

## **Alteraciones anatómicas en el eje caulinar fasciado de *Amaranthus Cruentus* L.**

María FERRAROTTO y Damelis JÁUREGUI

*Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay, Aragua.  
ferrarottom@agr.ucv.ve; jaureguid@agr.ucv.ve*

### **RESUMEN**

Se describe el arreglo histológico del eje caulinar fasciado en plantas de *Amaranthus cruentus*, de 30 días de edad, creciendo en condiciones controladas, a fin de determinar el tipo de fasciación e interpretar las modificaciones anatómicas debidas a la alteración del patrón de desarrollo. La porción fasciada del tallo se subdividió en muestras secuenciales que se fijaron en FAA y se procesaron hasta su inclusión en parafina. De cada muestra se obtuvieron secciones seriadas con micrótopo de rotación que fueron teñidas con safranina-fastgreen y montadas en láminas permanentes para su estudio. Se observó fasciación del tipo lineal, con cambios principalmente a nivel de los cordones vasculares: rotación de los mismos y modificación del patrón de organización; en la epidermis y corteza se observaron células con planos de división periclinales y anticlinales, probablemente como un mecanismo de ajuste relacionado con los cambios que ocurrieron más internamente en el tallo fasciado.

**Palabras clave:** *Amaranthus cruentus*, Anatomía, Fasciación, Tallo

### **Anatomic variations in fasciated stem of *Amaranthus cruentus* L.**

### **ABSTRACT**

A description of the sequential histological arrangement of the fasciated stem of *Amaranthus cruentus*, 30 days old growing under controlled conditions is presented, in order to determine the type of fasciation and to interpret anatomical modifications due to the alteration of the developmental pattern. The fasciated portion of the stem was subdivided in numbered sub samples fixed in FAA and processed until their inclusion in parafine. Sequential sections were obtained with a rotation microtome, stained with safranin-fastgreen and permanent slides were prepared for observation. Linear fasciation was observed with changes mainly in vascular cordons, presenting rotation and modification in its organizational pattern, in epidermal cells and cortex cells with anticlinal and periclinal divisions, probably as a mechanism of adjustment related to external changes of the fasciated stem.

**Palabras clave:** *Amaranthus cruentus*, Anatomy, Fasciation, Stem

### **INTRODUCCIÓN**

Fasciación es un término morfológico que data de muchos años, comúnmente aplicado a una condición anormal del tallo en plantas vasculares, en las cuales la región afectada se aplana tomando forma de cinta. Este fenómeno también ha sido

señalado como la expansión lateral del meristema apical o anomalía teratológica asociada al aplanamiento del eje caulinar, observada en más de 100 especies de plantas vasculares entre las que se encuentran algunas de la familia Amaranthaceae como es el caso del género *Celosia* (White 1948).

La fasciación afecta el crecimiento, forma, estructura y hasta la fertilidad de la planta (Kundu & Rao 1960) debido, principalmente, a que puede alterar el desarrollo de ejes florales, raíces, flores y frutos, siendo el eje caulinar el órgano más frecuentemente afectado (White 1948). Esta modificación puede ser consecuencia de factores externos tales como daños físicos, exceso de nutrientes, aplicación de productos químicos, rayos-X y agentes patógenos (bacterias y virus), y factores internos, entre los que se señala la expresión de genes recesivos (Mertens & Burdick 1954; Kundu & Rao 1960); con relación a estos últimos, la teoría más aceptada indica que la fasciación es una reversión hacia la condición ancestral de la ramificación primitiva de plantas inferiores (White 1948).

En especies ornamentales como *Chrysanthemum* sp., *Herbera* sp. e *Impatiens* sp. se denomina fasciación bacteriana a aquella causada por *Rhodococcus fascians*, la cual produce importantes pérdidas económicas en zonas productoras de flores (Cooksey & Mellano 1983-1986).

