

MATERIALES Y METODOS

Estudio anatómico: Se realizaron cortes transversales a mano alzada.

EL SINDROME DE KRANZ EN TALLOS DE *CHRYSANTHELLUM* (ASTERACEAE)

Por EVANGELINA SANCHEZ¹, MIRTA O. ARRIAGA¹ y
HECTOR O. PANARELLO²

SUMMARY

The Kranz structure present in stems of *Chrysanthellum* Richard is described and illustrated. Its absence in stems of *Pectis* L. is also established.

Through the $\delta^{13}C$ ratios obtained for stems the authors reaffirm that variations of that index among different morphological parts of the same plant are minor.

INTRODUCCION

El síndrome de Kranz es un conjunto de caracteres fisiológicos, unidos siempre a otros de anatomía, ultraestructura celular y relaciones ecológicas, que permiten determinar si una planta sigue la vía fotosintética C_3 o C_4 .

Ha sido exhaustivamente estudiado en hoja. Su presencia en tallo fue mencionada por Brown (1975) para la familia *Cyperaceae* y para *Poaceae* por Sánchez (1979). En el caso de las *Dicotyledoneae* este carácter falta en la nómina de caracteres de tallo con valor diagnóstico publicados por Metcalfe en su segunda edición (1979: 216). Carolin *et al.* 1982 lo registran para tallos de *Chenopodiaceae*, género *Halosarcia*.

Como una continuidad de nuestros estudios en los géneros *Pectis* L. y *Chrysanthellum* Richard (*Asteraceae*) en los cuales se detectó la estructura C_4 en hoja, encaramos el estudio de la anatomía caulinar de los mismos.

¹ Miembros de la Carrera del Investigador Científico CONICET. Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Divisiones Plantas Vasculares y Anatomía Vegetal, Av. Angel Gallardo 470, 1405 Buenos Aires.

² Miembro de la Carrera del Investigador Científico CONICET. Instituto de Geocronología y Geología Isotópica, Pabellón INGEIS, Ciudad Universitaria, Nuñez, 1428 Buenos Aires.

MATERIALES Y METODOS

Estudio anatómico: Se realizaron cortes transversales a mano alzada en tallos vegetativos y floríferos a 1 cm por debajo de la inflorescencia. Se eligió a los tallos floríferos para la descripción e ilustración de los caracteres, ya que por su perfecta exposición a la luz está demostrado que es allí donde la estructura Kranz alcanza su máximo desarrollo para el aprovechamiento de la misma (Sánchez, 1981). De Wet (1960) realiza su trabajo sobre anatomía de tallo también en ápice de tallos floríferos pero no fundamenta su elección.

Algunos de los transcortes se observaron sin vaciar para determinar la posición relativa de los cloroplastos en la vaina parenquimática. El resto fue tratado con hipoclorito de sodio para su vaciado, tiñéndose posteriormente con alcian blue-safranina (Cutler, 1978).

Determinación de la relación de isótopos estables del carbono ($\delta^{13}\text{C}$): Se tomaron muestras de cinco miligramos de tallo. Las mismas fueron luego tratadas de acuerdo con la técnica descrita en Panarello *et al.* (1983), consistente en la oxidación catalítica de la materia orgánica con V_2O_5 a 1000°C . El CO_2 obtenido se purifica criogénicamente.

Posteriormente se determina la relación $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ por espectrometría de masas.

Los resultados se expresan como $\delta^{13}\text{C}$ (‰) definidos como:

$$\delta^{13}\text{C} = 1000 \frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})\text{M} - (^{13}\text{C}/^{12}\text{C})\text{E}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})\text{E}} \text{‰}$$

donde: $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ relación isotópica mol a mol de carbono-13 a carbono-12.

M: muestra

E: estándar internacional P.D.B.

En la expresión de los $\delta^{13}\text{C} \pm 0,2\text{‰}$, 0,2 es la variabilidad del método analítico de determinación del $\delta^{13}\text{C}$ y representa 2 S. Está tomado sobre 10 mediciones de la muestra contra el estándar. La varianza en el $\delta^{13}\text{C}$ de la especie no está considerada, ni es posible hacerlo con un solo ejemplar.

El contenido de $\delta^{13}\text{C}$ en el material vegetal se correlaciona con el tipo de ciclo fotosintético que sigue dicho vegetal.

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ para las plantas C_3 oscilan cerca de los -26‰ , para las C_4 alrededor de -13‰ .

