

La Morfología del polen de *Yakón* y *Yakón* del campo. Sus relaciones citológicas.

MARÍA E. LOZZIA DE CANELADA*, MARÍA E. GARCÍA DE ALBANO*, MARÍA SARA CARO**, ANA M. FRÍAS DE FERNÁNDEZ * Y ALFREDO GRAU**

*Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 251. San M. de Tucumán (4000). E-mail: fmlbot@tucbbs.com.ar

**Fac. de Ciencias Naturales e Inst. M. Lillo. U.N.T. Miguel Lillo 205. San M. de Tucumán (4000). E-mail: sacar@cs.nat.unt.edu.ar

***LIEY, UNT, CC 34, 4107. Yerba Buena, Tucumán, Argentina. E-mail: graua@tucbbs.com.ar

RESUMEN

Se describe comparativamente la morfología polínica del yakón (*Smallanthus sonchifolius*, Compositae, Heliantheae), poliploide con $2n = 58$ cromosomas, una especie tuberosa cultivada en los Andes y del yakón del campo (*Smallanthus macroscyphus*) diploide con $2n = 32$ cromosomas, un pariente salvaje del Sud de Bolivia y el Noroeste de Argentina. Se empleó microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido.

S. sonchifolius (clon Nueva Zelândia) tiene granos deformados e irregulares, espinas cortos y espesor del angulo superior respecto a *S. macroscyphus* que tiene polen de forma regular y espinas de tamaño normal al grupo. Se establecen probables relaciones entre la morfología polínica y la poliploidía. Estas observaciones además de los antecedentes cariológicos, inviabilidad de las semillas y del polen confirmarían la hipótesis sobre el origen híbrido de *S. sonchifolius*.

Palabras clave: yakón, *Smallanthus sonchifolius*, yakón del campo, *Smallanthus macroscyphus*, polen, poliploidía, inviabilidad, evolución, origen híbrido.

SUMMARY

The pollen morphology of yakón (*Smallanthus sonchifolius*, Compositae, Heliantheae) polyploid with $2n = 58$ chromosomes, a tuberous species cultivated in the Andes, and yakón del campo (*Smallanthus macroscyphus*) diploid $2n = 32$ chromosomes, a wild relative from Southern Bolivia and North - western Argentina, is analysed comparatively using optical and electronic scanning microscopy. The most relevant characters in *S. sonchifolius* are irregular and deformed pollen grains, short spines and with a thickness, in its annulo, superior to *S. macroscyphus* which has regularly formed pollen grains and normal-sized spines. Possible relationships between the pollen morphology and the polyploidy are established. These observations together with the cariologic records and the inviability of seeds and pollen would confirm the hypothesis about the hybrid origin of *S. sonchifolius*.

Key words: yakón, *Smallanthus sonchifolius*, yakón del campo, *Smallanthus macroscyphus*, pollen, polyploidy, inviability, evolution, hybrid origin.

Introducción

El yakón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson con $2n = 58$ cromosomas y el yakón del campo, *Smallanthus macroscyphus* (Baker ex Mathius) A. Grau con $2n = 32$ cromosomas pertenecen a la familia Compositae tribu Heliantheae. Originalmente fueron ubicadas dentro del género *Polymnia* por Linneo (1751) y mantenidas dentro del mismo por otros autores como Wells (1967). Una revisión del género realizada por Robinson (1978) reubica a estas especies dentro del género *Smallanthus* considerando una serie de caracteres de índole morfológico.

El yakón es una especie cultivada en la región andina desde Colombia hasta el noroeste de Argentina. El yakón del campo es una especie silvestre que crece en los bosques y selvas del NO argentino y S de Bolivia.

Existen escasos antecedentes citológicos de estos taxones, solo se cuenta con los datos que proporcionan los trabajos de Ishiki (1997); Frías de Fernández, et al. (2000); Grau (1999) que han dado a conocer características propias de cada una de las especies en cuanto a su comportamiento meiótico, viabilidad del polen, semillas, características botánicas y biología reproductiva. En este trabajo se presentan por primera vez la morfología polínica del yakón y del yakón del campo con microscopía óptica (MO) y microscopía electrónica de barrido (MEB).

