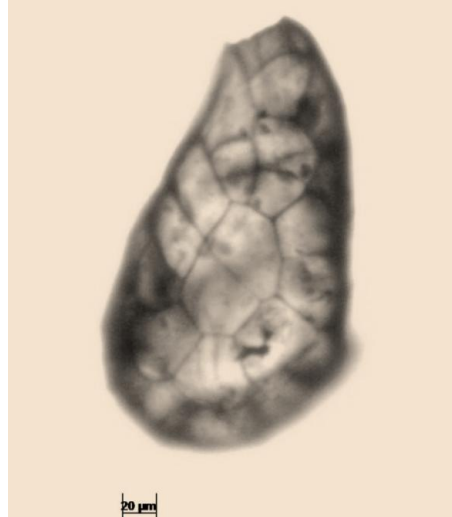
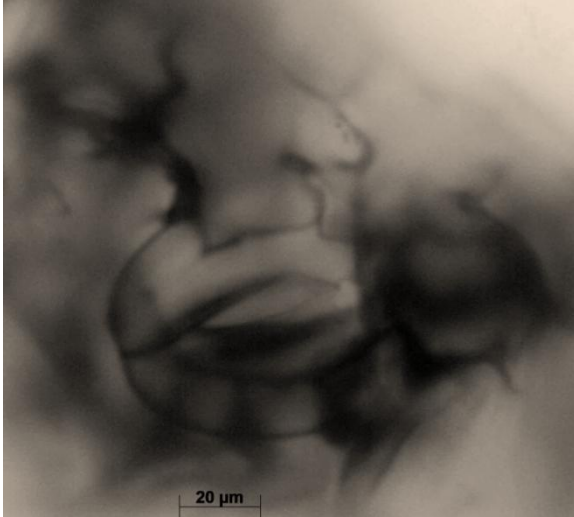


g) Otro agregado multicelular 651,23  $\mu\text{m}$

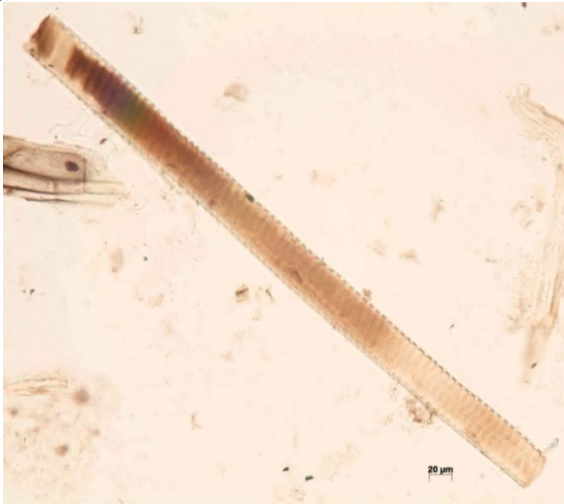




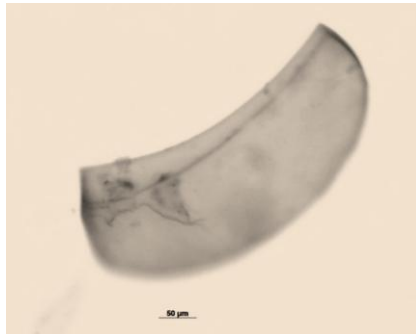
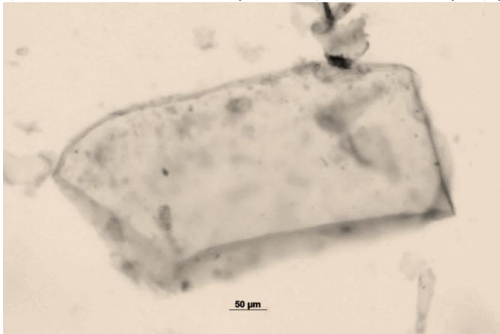
h) Estoma 84,58 / 63,01  $\mu\text{m}$  y polígono elíptico facetado



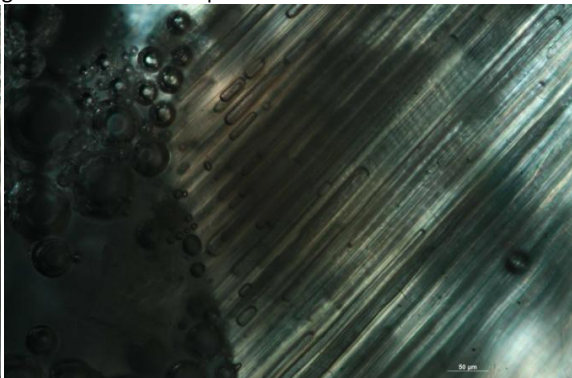
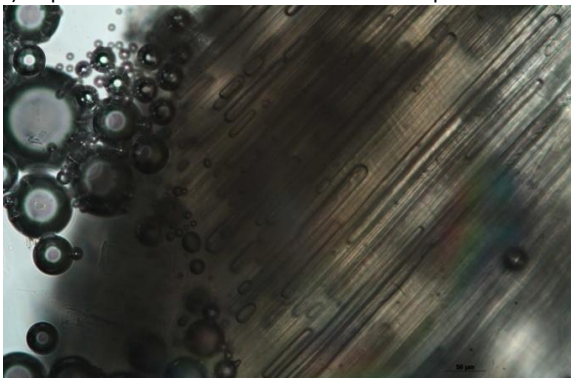
j) Cilíndrico laminado-helicoidal



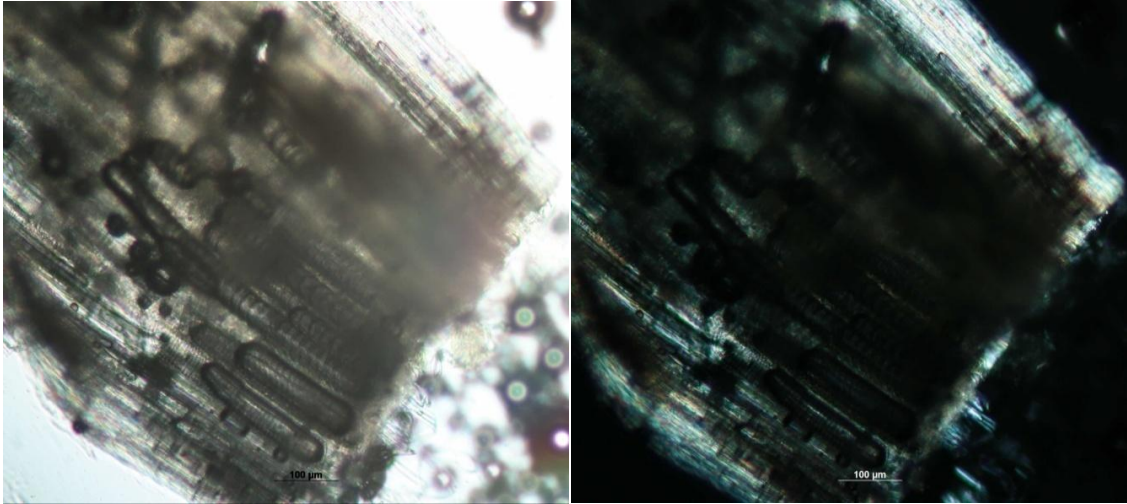
k) Otras formas: tabular psilado (498,62 x 229  $\mu\text{m}$ ) y carinado



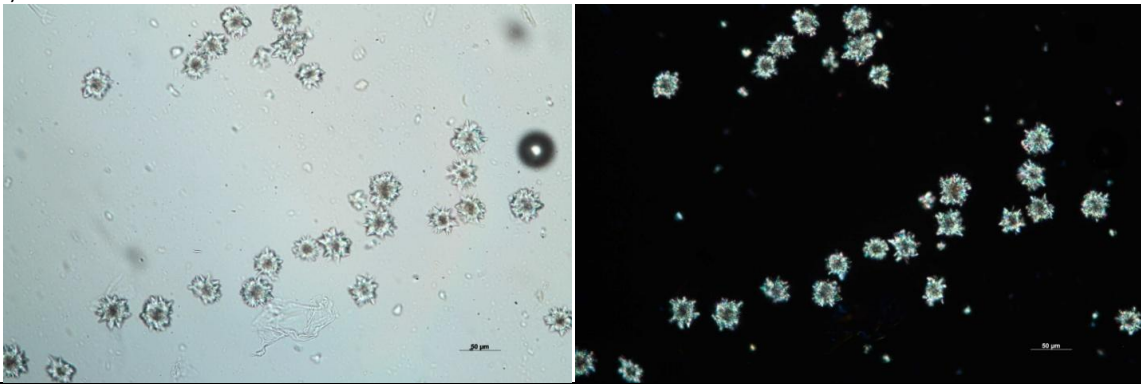
P  
e  
c  
i  
o  
l  
o  
a) Depósito de sílice en elementos cilíndrico psilados de largos variables 34-394  $\mu\text{m}$



b) Depósito de sílice en elementos cilíndrico laminado-helicoidal de largos muy variables, desde 165 a 528  $\mu\text{m}$