Material estudiado: Pectis odorata Grisebach: ARGENTINA. Prov. Catamarca: Dpto. Fray Mamerto Esquiú, Pomancillo, Castellanos s/n, 12-I-1940 (BA 34015)*. Dpto. La Paz, La Guardia, Agusti s/n, 1917-1918 (BA 6969). Prov. Córdoba: Dpto. San Javier. Yacanto, Molino s/n, III-1921 (BA 6977). *Ibid.*, Castellanos s/n, 10-II-1939 (BA (31266)). Prov. Formosa: Dpto. Matascos. Ing. Juárez, Estación Biológica, Corral, Burkart 20180*, 10-I-1957 (SI). Prov. La Rioja: Dpto. Indeterminado. Torres de Sisco, Castellanos s/n, 5-II-1940 (BA 34026). Prov. Salta: Dpto. Orán. Tartagal, Campo de la Represa, Schreiter 191, II-1926 (BA). *Pectis sessiliflora* (Less.) Schultz: ARGENTINA. Prov. Salta: Dpto. Cachi. Bajada Tin Tin, Cabrera et al. 30762, 27-III-1979 (SI). Dpto. Cafayate. Quebrada de Cafayate, Rodríguez 1340, 6-I-1914 (BA-SI). Dpto. Candelaria. Agua Caliente, Venturi 3676, 19-IV-1925 (BA). Prov. Tucumán: Dpto. Taquí. Amaicha, Burkart 5204, 2-II-1933 (SI). *Ibid.* Julipao, Morello 1242, 3-VI-1949 (SI). *Chrysanthellum argentinum* Ariza et Cerana: ARGENTINA. Prov. La Rioja: Dpto. Gral. San Martín. Estancia La Diana, Stuckert 17068, 3-III-1907, *Paratypus* (CORD). *Ibid.* Estancia El Tala, Bajo Hondo, (potrero 21), Anderson 2629, 27-XI-1972, *Typus speciei* (CORD). *Ibid.* Campo Balde El Tala (potrero 17), Anderson 3803*, 5-IV-1981, *Paratypus* (CORD). *Ch. tuberculatum* (H. et A.) Cabrera: ARGENTINA. Prov. Catamarca: Dpto. Ambato. El Rodeo. Sierra de Ambato, Calderón 1461, 2-II-1957 (SI). Prov. Córdoba: Dpto. Colón. Río Ceballos, Lanfranchi 140, 28-II-1944 (BA). Prov. Salta: Dpto. Metán. Río de las Piedras, Krapovickas et al. 27973, 28-III-1975 (SI). Prov. San Luis: Dpto. Ayacucho. Luján, Castellanos s/n, 14-II-1925, (BA 25/1007). Dpto. Indeterminado. Castellanos s/n, 18-XII-1925, (BA 25/2994). Prov. Tucumán: Dpto. Burruyacu. Alto de Medina, Venturi 2861, 17-II-1924, (BA).

OBSERVACIONES

Anatomía caulinar

Chrysanthellum

En transcorte de tallo florífero se observa:

Epidermis simple. Células epidérmicas de dos tipos: a) las vinculadas con el clorénquima con pared tangencial externa no engrosada, b) las vinculadas con colénquima con gruesa pared tangencial externa (Fig. 1C a,b).

Cutícula estriada. Estomas al mismo nivel que las restantes células epidérmicas.

Hipodermis constituida por: a) extensas zonas de clorénquima en empalizada en vinculación con las células de la vaina Kranz; b) colénquima lamelar en las zonas conectadas con los haces no periféricos (Fig. 1C).

Haces vasculares periféricos de dos tipos: a) los que presentan una estructura secretora que ocupa el centro del haz desplazando

* Los materiales señalados con asterisco fueron los utilizados para la datación del $\delta^{13}\text{C}$.