Antecedentes de polen en especies de *Polymnia* se conocen en: *P. wedelia* y *P. maculata* (Wells, 1971) y en *P. laevigata* (Fisher y Wells, 1962) donde se presentaron variaciones respecto al tamaño, forma, número de núcleos, longitud de las espinas y agregaciones de los granos.

El objetivo del presente trabajo es caracterizar por medio de estudios palinológicos estas dos especies y sugerir probables relaciones de estos caracteres con características citogenéticas ya estudiadas.

Materiales y Métodos

Los ejemplares estudiados fueron los siguientes: *S. macroscyphus*: clon "Emborozú" y clon "Tafi". *S. sonchifolius*: clon "Nueva Zelanda" (originario de Nueva Zelanda).

El material fue fijado en alcohol - ácido acético (3:1) o en ácido acético glacial. También se trabajó con material seco no herborizado.

La acetólisis se efectuó según el método de Erdtman (1969). El montaje de los granos de polen se hizo en gelatina glicerinada preparada según el método de Kisser (1935). Con el microscopio óptico (MO) se midieron en 30 granos los siguientes parámetros: diámetro ecuatorial (E); diámetro polar (P); relación diámetro polar/ diámetro ecuatorial (P/E); espesor de la exina (Ee), longitud de las espinas (Le); diámetro de los poros (Dp), espesor del anillo (Ea) y diámetro de la abertura de los poros (Da).

Para el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) el material acetolizado recibió el metalizado con oro y se tomaron fotografías con los equipos Jeol 5800 LV (CONICET Corrientes) y Jeol J.S.M 35 CF (CONICET, Tucumán).

Resultados

Los granos de polen de las especies estudiadas presentan las características de los granos de polen de las Compuestas y de la tribu Heliantheae a la que pertenecen. La forma es aproximadamente esférica, algo oblada, tricolporados; los poros, algunos de forma rectangular, están provistos de anulus con una membrana conspicua. Exina tectada, equinada provista de espínulas supratectales de longitud y fisonomía diferentes en las dos especies. Al MEB se observan las perforaciones del tectum especialmente en la base de las espinas. (Fig. 2 A, B y C)

Los datos obtenidos con microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido se consignan en la Fig. 1.

En *S. macroscyphus*: los diámetros polar y ecuatorial son similares en los dos clones.

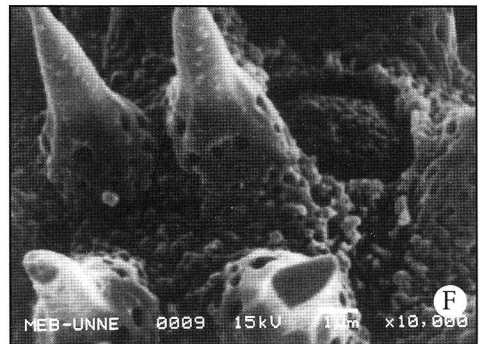
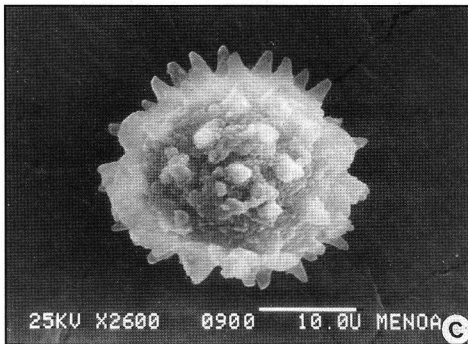
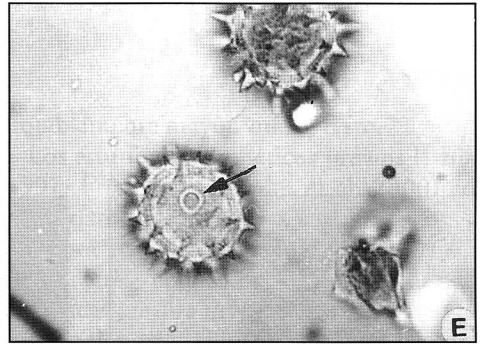
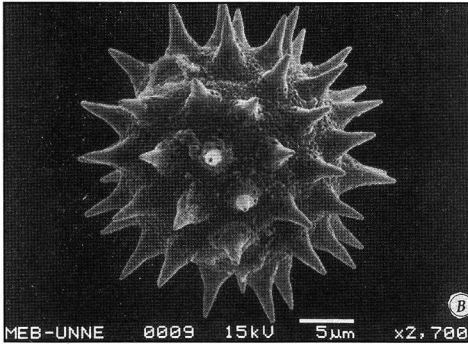
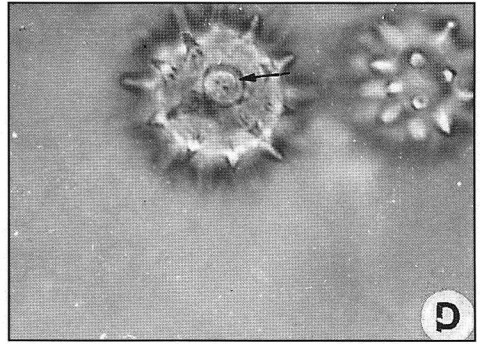
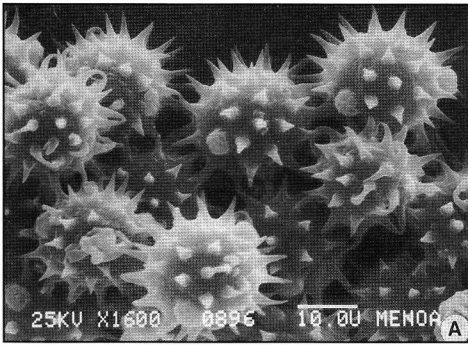