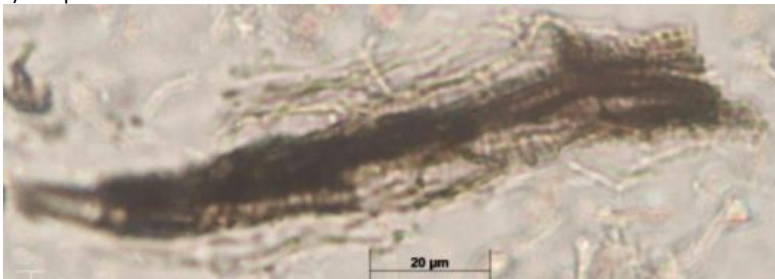
c) Drusas de oxalato de calcio



F  
r  
u  
t  
o  
a) Pelo unicelular psilado 217,54 / 33,4  $\mu\text{m}$

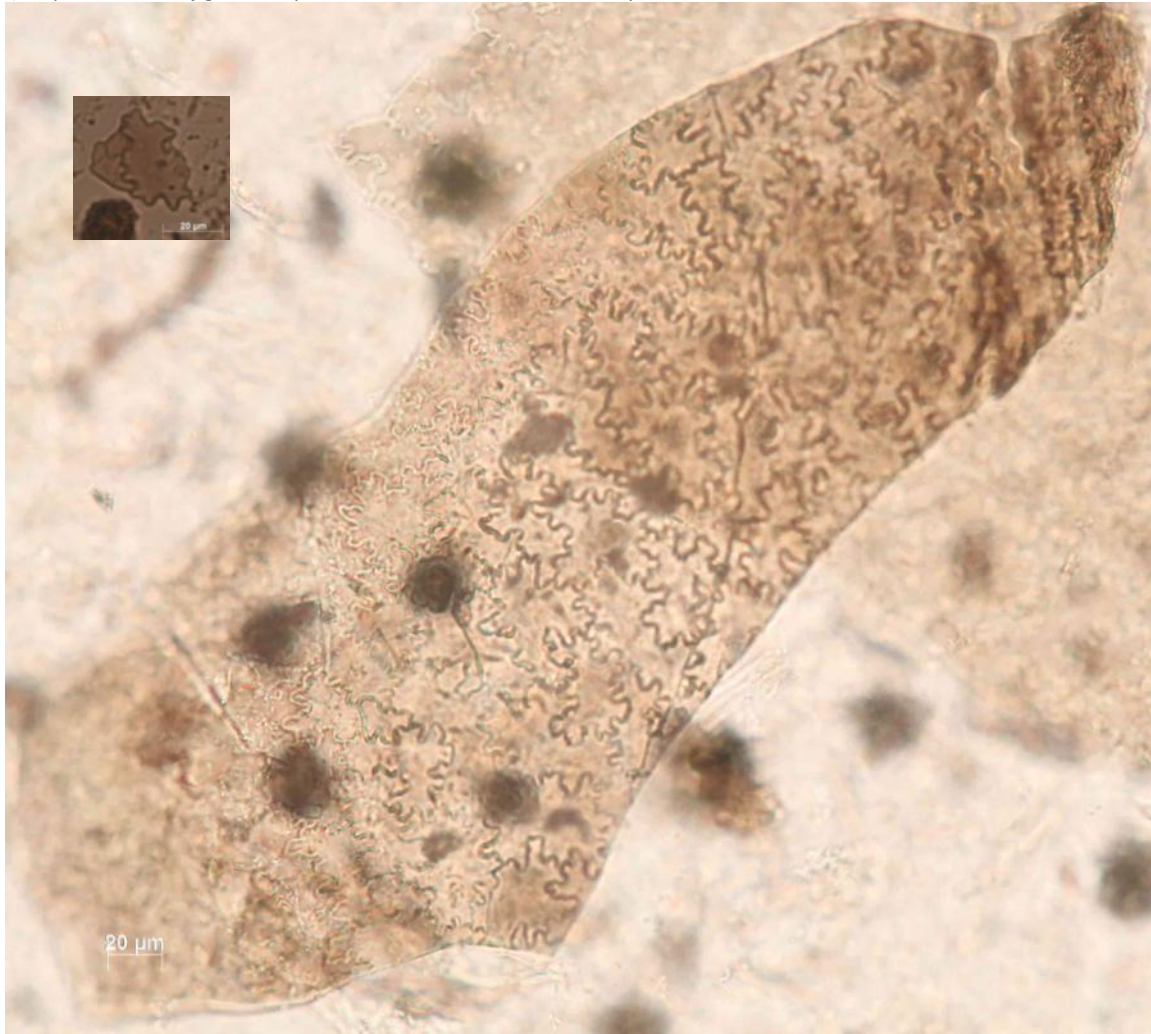


b) Traqueida faceteada

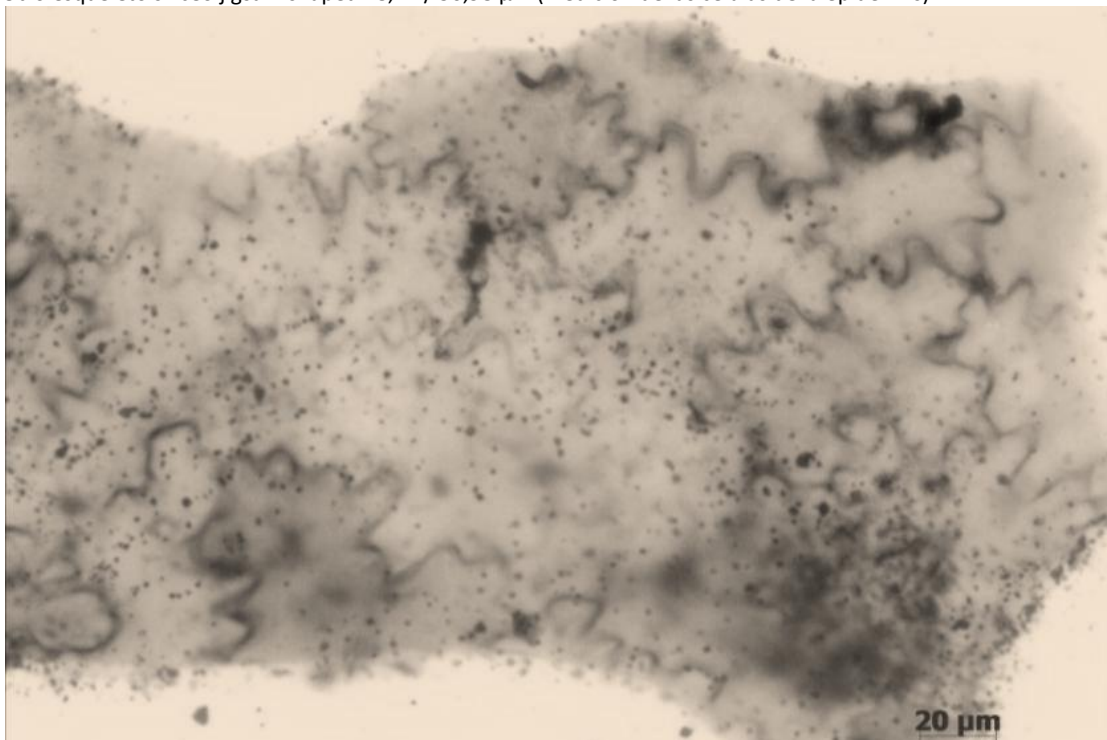




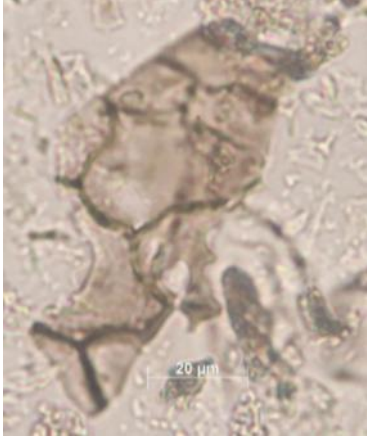
c) Esqueleto silíceo jigsaw-shaped 800 / 420 hasta 36,78 / 21,77  $\mu\text{m}$



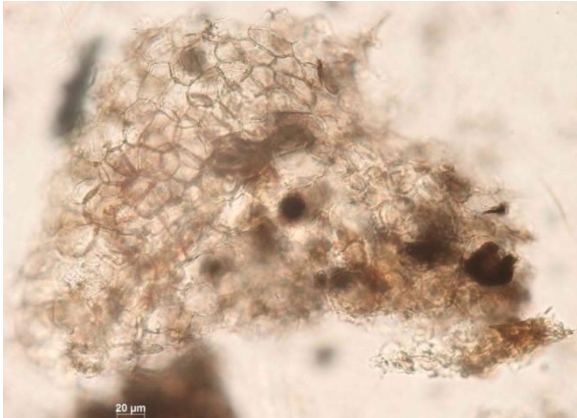
Otro esqueleto silíceo jigsaw-shaped 78,11 / 56,98  $\mu\text{m}$  (medición de las células de la epidermis)



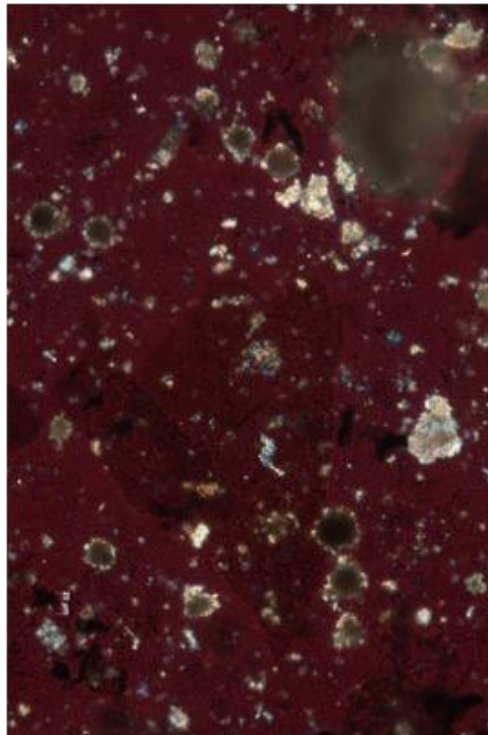
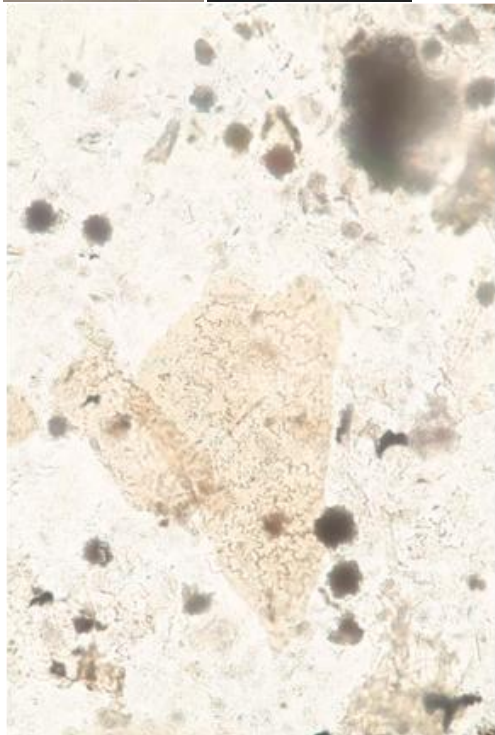
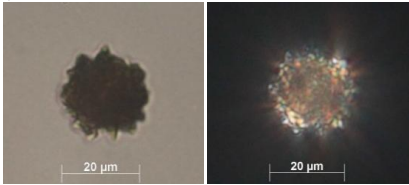
d) Esqueleto silíceo poliédrico 160 / 50  $\mu\text{m}$ ; 60,91 / 60,01  $\mu\text{m}$



e) Agregado multicelular 375,88 / 323,35  $\mu\text{m}$



f) Drusas de oxalato de calcio





Familia Elaeocarpaceae: no se encontró referencias bibliográficas.