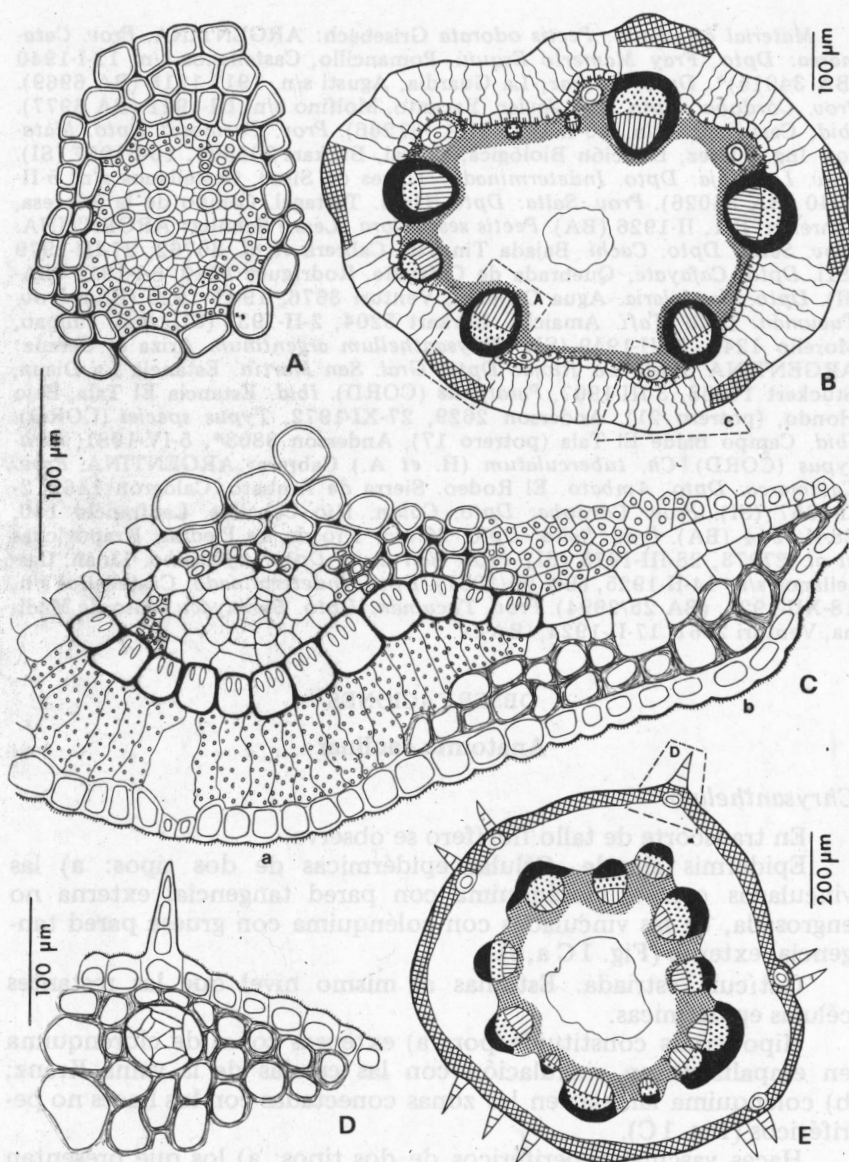


Fig. 1.— *Chrysanthellum argentinum* (Anderson 3803). A. Detalle de un haz vascular no periférico. B. Transcorte de tallo florífero. C. Detalle de un haz vascular periférico y sus adyacencias. *Pectis odorata* (Schreiter 191). D. Detalle de una cavidad secretora. E. Transcorte de tallo florífero. En los esquemas se utilizan los símbolos convencionales de Metcalfe (1950), excepto el punteado denso que corresponde al tejido de transición.

a los tejidos conductores a las zonas laterales, quedando los mismos reducidos a una mínima expresión (estructura secretora intrafascicular); carecen de vaina mestomática (Fig. 1 B y C) y b) haces de tipo colateral rodeados por una vaina mestomática (Fig. 1 B). Ambos tipos poseen vaina parenquimática Kranz en la región del floema, con prolongaciones laterales interrumpidas por células incoloras a la altura de los haces no periféricos. Dicha vaina Kranz está en estrecha relación con el clorénquima subepidérmico, presentando una marcada saliencia en la zona de la estructura secretora (Fig. 1 B y C). Los cloroplastos de la vaina Kranz se ubican centrípetamente (Fig. 1 C).

Haces vasculares no periféricos bien desarrollados, de tipo colateral, de contorno anchamente obovado; se encuentran rodeados por una vaina esclerenquimática con casquete de esclerenquima en la zona del floema, de 4-5 células de espesor (Fig. 1 A y B). Estos haces vasculares mayores se vinculan con la epidermis a través de parénquima incoloro y en la zona hipodérmica por colénquima lamelar (Fig. 1 B).

Hacia la región medular los haces no periféricos se conectan entre sí por tejido de transición³. La médula está constituida por parénquima incoloro con tendencia a fistulizarse.

Pectis

En transcorte de tallo florífero se observa:

Epidermis simple, pared tangencial externa de mayor grosor que las restantes. Cutícula estriada (Fig. 1 D). Estomas al mismo nivel que las restantes células epidérmicas.

Hipodermis colenquimática, a veces discontinua por parénquima incoloro. En la misma suelen observarse cavidades secretoras (Fig. 1 D y E).

Haces vasculares periféricos ausentes, al igual que la estructura Kranz.

Haces vasculares colaterales de contorno obovado dispuestos en un ciclo; están vinculados entre sí por un anillo de tejido de transición. Sólo presentan un casquete de esclerenquima en la zona del floema, careciendo de vainas (Fig. 1 E).

La región medular es similar a la de *Chrysanthellum*.

Determinación del $\delta^{13}\text{C}$

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ para tallo (cuadro comparativo) en ambas especies están dentro del rango característico para las especies C_4 .