Fig. 2: A B C Granos de polen (MEB). A: *S. macrocyphus*, ornamentación y aberturas. B: *S. macrocyphus*, tectum con perforaciones especialmente en la base de las espinas. C: *S. sonchifolius*, ornamentaciones de la exina. D: *S. macrocyphus*, clon Emborozú (MO) la flecha indica el poro. E: *S. macrocyphus* clon Tafi (MO) la flecha indica el poro. F: *S. macrocyphus* al MEB, tectum perforado en la base de las espinas.

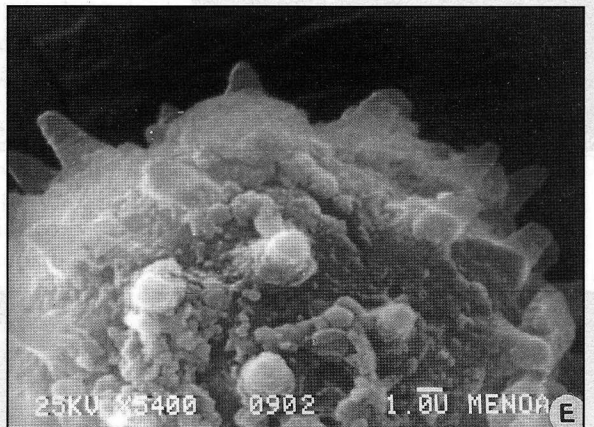
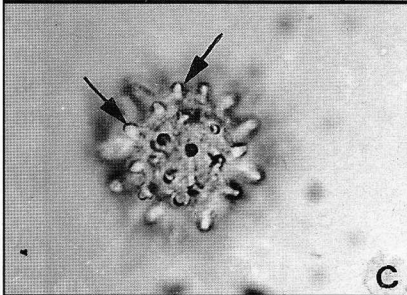
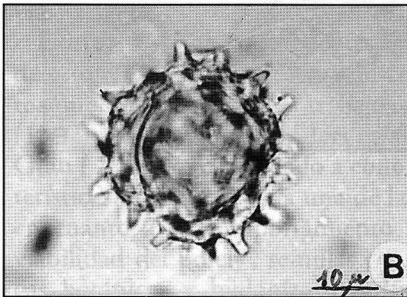
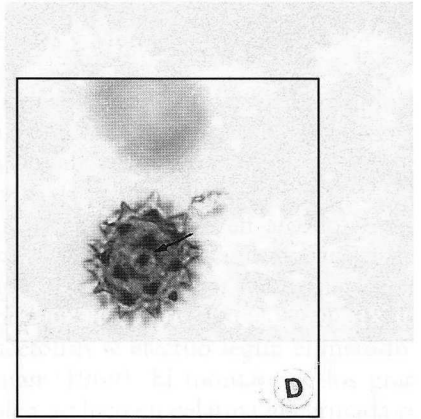
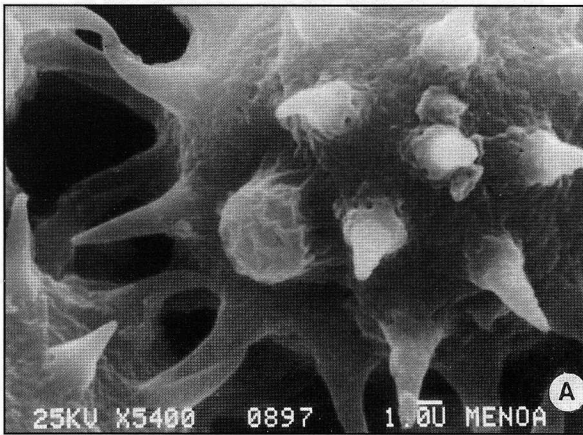