**Maqui *Aristotelia chilensis***

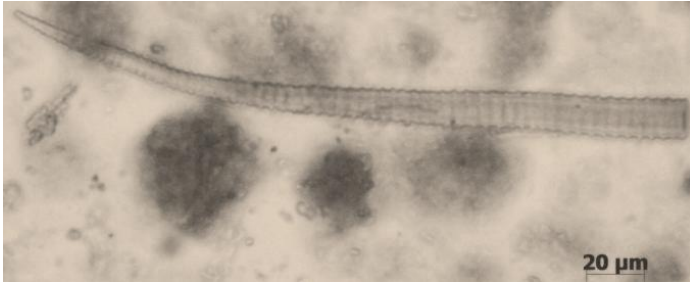
La revisión de fitolitos de esta planta arrojó abundancias de fitolitos distintas en las diferentes estructuras observadas. Mientras la hoja no presentó fitolitos, la rama presentó una producción común y el fruto poco-común. Destaca la célula de pelo unicelular surcado de la rama, y una traqueida ramificada y un elemento estrellado en el fruto.

H  
o  
j  
a

n/p

R  
a  
m  
a

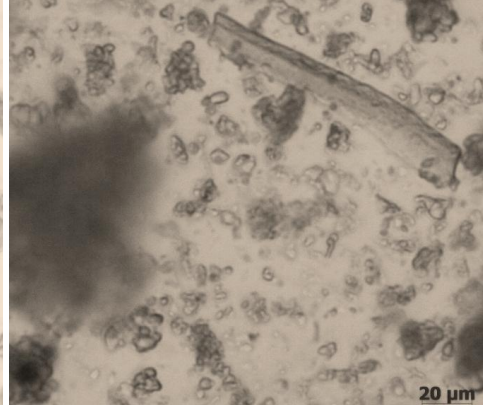
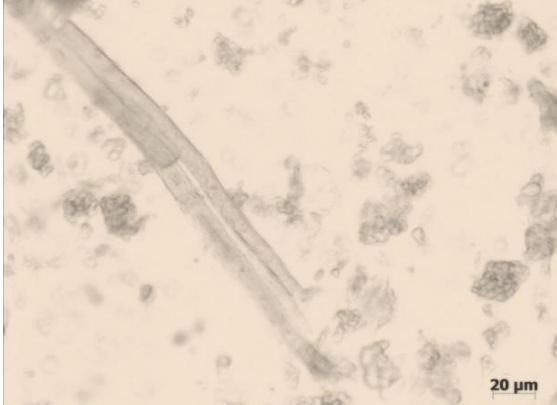
a) Pelo unicelular surcado 234,64 / 13,17  $\mu\text{m}$



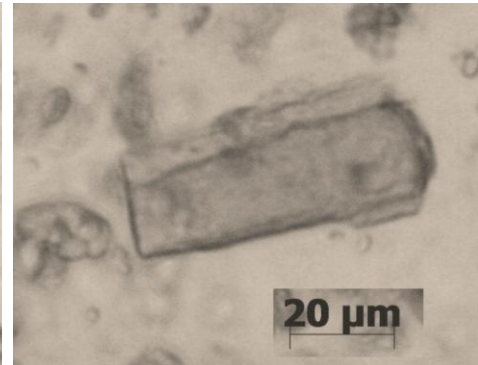
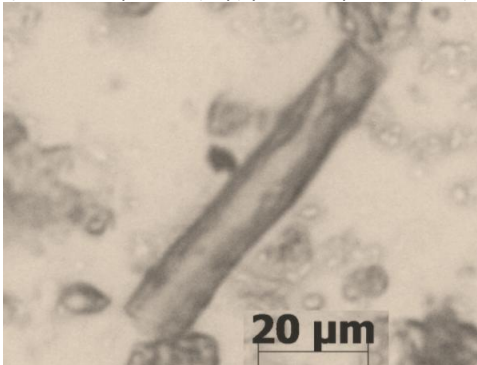
b) Traqueida cilíndrica surcada (solitarias y en agregados)



c) Alargados: psilado (solitarios y agregados) (izq.), tabular psilado (der.)

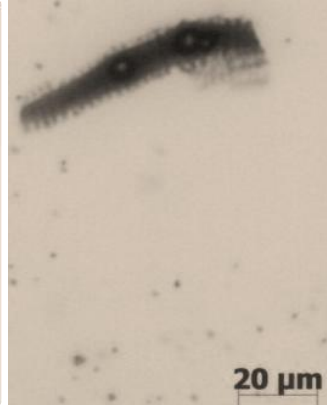
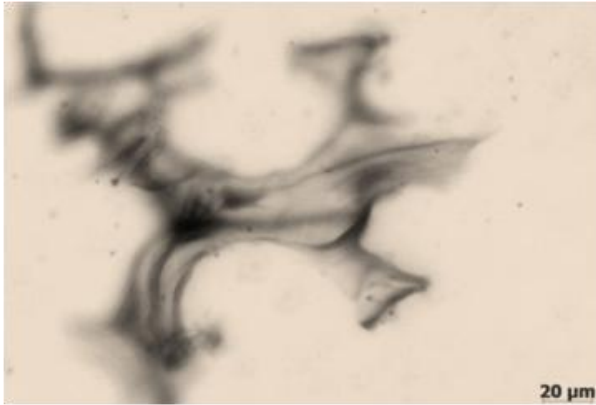


e) Cilíndrico psilado (izq.) y tabular psilado (der.)

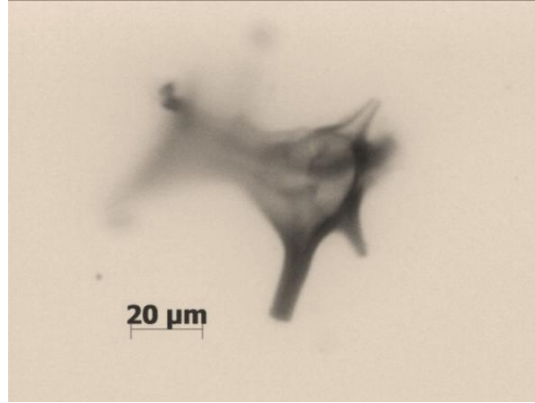
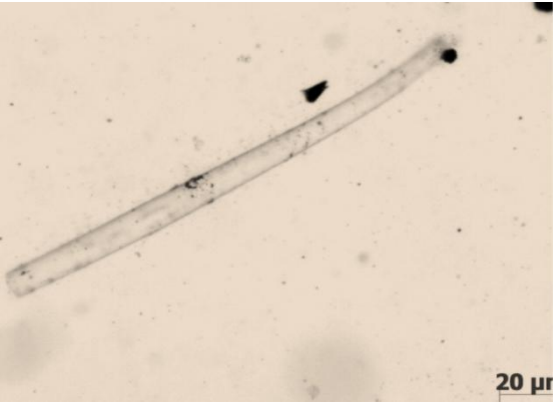


F  
r  
u  
t  
o

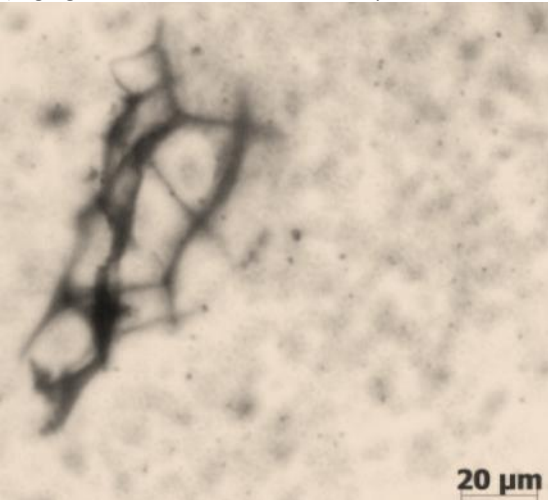
a) Traqueidas: ramificada (izq.) y cilíndrica surcada (der.)



b) Cilíndrico psilado (izq.) y estrellado (der.)

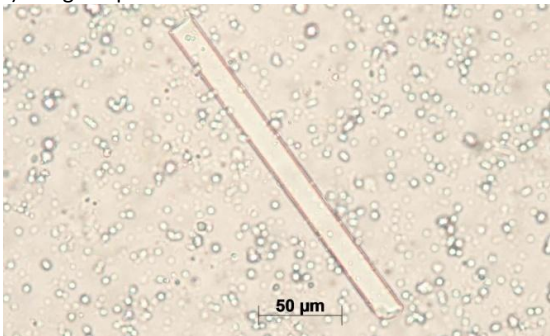


c) Agregado multicelular 106,04 / 56,8 μm



**Familia Cucurbitaceae:** estudios de los fitolitos de las cucurbitáceas han determinado que se caracterizan por producir células de pelo segmentado de varios tamaños, así como del tipo fitolito *scalloped* (o facetado) en la cáscara del fruto, de carácter diagnóstico al menos a nivel de género, ya que es único a la tribu Cucurbitae (*Cucurbita*, *Lagenaria*, *Sicana*, entre otras) (Kealhofer & Piperno, 1998; Piperno, 2006). Los fitolitos *scalloped* probablemente diagnósticos por especie son: planos, a veces densamente granulares, con 3-5 vértices rectos (*C. maxima* subsp. *andreana*); esféricos, varios densamente granulares (*C. máxima*); y elípticos (*C. moschata*). El tamaño es un buen indicador que discrimina silvestre-domesticado, con largo y grosor medios de 80 y 70  $\mu\text{m}$ , respectivamente; y largo y grosor máximos sobre 100 y 80  $\mu\text{m}$ , respectivamente (Piperno, 2006).

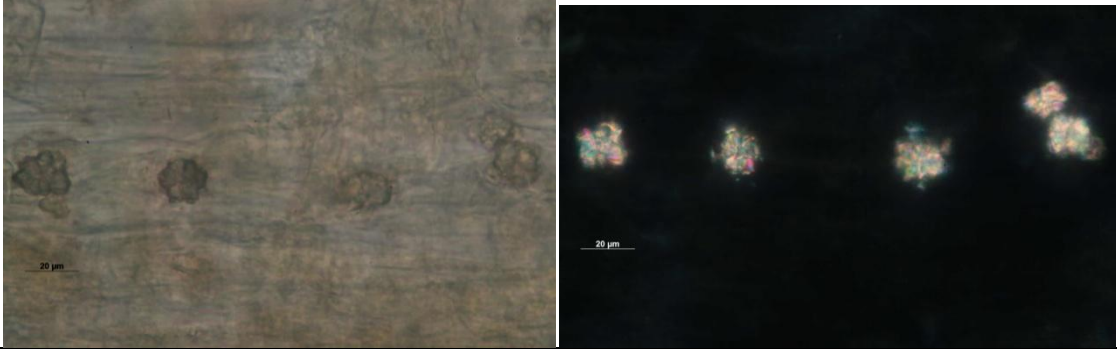
Además se ha encontrado fitolitos característicos en las hojas y pedúnculo de las cucúrbitas: pelos (100-231  $\mu\text{m}$  de largo y 59-110  $\mu\text{m}$  de ancho), bases de pelo, anticlinal de la epidermis; mientras que la semilla no produce fitolitos (Piperno, 2006). Otro tipo diagnóstico son las traqueidas de 5-7 lados, encontradas tanto en *Lagenaria* como en *Cucurbita* (Bozarth & Hansen, 2001).