En este trabajo, se describe el arreglo histológico del eje caulinar fasciado en plantas de *Amaranthus cruentus* L., a fin de determinar el tipo de fasciación e interpretar las modificaciones anatómicas debidas a la alteración del patrón de desarrollo por efecto de este fenómeno.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

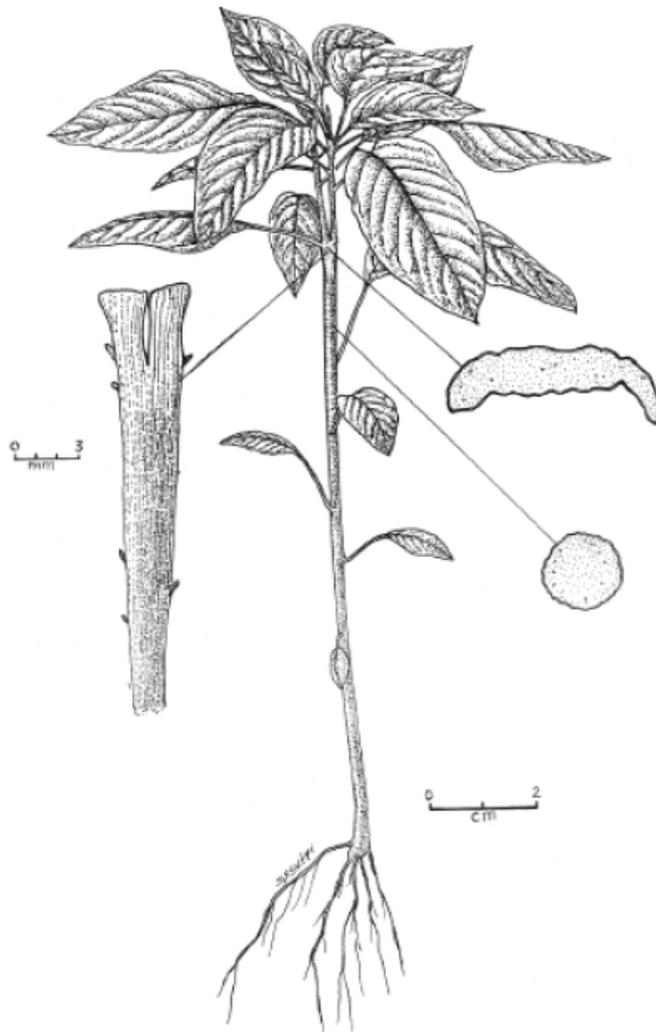
Se realizó la descripción de las modificaciones anatómicas secuenciales que ocurren en el eje caulinar entre la región cilíndrica y la fasciada en plantas de *Amaranthus cruentus* L. cv. K-112, de 30 días de edad creciendo en condiciones controladas bajo un umbráculo con techo de láminas translúcidas y paredes de malla, en bolsas plásticas de 7 kg de capacidad con suelo franco-arenoso. Las plantas se obtuvieron a partir de semillas provenientes del Centro de Investigaciones Agropecuarias del estado Portuguesa (CIAP), Araure.

El lote de plantas se sembró con el fin de realizar un estudio fisiológico y anatómico para determinar características relacionadas con la capacidad de extracción de agua de esta especie. A los 30 días después de la siembra, se observaron tallos fasciados en tres plantas de un lote de 60. En ese momento, se procedió a coleccionar la porción fasciada, teniendo cuidado de dejar una parte inferior cilíndrica. Esta porción se subdividió en muestras numeradas que se fijaron en FAA y se procesaron hasta su inclusión en parafina. De cada muestra se obtuvieron secciones seriadas con micrótopo de rotación, las cuales se tiñeron con safranina-fastgreen y se montaron preparando láminas permanentes, que fueron observadas y fotografiadas bajo microscopio óptico.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Arreglo histológico del eje caulinar cilíndrico y fasciado de *A. cruentus***

El tipo de fasciación observada se puede clasificar como lineal, la cual se caracteriza por el desarrollo de tallos en forma de cinta con aristas prominentes tal como lo describen Kundu & Rao (1960). La [Fig. 1](#) es una representación esquemática de la morfología del eje caulinar fasciado de *A. cruentus*, observado en la presente investigación.