Fig. 3: A: *S. macroscyphus* al MEB, poros redondeados y colpos con margen diferenciado. B : *S. sonchifolius* al MO granos de polen deformados e irregulares. C : *S. sonchifolius* (MO) espinas romas. D : *S. sonchifolius* (MO), anullo. E : *S. sonchifolius* (MEB) superficie verrucosa e irregular.

	DE	DP	PE	Ee (μ)	Le(μ)	Dp (μm)	Da (μm)	Ea (μ)
<i>S. macroscyphus</i> "Tafí"	45,44±1,556	40,47±2,500	0,88	2,13	6,53	5,90	3,70	1,02
<i>S. macroscyphus</i> "Emborozú"	42,20±5,144	41,18±5,345	0,91	2,70	6,21	8,20	4,60	1,42
<i>S. sonchifolius</i> "N. Zelandia"	39,10±2,705	35,50±1,899	0,93	2,40	4,02	8,30	3,80	2,45

Fig. 1 : Cuadro comparativo de las características morfológicas del polen de *S. macroscyphus* y *S. sonchifolius*. DE, diámetro ecuatorial; DP, diámetro polar; P/E, relación diámetro polar, diámetro ecuatorial; Ee, espesor de la exina; Le, longitud de espinas; Da diámetro abertural; Ea, espesor anillo.

Se observan diferencias en el diámetro de los poros del clon Emborozú que tiene 8,2 μm de diámetro y el clon Tafí 5,9 μm. (Fig. 2 D y E)

Al MEB: Exina rugosa con el tectum perforado hasta la base de las espinas (Fig.2 F). Poros redondeados y colpos con margo diferenciado (Fig.3 A).

En *S. sonchifolius* (clon Nueva Zelandia) se presentan los granos de polen deformados e irregulares (Fig.3 B). El 70% tiene espinas romas de base ancha (Fig.3 C) y el 30% romas de base recta. Las espinas son más cortas y el espesor del anillo de 2,45 μm es mayor respecto al de los clones de *S. macroscyphus* (Fig.3 D). La superficie se presenta verrucosa e irregular (MEB).(Fig.3 E).

Discusión

La comparación de la morfología polínica de los granos de polen en las dos especies demuestra que los dos clones de *S. macroscyphus* tienen un polen regular y estable en cuanto a los caracteres que son propios del grupo, observándose ligeras diferencias en el diámetro de los poros. *S. sonchifolius*, clon Nueva Zelandia es el más irregular; el diámetro de los poros es similar al resto de los clones pero el anillo tiene un espesor

notablemente mayor que el resto.

Los estudios citogenéticos previos (Ishiki, 1997; Frías de Fernández et al, 2000) contribuirían a explicar la variabilidad que se presenta en los granos de polen de yakón. El carácter poliploide, las irregularidades meióticas, la alta inviabilidad de las semillas y del polen, son factores que corroboran la suposición del carácter híbrido de *S. sonchifolius* y que explicarían las características aberrantes del polen. Antecedentes de situaciones similares se presentaron en híbridos interespecíficos como en *Polymnia maculata* (Wells,1971) donde los híbridos presentan un polen anómalo. En *Betula nana* x *Betula tortuosa* (Erdtman, 1969) los híbridos tienen una gran variabilidad en cuanto al número de aberturas no limitándose a 3 sino a un rango que supera las 5 aberturas. En *Paspalum unispicatum* (Zucol, 1998) el polen anómalo sería consecuencia de la complejidad de la meiosis que presenta numerosas irregularidades y del supuesto origen híbrido de la especie.