<b>Zapallo <i>Cucurbita</i> sp.</b>	
La revisión de los fitolitos de esta planta arrojó una nula producción en el fruto y rara en la semilla, caracterizada por un fitolito alargado psilado.	
Fruto	n/p
Semilla	a) Alargado psilado 

**Familia Fabaceae:** las fabáceas producen abundantes fitolitos, pero con pocas formas diagnósticas; además, entre subfamilias y tribus la producción varía bastante, y presenta limitado valor taxonómico (Kealhofer & Piperno, 1998; Piperno, 2006).

<b>Poroto común <i>Phaseolus vulgaris</i></b>	
Se ha observado que las vainas de <i>P. vulgaris</i> y las vainas y hojas de <i>P. lunatus</i> producen fitolitos característicos en forma de gancho (pelos unicelulares curvos) (Bozarth & Hansen, 2001), aunque Piperno (2006) apunta que en Suramérica este tipo de fitolitos son producidos en varias familias, incluyendo especies silvestres de <i>Phaseolus</i> , lo cual está aún poco estudiado. Este tipo de fitolitos de célula de pelo unciformes (forma de gancho) fueron observados en hoja y tallo de especímenes de Lebu (Godoy, 2014).	

Familia Rosaceae: según la bibliografía, esta familia no tendría fitolitos diagnósticos (Kealhofer & Piperno, 1998; Piperno, 2006).

<b>Frutilla silvestre <i>Potentilla chilensis</i></b>	
La revisión de los fitolitos de esta planta arrojó una nula producción de fitolitos en todas las estructuras observadas, a excepción del tallo donde se observaron drusas de oxalato de calcio entre los tejidos.	
h o j a	n/p
T a l l o	a) Drusas de oxalato de calcio 
s e m i l l a	n/p

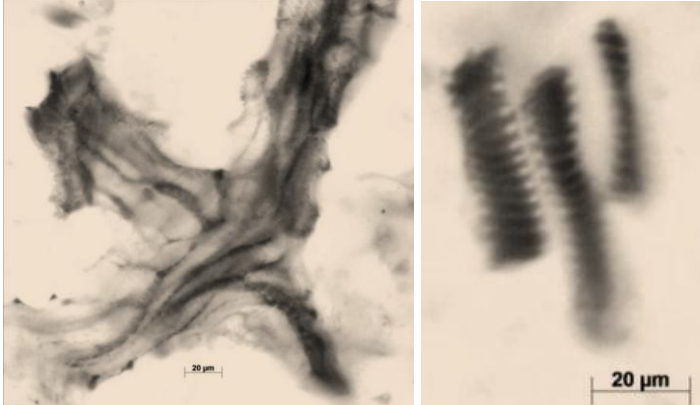


Familia Myrtaceae: estudios sobre esta familia en otras regiones no han observado una importante producción de fitolitos (no presente, raro, poco-común) (Piperno, 2006). Según el estudio de una especie de mirtácea asiática, de bosque seco perenne, sólo se encontró una forma característica de estoma muy largo (Kealhofer & Piperno, 1998). Por el contrario, según Iriarte y Paz (2009), algunas mirtáceas estudiadas en Uruguay presentan una producción de fitolitos común en sus hojas y ramas, primando las formas de esfera de superficie suave y granular, y los fitolitos poliédricos de la epidermis.

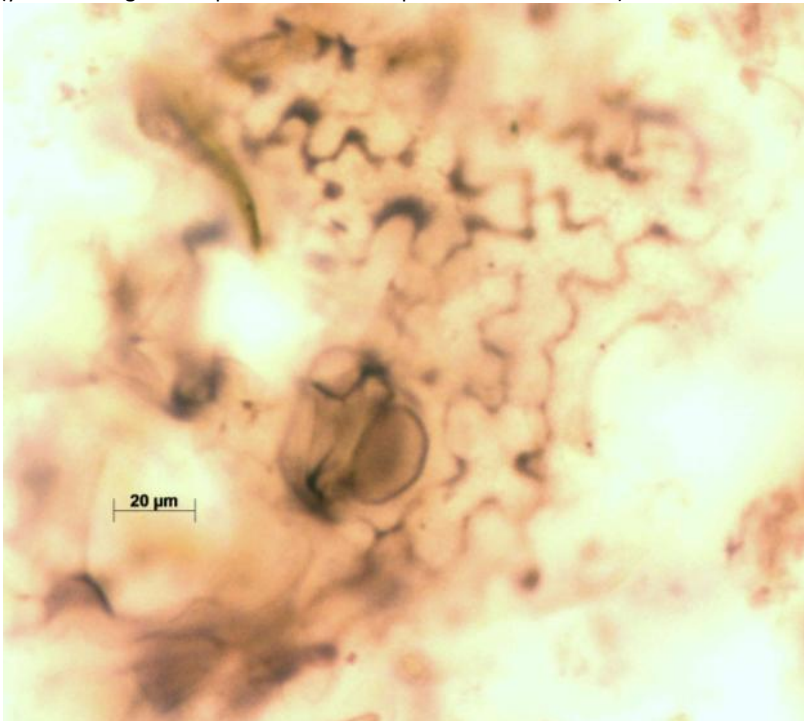
### **Arrayán *Luma apiculata***

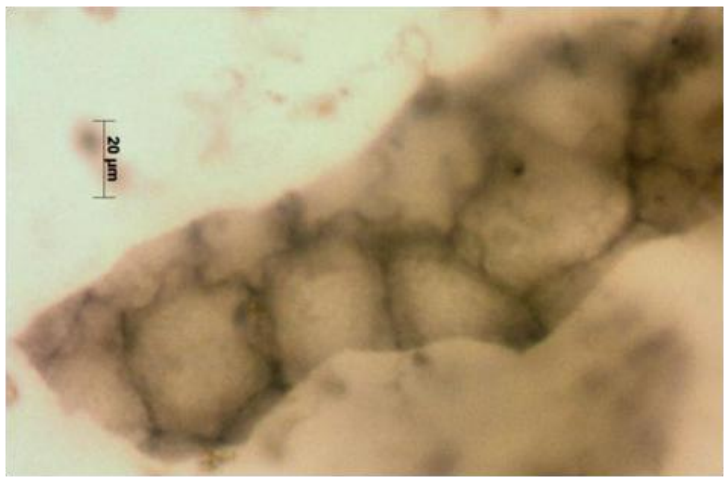
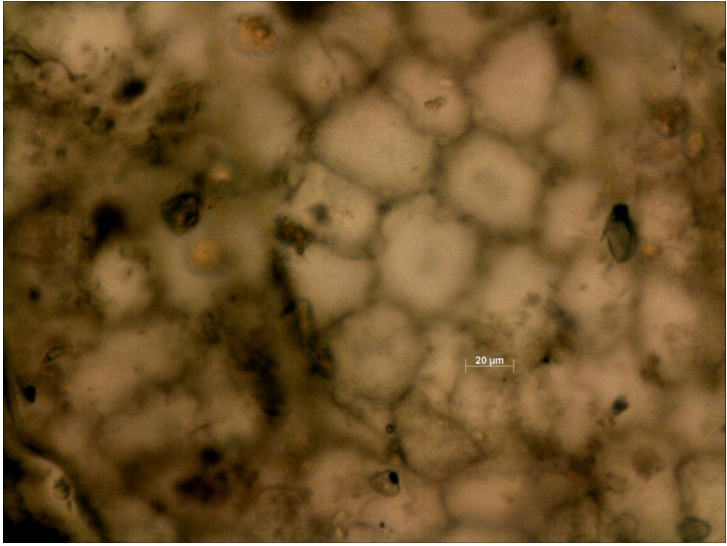
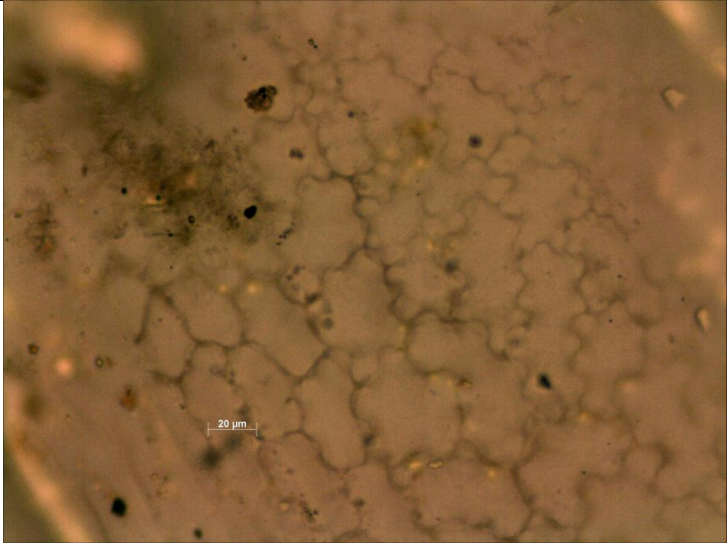
La revisión de los fitolitos de esta planta arrojó una producción abundante, común y poco-común en hoja, fruto y rama, respectivamente. Destaca gran la variabilidad morfológica del conjunto, destacando diferentes agregados de la epidermis jigsaw-shaped de la hoja, así como las grandes traqueidas faceteadas y ramificadas de la hoja y el fruto, de posible carácter diagnóstico.