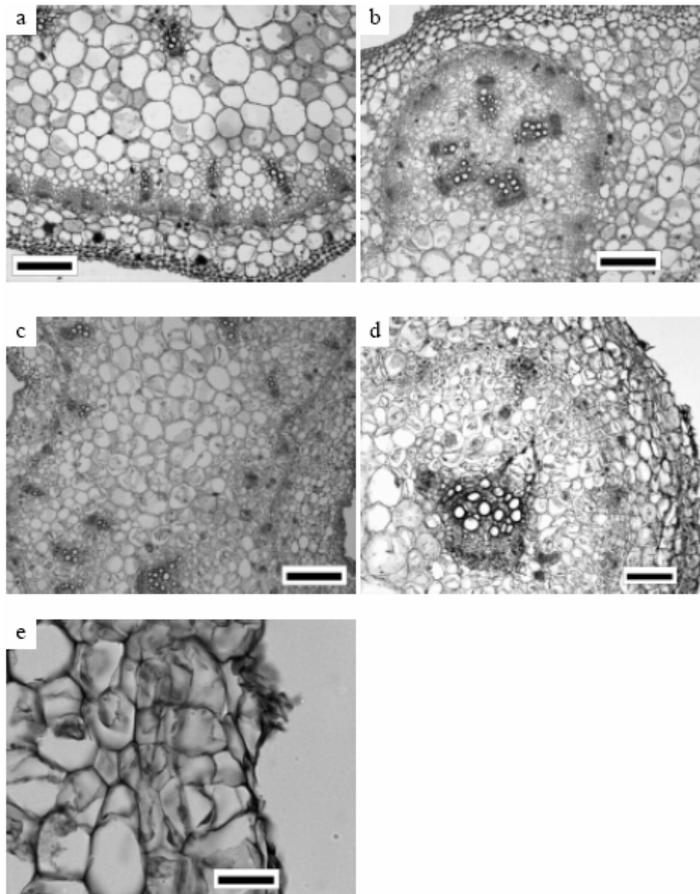
**Fig. 1.** Representación esquemática de la morfología externa del eje caulinar fasciado en *Amaranthus cruentus* L.

La porción cilíndrica del entrenudo del tallo ([Fig. 2a](#)) presentó un sistema protector constituido por epidermis uniestratificada con escasos tricomas y estomas. La región cortical está formada por tres o cuatro capas de colénquima angular, dispuestas en un anillo discontinuo, seguidas de tres a cinco capas de parénquima, la capa más cercana al tejido vascular tiene células de menor tamaño, arregladas en una banda continua y presentan almidón. El sistema vascular está constituido por un anillo de células meristemáticas, de las cuales se originan haces vasculares de diferentes tamaños. Hacia el interior de este anillo son evidentes haces vasculares dispersos, dispuestos de forma aleatoria, pero siempre con el floema orientado hacia fuera y el xilema hacia adentro; este arreglo coincide con el señalado por Costea & DeMason (2001) para especies de *Amaranthus*. Estos autores denominaron haces medulares a aquellos ubicados más al centro, y haces periféricos a los más pequeños ubicados externamente e indicaron que de los primeros derivan las trazas vasculares; asimismo señalaron que el arreglo de estos haces es variable aún dentro de una misma planta.

En la región fasciada los cambios observados ocurrieron principalmente a nivel de los cordones vasculares, ya que los haces rotan y cambian su patrón de organización, tendiendo a agruparse, semejando en ocasiones, un número variable de pequeñas estelas en el interior del anillo meristemático ([Fig. 2b](#)); este último se mostró sinuoso, principalmente hacia el lado más aplanado. Se debe indicar que inicialmente, el aplanamiento fue más pronunciado hacia un lado. A medida que se

asciende los haces rotan nuevamente adoptando una organización irregular, muy evidente en los casos en que los dos tejidos conductores pueden encontrarse fusionados y orientados en cualquier dirección ([Fig. 2c, d](#)). Se debe destacar que en algunas zonas de la epidermis y de la corteza se observaron células con planos de divisiones periclinales y anticlinales ([Fig. 2e](#)), probablemente como un mecanismo de ajuste relacionado con los cambios internos que ocurrieron en el tallo fasciado. En otras especies, se ha observado un incremento en la cantidad de tejido presente, asociada con mayor número de células, lo cual es consecuencia lógica del aplanamiento del tallo y su consiguiente incremento en circunferencia. Tal es el caso de tallos fasciados de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) (Mertens & Burdick 1954), yute (*Corchorus capsularis* L., y *C. olitorius* L.) (Kundu & Rao 1960) y soya (*Glycine max* (L.) Merr.) (Lamotte *et al.* 1988). En esta última especie, los autores señalaron un aumento evidente en el número de haces vasculares. No obstante, en estos casos no se encontraron modificaciones en el arreglo histológico de los diferentes tejidos.