³ Se entiende por tejido de transición al tejido formado por células incoloras, con gruesas paredes lignificadas, de lumen mayor que el esclerenquima contiguo, existiendo una graduación que hace difícil delimitarlo.

Se deduce que pese a carecer de estructura Kranz en tallo, las especies de *Pectis* presentan el $\delta^{13}\text{C}$ de una planta C_4 .

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se registra y describe estructura Kranz, por primera vez, en tallos de *Asteraceae*.

Es de gran interés dejar constancia que aparece una nueva asociación del tejido Kranz, esta vez con estructuras secretoras en el género *Chrysanthellum*. Brown (1975) describe una serie de variaciones en cuanto a los tejidos con que aparece asociada la anatomía Kranz, pero no registra vinculación con tejidos secretores.

En dos géneros de *Asteraceae* de la República Argentina: *Chrysanthellum* y *Pectis*, que presentan estructura Kranz en hoja, sólo uno de ellos: *Chrysanthellum* la presenta también en tallo. Las especies de *Pectis* estudiadas, *P. odorata* y *P. sessiliflora*, no tienen dicha estructura ni en tallo vegetativo ni en tallo florífero.

En las especies estudiadas de *Chrysanthellum*, *C. argentinum* y *C. tuberculatum*, se detectan en tallo estructuras secretoras intrafasciculares similares a las halladas en hoja. Las mismas aparecen en los haces vasculares periféricos, donde la estructura secretora ocupa el centro desplazando los tejidos vasculares a las zonas laterales, quedando éstas reducidas a una mínima expresión. En las hojas son los haces contiguos al margen los que presentan este tipo de estructura.

En las especies de *Pectis* se observan cavidades secretoras extrafasciculares en la región hipodérmica.

De lo expuesto se deduce que se mantiene en tallo el mismo tipo de estructura secretora que se había descripto en hoja para cada uno de los géneros en estudio (Cfr. cuadro comparativo).

GENERO	ESTRUCTURAS SECRETORAS		ESTRUCTURA KRAZ		$\delta^{13}\text{C} \pm 0.2\%$	
	TALLO	HOJA	TALLO	HOJA	TALLO	HOJA
CHRYSANTHELLUM		INTRAFASCICULARES	+	+	-13.0	-10.0 y -12.0
PECTIS		EXTRAFASCICULARES	-	+	-11.6 a -12.1	-10.3 y -11.0

Cuadro comparativo con los principales caracteres estudiados.

No obstante la ausencia de estructura anatómica Kranz en tallo de *Pectis* dicho género presenta un $\delta^{13}\text{C}$ similar al de la hoja. Esto indica que la discriminación isotópica que realizan las hojas al fotosintetizar vía C_4 determinan el tipo de $\delta^{13}\text{C}$ que tendrán todos los órganos de la planta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren hacer llegar su agradecimiento a: Dr. E. Linares (INGEIS) por las facilidades otorgadas para la determinación de la relación de isótopos estables de carbono. Srta. Cristina Maetakeda por su valiosa cooperación en la preparación de los materiales histológicos. Sra. Delia Garrone por el entintado de la lámina. Sra. María Dolores Montero por el mecanografiado del texto.

BIBLIOGRAFIA

- BROWN, W. V. 1975. Variations in anatomy, associations, and origins of Kranz tissue. *Amer. J. Bot.* 62(4): 395-402.
- CUTLER, D. 1978. *Applied Plant Anatomy*. London Academic Press.
- CAROLIN, R. C., S. W. JACOBS and M. VESK, 1982. The chlorenchyma of some members of the *Salicornieae* (*Chenopodiaceae*). *Austr. J. Bot.* 30: 387-392.
- METCALFE, C. R. 1979. *Anatomy of the Dicotyledons*, 2nd ed. vol. I. Clarendon Press Oxford.
- PANARELLO, H. O.; ALBERO, M. C. & ANGIOLINI, F. E. 1983. Stable isotope fractionation during the benzene synthesis for radiocarbon dating. *Radiocarbon* 25(2): 529-532.
- SANCHEZ, E. 1979. Estructura Kranz en tallos de *Gramineae* (*Eragrostaeae*). *Kurtziana* 12-13: 113-118.
- 1981. Desarrollo de la estructura Kranz en tallos de *Gramineae*. *Lilloa* 35(3): 37-40.
- SANCHEZ, E.; M. ARRIAGA y H. O. PANARELLO. 1986. El síndrome de Kranz en *Asteraceae* de la flora argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 24 (3-4): 249-259, f. 1.
- WET, J. M. J. de. 1960. Culm anatomy in relation to taxonomy. *Bothalia* 7: 311-316, f. 1-5.