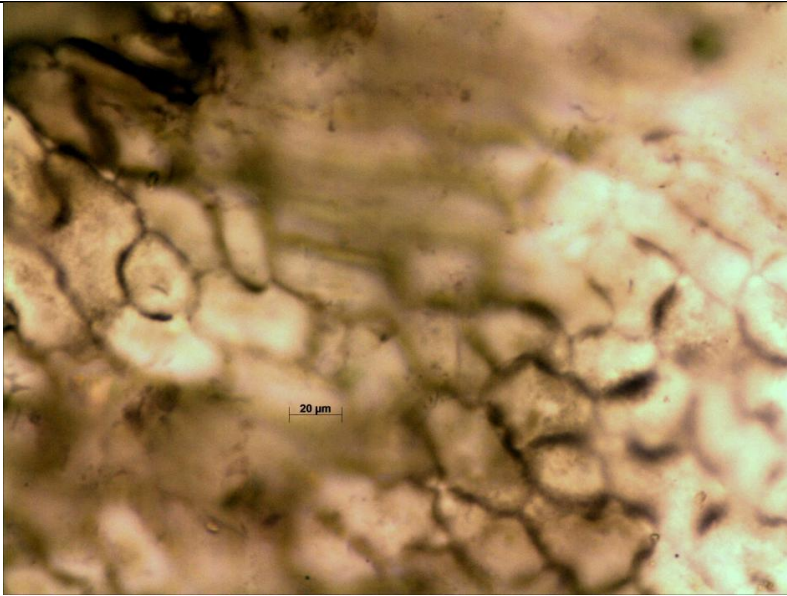
H  
o  
j  
a  
a) Traqueidas: ramificada (izq.) y cilíndrica surcada (der.)



b) Epidermis jigsaw-shaped, en ocasiones con bases de pelo (primera imagen) 178,51 / 136,07 µm y 196,02 / 77,03 µm (y otros más grandes que exceden el campo visual de la cámara)



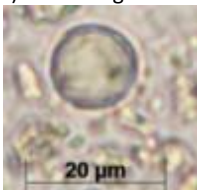




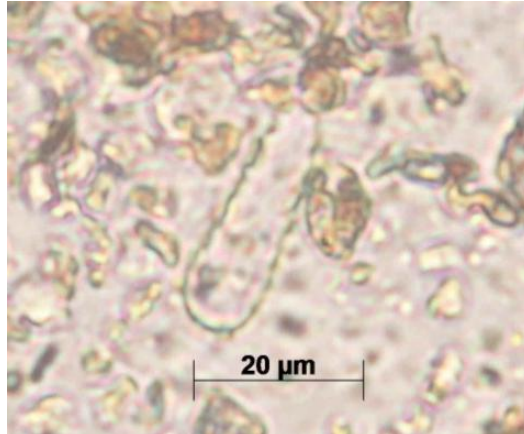
c) Polígono elíptico facetado 192,39 / 113,58 μm



a) Globular granular 12,44 μm



b) Rectangular sinuoso o papilar/equinado y clavado papilar

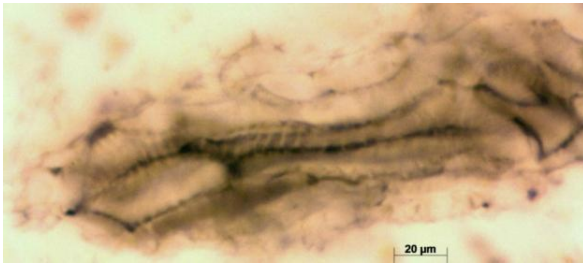
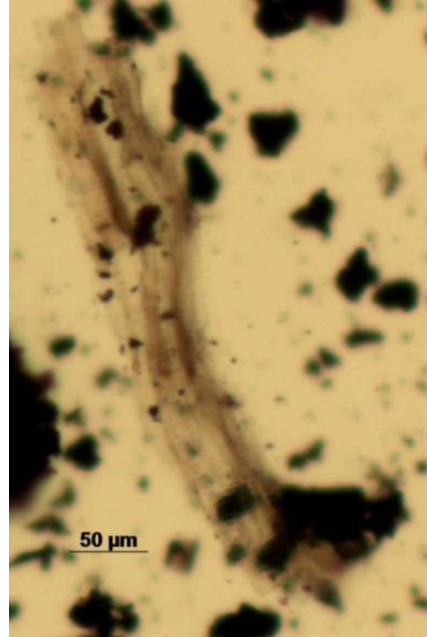
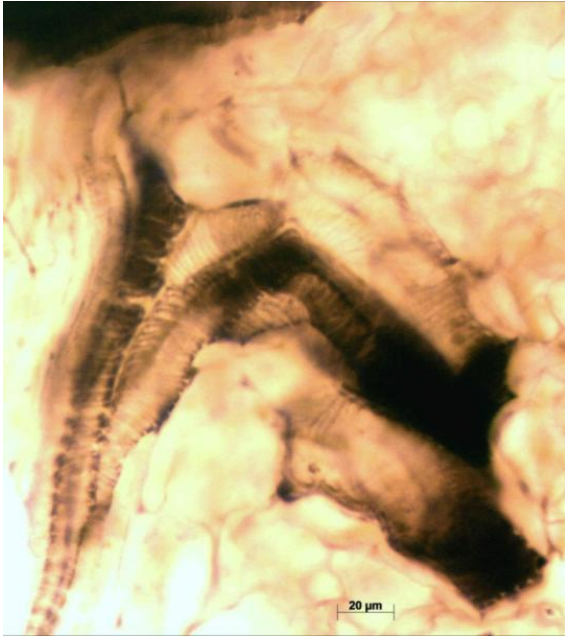


R  
a  
m  
a

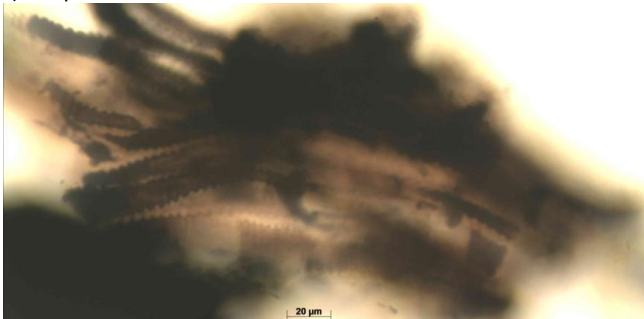


F  
r  
u  
t  
o

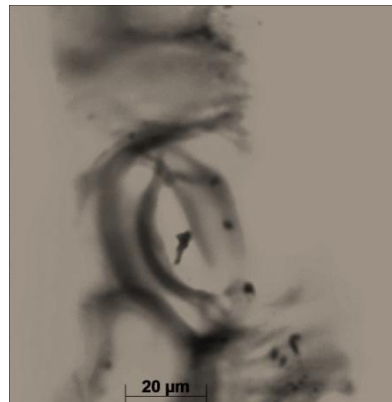
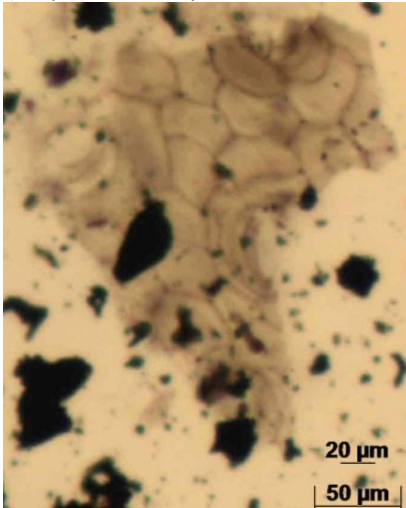
a) Traqueidas ramificadas y faceteadas



b) Traqueida cilíndrica surcada

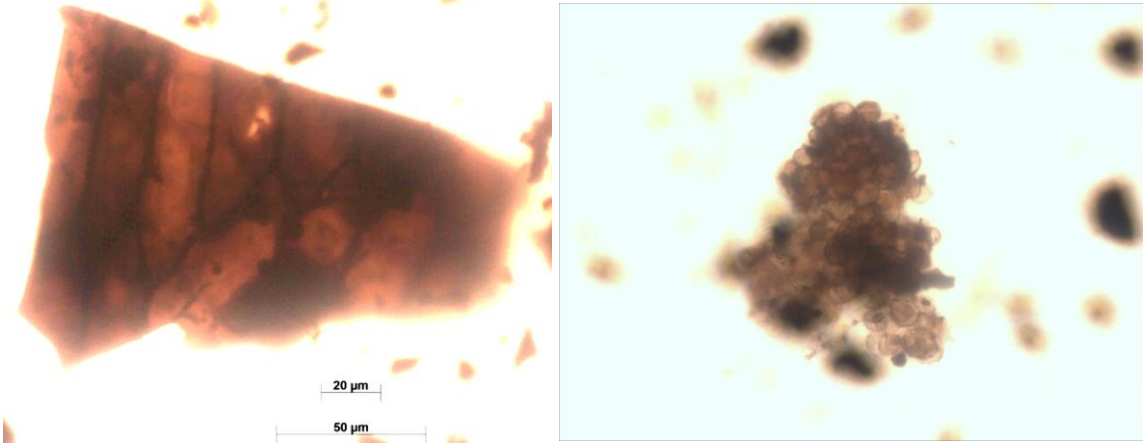


c) Esqueleto silíceo poliédrico con estomas (253,99 / 214,21 μm) y estoma (64,29 / 61,98 μm)

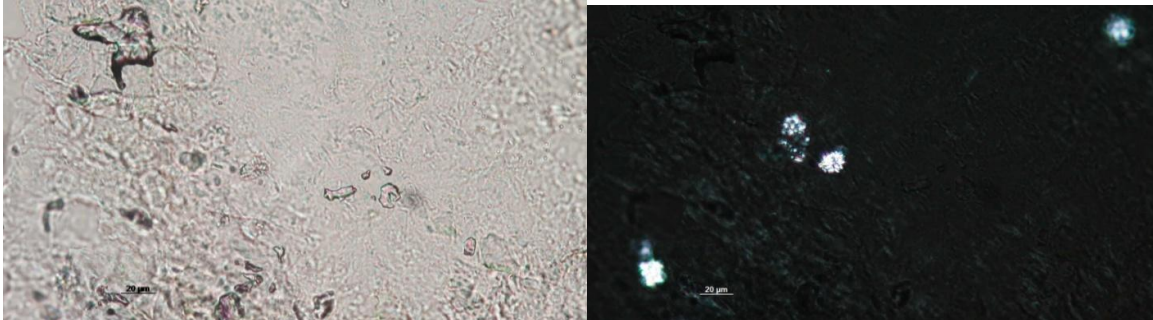




d) Otras formas de la epidermis (156,49 / 117,51  $\mu\text{m}$ ) y agregado multicelular