No se encontraron reportes en la literatura citada sobre cambios anatómicos en tallos fasciados de *Amaranthus*. Sin embargo, en estudios sobre la germinación y rendimiento de cultivares de *Amaranthus hypochondriacus*, Elmore *et al.* (2004) señalaron que el cultivar Guarijio se comportó como menos promisorio que otros cultivares estudiados, lo cual fue atribuido principalmente a la presencia de semillas inmaduras y a la fasciación en algunas plantas. Estos mismos autores afirmaron que el cultivar Alegría de *A. cruentus* presentó tallos cortos con torsiones y aunque no lo señalan como un tipo de fasciación, podría tratarse de la fasciación en anillo (Geneve 1990).



**Fig. 2.** Sección transversal de la porción cilíndrica y fasciada en entrenudo del tallo de *Amaranthus cruentus*. a. Arreglo histológico de la porción cilíndrica (Escala = 300  $\mu$ m). b. Nótese la estela en el interior del anillo meristemático, región fasciada (Escala = 300  $\mu$ m). c. Arreglo histológico de la porción fasciada, se distingue la aparente fusión de haces conductores (Escala = 300  $\mu$ m). d. Detalle de haz vascular con el floema orientado hacia el centro y el xilema hacia fuera (Escala = 100  $\mu$ m). e. Detalle de la región externa de tallo fasciado, se observan células de la corteza con planos de división periclinales y anticlinales (Escala = 30  $\mu$ m).

En la presente investigación se determinó el tipo de fasciación en tallos de *A. cruentus* y se describieron los cambios anatómicos que derivaron de la misma, generando conocimientos que podrían ser utilizados como base para la interpretación de respuestas tales como la disminución del rendimiento de algunos cultivares del género *Amaranthus*, y específicamente las relacionadas con la producción de semillas, a través del estudio del patrón de vascularización en tallos fasciados.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cooksey, D.A. & M.A. Mellano. 1983-1986. Biological control of bacterial fasciation in flowers. *Slosson Research Endowment for Ornamental Horticulture*. Department of Plant Pathology, University of California, Riverside. <http://groups.ucanr.org/slosson/> [Consulta: 01-06-2005].
2. Costea, M. & D. DeMason. 2001. Stem morphology and anatomy in *Amaranthus* L. (Amaranthaceae) -Taxonomic significance. *Bull. Torrey Bot. Soc.* 128: 254-281.
3. Elmore, D., R. Baldy, W. Patton & P. Delwiche. 2004. *Amaranth*. Germination and yields in California's Central Sacramento Valley. California State University,

CHICO.

College of Agriculture. [http://www.csuchicoag.org/Agricultural\\_Teaching\\_and\\_Research\\_Center/Research\\_in\\_Progress/Undergraduate\\_Student\\_Research/Amaranth\\_Germination.asp](http://www.csuchicoag.org/Agricultural_Teaching_and_Research_Center/Research_in_Progress/Undergraduate_Student_Research/Amaranth_Germination.asp) [Consulta: 20-03-2006].

4. Geneve, R. 1990. Fasciated with fasciations. *Amer. Hort.* 69(8): 26-31.
5. Kundu, B.C. & N.S. Rao. 1960. Anatomy of fasciated stems in Jute. *Bot. Gaz.* 121: 257-266.
6. Lamotte, C.E., T.M. Curry, R.G. Palmer & M.C. Albertsen. 1988. Developmental anatomy and morphology of fasciation in the soybean (*Glycine max*). *Bot. Gaz.* 149: 398-407.
7. Mertens, T.R. & A.B. Burdick. 1954. The morphology, anatomy, and genetics of a stem fasciation in *Lycopersicon esculentum*. *Amer. J. Bot.* 41: 726-732. White, O.E. 1948. Fasciation. *Bot. Rev.* 14: 318-357.