En el análisis de los parámetros analizados respecto al carácter poliploide se podría decir : a) existiría una correlación positiva entre la poliploidía y el aumento del espesor del anillo ya que *S. sonchifolius* tiene un espesor de 2,54 μm, valor superior al de la

otra especie. Antecedentes similares se conocen en especies de *Triticum* (Rajendra, 1978); b) la correlación es negativa entre la poliploidía y el tamaño del grano. *S. sonchifolius* posee granos de polen más pequeños (39,1 µm) que *S. macroscyphus* (46 y 46,68 µm); c) la correlación es negativa entre la poliploidía y el tamaño de las espinas; *S. sonchifolius* las presenta más cortas que en *S. macroscyphus*, particularidad que también se conoce en *Tridax* (Gifford Kessler, 1969).

Los estudios citogenéticos, mitosis y meiosis que se han llevado a cabo en este material han demostrado que en la especie diploide ($2n = 32$) se presentan ambos procesos en forma normal, con formación de tetradas normales y granos de polen con las características corrientes de las especies del grupo. La especie poliploide ($2n = 58$) tiene una condición citológica distinta: meiosis con irregularidades, alta inviabilidad de polen e inviabilidad de las semillas; el polen con irregularidades en cuanto al tamaño, largo de las espinas, forma de las espinas y forma anormal de los granos.

Los resultados citológicos, morfológicos, palinológicos y ecológicos, avalan las hipótesis planteadas hasta el momento sobre el origen híbrido de *S. sonchifolius*.

Bibliografía

- Erdtman G. 1969. Handbook of Palynology Munksgaard, Copenhagen Denmark.
- Fisher, T. R. and J. R. Wells. 1962. Heteromorphic pollen grains in *Polymnia*. *Rhodora* 64: 336 - 339.
- Frías de Fernández A. M., M.S. Caro, M.E. Lozzia de Canelada, A. Grau. 1999. Estudios citológicos del yakón (*S. sonchifolius*) y yakón del campo (*S. macroscyphus*). Lilloa 40(1): 127-132.
- Gifford Kessler, L. & D. Larson. 1969. Effects of Polyploidy on pollen grain diameter and other exomorphic exine features in *Tridax coronipfolia*. *Pollen et Spores*. XI(2) 203 - 221.
- Grau, A and J. Rea . 1997. "Yacon. *Smallanthus sonchifolius*": 199-242. In "Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacón. M. Hermann and J. Heller edit.
- Ishiki, K, V. X. Salgado Moreno & J. Arellano. 1997. Revision of chromosome number and karyotype of yakón (*Polymnia sonchifolia*). Resúmenes del primer taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos del Noroeste Argentino. INTA, Salta, Argentina.
- Kisser, J. 1935. Bemerkungen zum Einschluss in Glycerin - Gelatine. *Z. Wiss. Mikr.* 51.
- Linnaeus, C. 1751. *Species Plantarum*, Vol 1. Impensis Laurentii Salvii. Stockholm.
- Rajendra, B. R., A. S. Tomb, K. A. Mujeeb & L. S. Bates. 1978. Pollen morphology of selected Triticaceae and two intergeneric hybrids. *Pollen et Spores* XX (1):145 - 156.
- Robinson, H. 1978. Studies in the Heliantheae (Asteraceae). XII. Re-establishment of the genus: *Smallanthus*. *Phytologia* 39 (1) : 47 - 53.
- Wells, J. R. 1967. A new species of *Polymnia* (Compositae) : Heliantheae from Mexico. *Brittonia* 19: 391-394.
- Wells, J. R. 1971. Variation in *Polymnia pollen*. *Am. J. Bot.* 38 : 124 -130.
- Zucol A. F. 1998. Granos de polen anómalos en *Paspalum unispicatum*, *P. decumbens* y *P. urvillei*. (Poaceae, Paniceae). *Darwiniana* 36 (1-4) : 95-100.