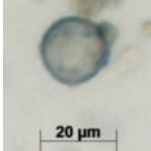
e) Drusas de oxalato de calcio



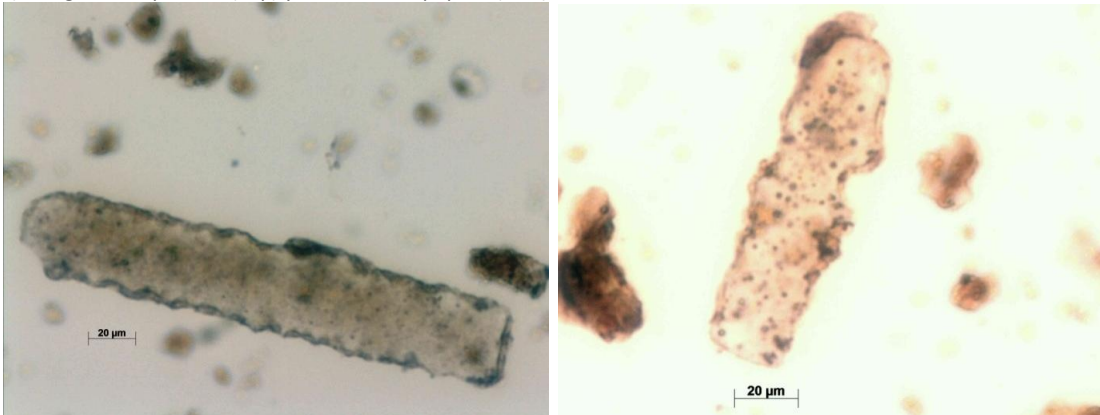
### Murta *Ugni molinae*

La revisión de los fitolitos de esta planta arrojó una producción común en la hoja y rara en el fruto. Destaca la similitud de las formas alargadas de la hoja con las de *G. avellana*; asimismo llama la atención del esqueleto silíceo poliédrico moteado presente en el fruto, esta última de posible carácter diagnóstico.

H  
o  
j  
a  
a) Globular psilado 18,23  $\mu\text{m}$



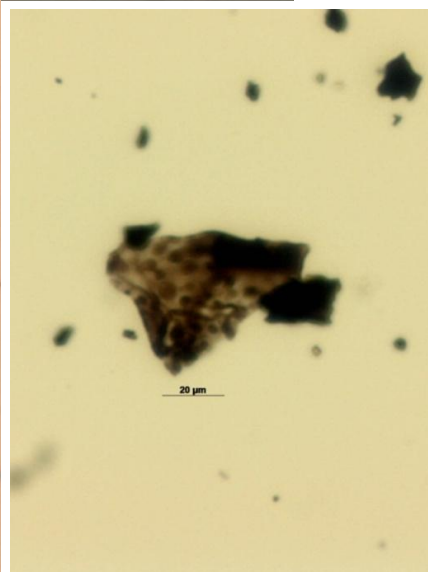
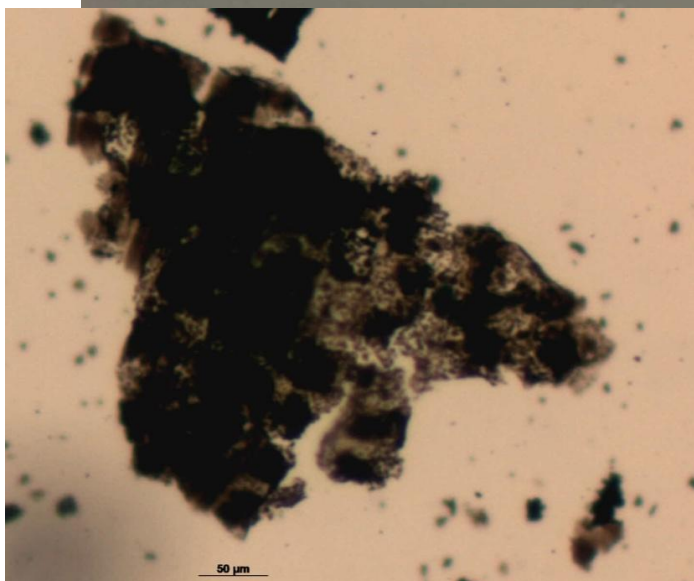
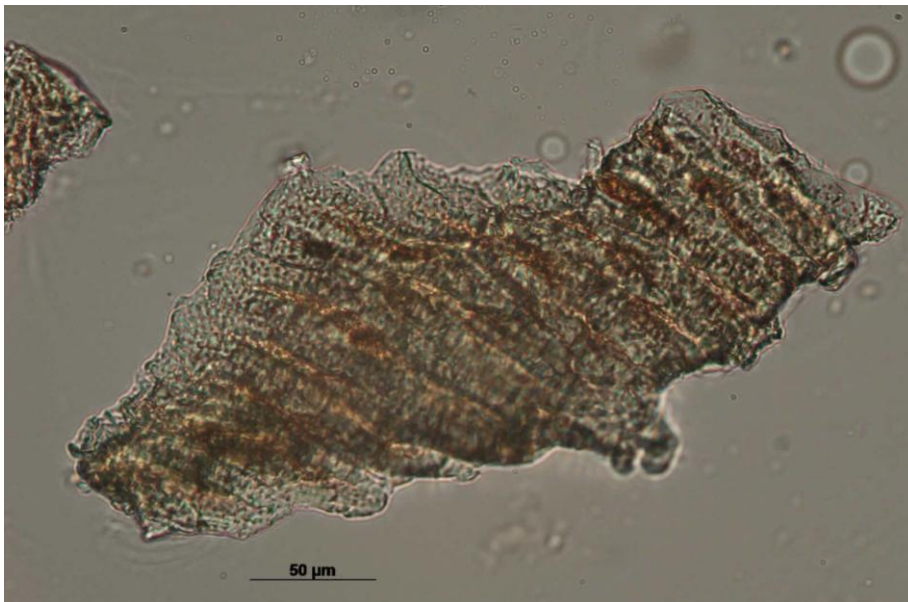
b) Alargados: equinado (izq.) y tuberculoso papilar (der.)



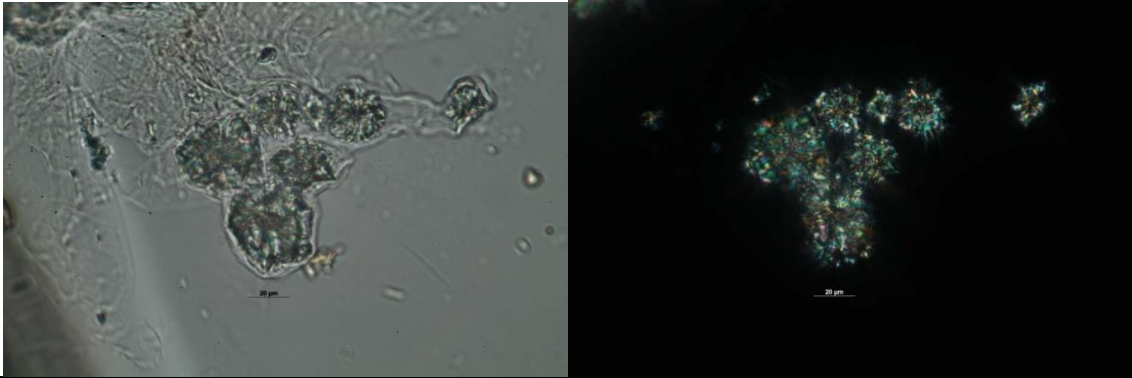
c) Cilíndrico equinado



F  
r  
u  
t  
o  
a) Esqueleto silíceo poliédrico moteado: (arriba) fragmento de epidemis sin silicificar observada después de raspado directo, (abajo) fitolitos observados después de *dry ashing* (392 y 64 µm, respectivamente).



b) Drusas de oxalato de calcio

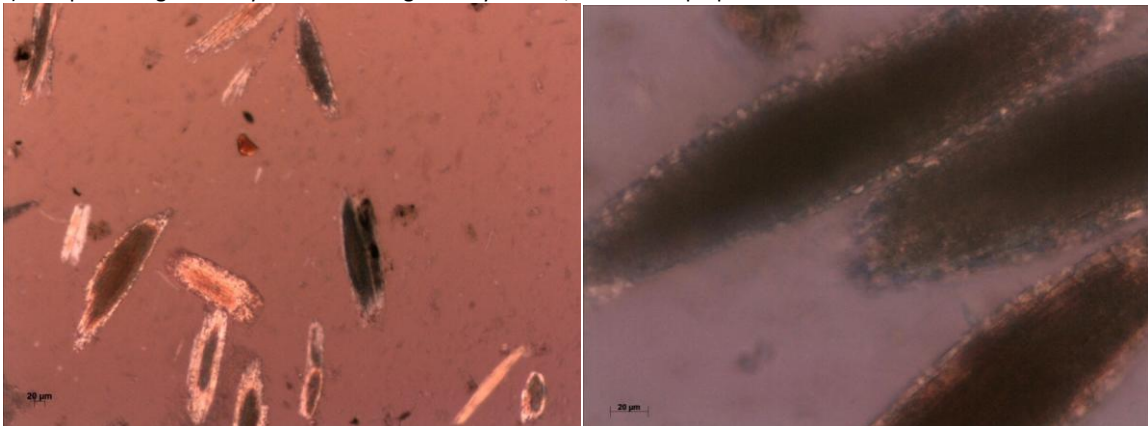


**Familia Onagraceae:** en la literatura especializada sólo se encontraron referencias al polen de este género, mientras que estudios sobre otros taxones de esta familia han arrojado una escasa producción de fitolitos (Wilbur, 2013; Zucol, Brea, Lutz, & Anzotegui, 2004). Asimismo, se menciona una producción de rafidios de oxalato de calcio en una especie de herbácea altiplánica de esta familia (Ortega, Berger, & Flores, 1993).

**Chillko *Fuchsia magellanica***

La revisión de los fitolitos de esta planta arrojó una producción rara en hoja y fruto, y común en la rama. Destaca los cuerpos sólidos y brillantes en la hoja, de posible carácter diagnóstico.

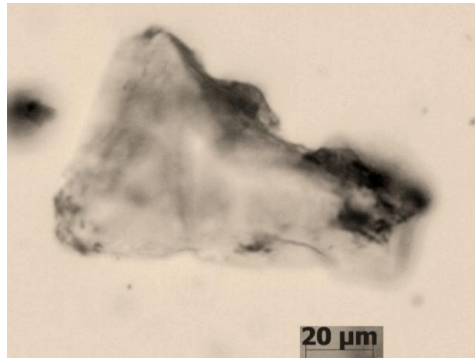
H o j a a) Cuerpo oblongo sólido y brillante vista general y detalle, similares a paquetes de rafidios de Oxalato de Calcio



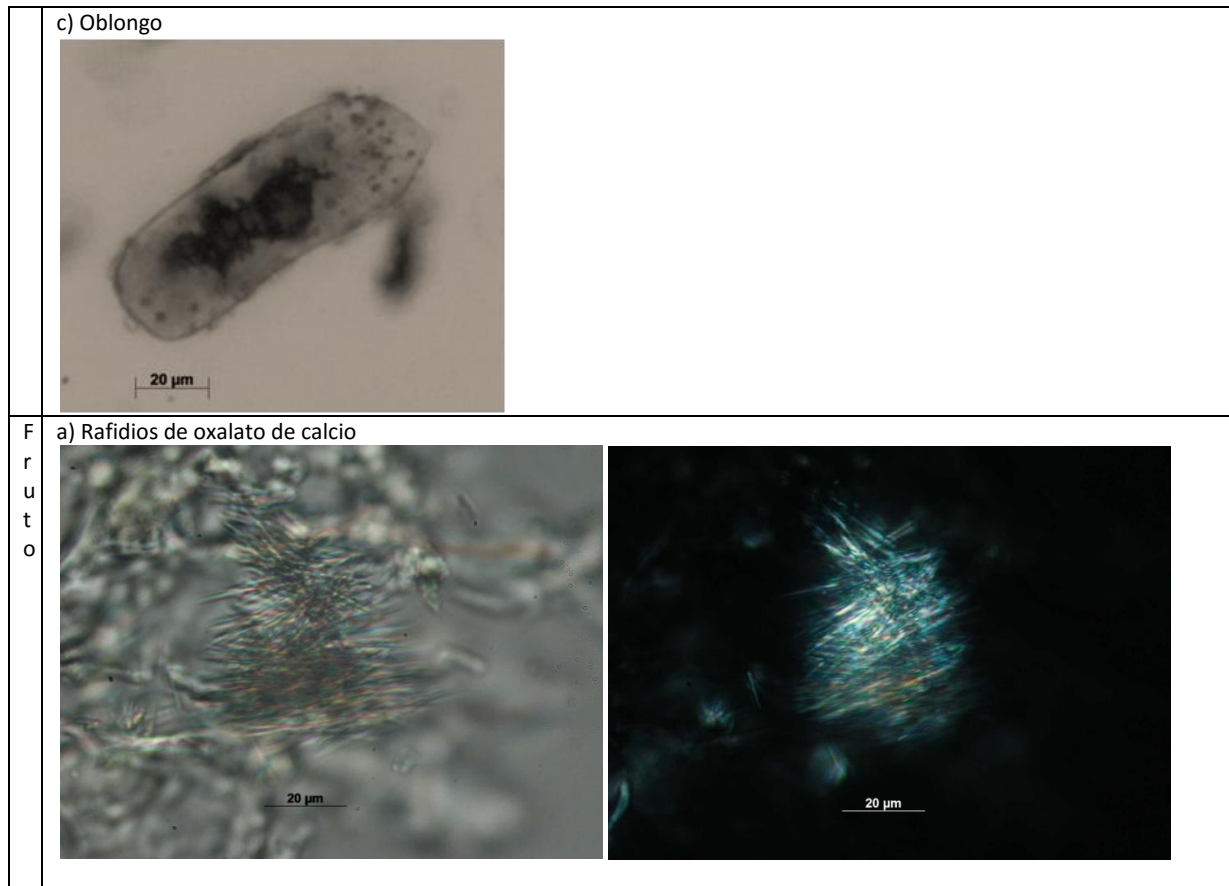
R a m a a) Globular psilado (46,79 µm) y globular con apéndice



b) Rectangular (izq.) y triangular (der.)



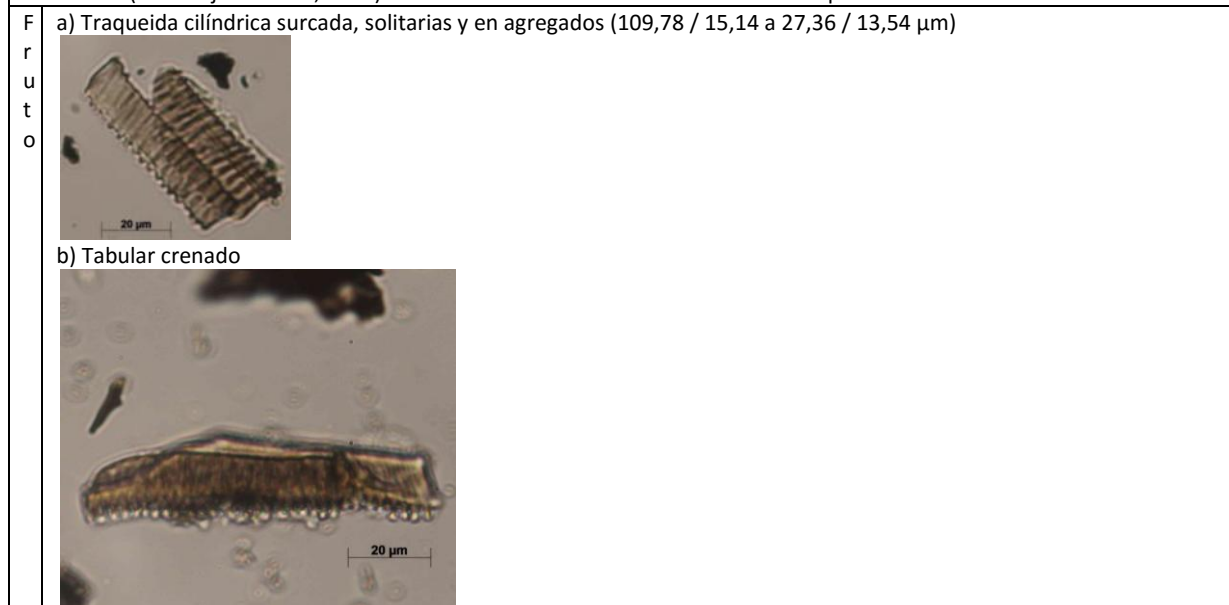




**Familia Solanaceae:** Los fitolitos producidos en esta familia no tendrían características diagnósticas, y su producción observada es reducida (no presente, rara) (Kealhofer & Piperno, 1998; Piperno, 2006).

**Ají *Capsicum anuum***

La hoja, inflorescencia y fruto de la especie *Capsicum frutescens* L. no producirían fitolitos (Kealhofer & Piperno, 1998). En el tallo de *C. anuum* no se observaron fitolitos, mientras que la flor presentó fitolitos no diagnósticos como células irregulares de la epidermis silicificadas y cristales de oxalato de calcio subsféricos, mientras que fruto y semilla presentan almidones (Korstanje & Babot, 2007). En nuestra revisión del fruto se observó una producción rara de fitolitos.



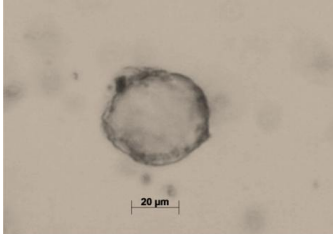


**Papa *Solanum tuberosum***

La literatura entorno a los almidones de papa domesticada es amplia, inclusive se ha buscado diferenciarla de su supuesto ancestro silvestre *S. maglia*, que se encuentra en muchas regiones de Chile (Coña menciona la papa silvestre *malla*, que probablemente se trate de esta misma “maglia”, aunque en español se conoce con el nombre de “cimarrona”). Sin embargo, no se ha registrado fitolitos en el tubérculo, tallo y hoja (Korstanje & Babot, 2007; Ugent, 1997). El estudio de la hoja de especies de *Solanum* asiáticas tampoco evidenció fitolitos (Kealhofer & Piperno, 1998). En nuestra revisión de los fitolitos de esta planta destacó la nula producción en la mayoría de las estructuras, salvo en la hoja, que resultó ser poco común.

H  
o  
j  
a

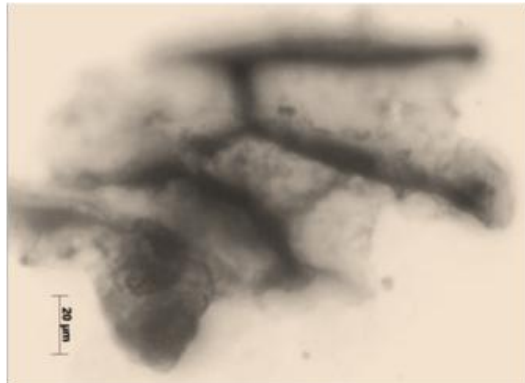
a) Globular granular



b) Traqueida faceteada



c) esqueleto silíceo poliédrico (172,47 / 113,56 μm)



T  
a  
l  
l  
o

n/p

F  
r  
u  
t  
o

n/p

T  
u  
b  
e  
r

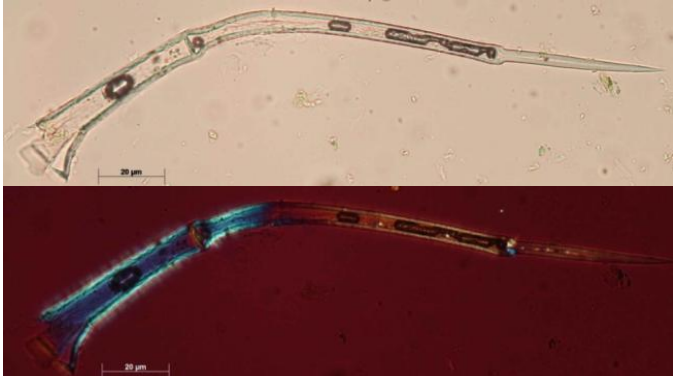
n/p

Familia Asteraceae: para las asteráceas se ha reportado dos tipos de fitolitos característicos: los pelos silicificados de distinta morfología y las plaquetas opacas perforadas<sup>2</sup>, sólo en algunas especies (Iriarte & Paz, 2009). Asimismo, diferentes autores mencionan que en esta familia la silicificación es variable, encontrando morfologías derivadas de tejidos epidérmicos como tabular poligonal y tabular lobado (Benvenuto, Fernández, Osterrieth, Coronato, & Rabassa, 2013).

**Madi *Madia sativa***

La revisión de los fitolitos de esta planta arrojó una producción nula en la flor, rara en la hoja y abundante en la semilla. En esta última destacan cueros globulares con cráteres, no vistos en otras plantas, y que pudieran tener carácter diagnóstico.

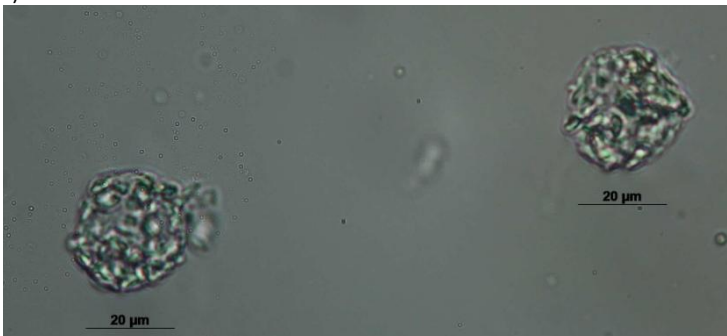
H o j a a) Depósito de sílice en célula de pelo multicelular (202,01 / 19,09 µm)



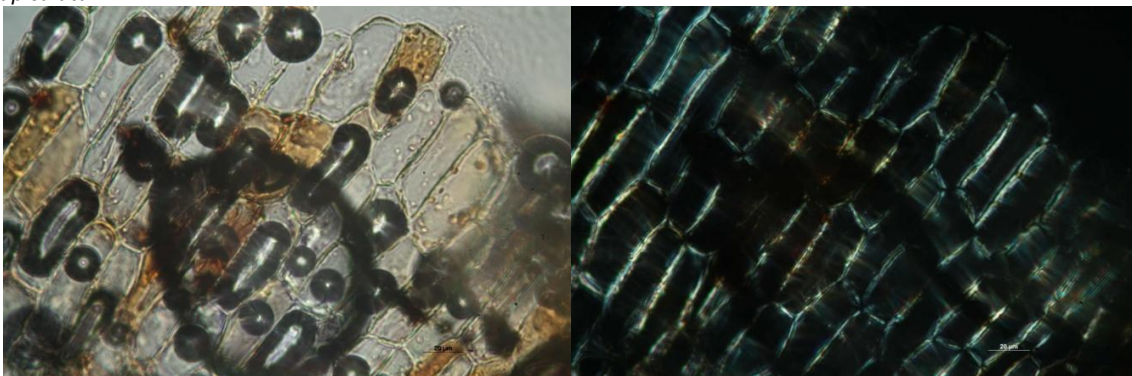
S e m i l l a a) Globular psilado



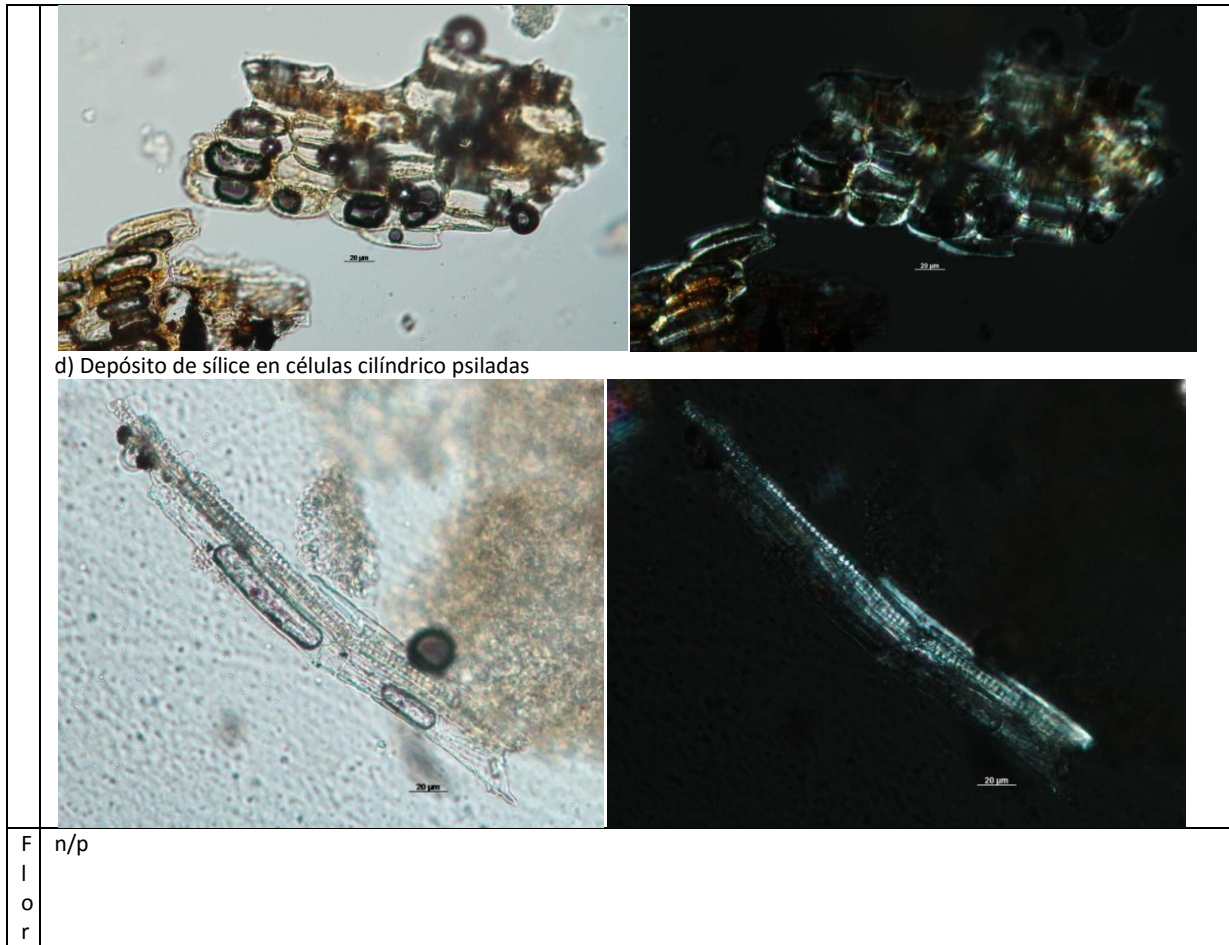
b) Globular con cráteres



c) Depósito de sílice en células rectangulares y oblongas; en la imagen superior aparece una similitud con el fruto de *L. apiculata*



<sup>2</sup> Aunque se ha observado estas plaquetas opacas en otras familias de dicotiledóneas.



Familia Amaranthaceae:

Sub-familia Chenopodioideae:

**Quinoa *Chenopodium quinoa***

Korstanje y Babot (2007) han registrado fitolitos de oxalato de calcio distintivos y muy comunes en la hoja, pero advierten su fragilidad no favorece a su conservación en el registro; mientras que el grano presenta característicos granos de almidón compuestos, de formas redondeadas globulares-ovoidales-elipsoidales, de 15-31 µm de largo y con gran cantidad de granula (ca. 14.000).

## Referencias citadas en Anexo IV

- Benvenuto, M. L., Fernández, M., Osterrieth, M., Coronato, A., & Rabassa, J. (2013). Silicophytoliths in Holocene peatlands and fossil peat layers from Tierra del Fuego, Argentina, southernmost South America. *Quaternary International* (287), 20-33.
- Bonnet, O. T. (1972). *Silicified cells of grasses: A major source of plant opal in Illinois soils*. Agricultural Experiment Station, Bulletin 142. Illinois: University of Illinois.
- Bozarth, S., & Hansen, R. (2001). Estudios paleobotánicos de Nakbe: evidencias preliminares de ambiente y cultivos en el Preclásico. In J. P. Laporte, A. C. Suasnívar, & B. Arroyo (Eds.), *XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2000* (pp. 369-382). Guatemala: Museo Nacional de Arqueología y Etnología de Guatemala.
- Fernández, M., Borrelli, N., Osterrieth, M., & del Río, L. (2013). Amorphous silica biomineralization in *Schoenoplectus californicus* (Cyperaceae): their relation with maturation stage and silica availability. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*, 48 (2), 247-259.
- Fernández, M., Zucol, A., & Osterrieth, M. (2009). Phytolith analysis of Cyperaceae from the Pampean region, Argentina. *Australian Journal of Botany* (57), 512-523.
- Godoy, C. (2014). *Construcción de una colección de referencia de microrrestos vegetales para el estudio de los grupos El Vergel en Isla Mocha (1000- 1550 d.C.)*. Santiago: Departamento de Antropología, Universidad de Chile.
- Iriarte, J., & Paz, E. A. (2009). Phytolith analysis of selected native plants and modern soils from southeastern Uruguay and its implications for paleoenvironmental and archaeological reconstruction. *Quaternary International* (193), 99-123.
- Kealhofer, L., & Piperno, D. (1998). Opal Phytoliths in Southeast Asian Flora. *Smithsonian Contributions to Botany* (88).
- Korstanje, A., & Babot, M. P. (2007). Microfossils characterization from south Andean economic plants. In M. Madella, & D. Zurro (Eds.), *Plants, People and Places. Recent Studies in Phytolith Analysis* (pp. 41-72). Oxbow Books.
- Metcalf, C. R. (1969). Anatomy as an aid to classifying the Cyperaceae. *American Journal of Botany*, 56 (7), 782-790.
- Ortega, I. M., Berger, M. I., & Flores, M. (1993). *Manual de Técnica Microhistológica*. La Paz: SR-CRSP y IBTA.
- Phrychid, C., Rudall, P., & Gregory, M. (2004). Systematics and biology of silica bodies in Monocotyledons. *The Botanical Review*, 69 (4), 377-440.
- Piperno, D. (2006). *Phytoliths. A comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. Lanham - New York - Toronto - Oxford: Altamira Press.
- Twiss, P. (1992). Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. In G. Rapp, & S. Mulholland, *Phytolith Systematics: Emerging Issues* (pp. 113-128). New York: Plenum Press.
- Ugent, D. (1997). The tuberous plant remains of Monte Verde. In T. Dillehay, *Monte Verde. A Late Pleistocene Settlement in Chile. The Archaeological Context and Interpretation* (Vol. Vol. 2, pp. 903-910). Washington - London: Smithsonian Institution Press.
- Wilbur, C. C. (2013). *A History of Place: Using Phytolith Analysis to Discern Holocene Vegetation Change on Sanak Island, Western Gulf of Alaska*. New England: Antioch University.



Zucol, A., Brea, M., Lutz, A., & Anzotegui, M. L. (2004). Aportes al conocimiento de la paleobiodiversidad del Cenozoico superior del litoral argentino: estudios paleoflorísticos. *Miscelánea* , 91-102.