

ESTUDIO ANATOMICO DE VASTAGOS REPRODUCTIVOS EN  
*BROMUS AULETICUS* TRIN. EX NESS (POACEAE)<sup>1</sup>

*ANATOMICAL STUDIES OF REPRODUCTIVE STEMS OF BROMUS  
AULETICUS TRIN. EX NESS (POACEAE)<sup>1</sup>*

J. C. Ramos, J. C. Tivano & A. C. Vegetti<sup>2</sup>

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es caracterizar las variaciones anatómicas que se presentan en órganos foliares y caulinares de vástagos reproductivos de *Bromus auleticus* Trin. ex Ness. Las muestras fueron fijadas en F.A.A., incluidas en parafina-cera, cortadas con micró-tomo rotativo, coloreadas con safranina-fast green en carboxilol y montadas en bálsamo de Canadá. Además, muestras de material fresco fueron cortadas con micró-tomo de congelación y luego de la deshidratación se las coloreó del modo antes descrito, agregándole un pasaje en xilol con eugenol, para montarlas finalmente en bálsamo de Canadá. Se caracterizan las estructuras foliares y caulinares desde el rizoma hasta el ámbito de la inflorescencia. Se describen las variaciones anatómicas observadas en: 1) los órganos foliares del rizoma, su transición hasta hoja plenamente expandida, la hoja distal y las brácteas que conforman las espiguillas; y 2) el rizoma, los entrenudos del vástago aéreo, el pedúnculo, el eje principal de la inflorescencia, los paracladios primarios y la raquilla. Las variaciones en los componentes foliares están relacionadas con: a) el desarrollo de estructuras fotosintéticas, b) el desarrollo de espacios lisígenos y c) la distribución del esclerén-quima; y en los componentes caulinares se relacionan con: a) el parénquima cortical y medular, b) el desarrollo y posición de los haces vasculares y c) el desarrollo del anillo de esclerénquima con ellos asociado.

PALABRAS CLAVES: Anatomía foliar, anatomía reproductiva, gramíneas.

ABSTRACT

The aim of this work is to characterize anatomical variations of the leaves and stems of the reproductive shoots of *Bromus auleticus* Trin. ex Ness. The samples were fixed in FAA (formalin-acetic-alcohol mixture) and cross sections, were cut from material embedded in paraffin wax according to standard methods, stained with safranina-fast green in carboxylol or toluidine blue, and mounted in Canada balsam. Moreover, samples of living material were cut with freezing microtome and after deshydration were stained as described above, with the addition of one step in which the material was dipped in eugenol; afterwards samples were mounted in Canada balsam. The leaf and stem structures from the rhizome to the inflorescence are characterized. The anatomical variations are described in: 1) the rhizome scales, their transition to full developed leaf, the distal vegetative leaf and the spikelet bracts; and 2) the rhizome, the internodes of the aerial shoot, the peduncle, the main axis of the inflorescence, the primary paracladia and the rachilla. The variations in the foliar components are related to: a) the development of the photosynthetic structures, b) the development of the lysigen spaces and c) the distribution of the sclerenchyma. The variations in the stem components are related to: a) the cortical and medular parenchyma, b) the development and position of the vascular bundles, and c) the development of the sclerenchyma ring associated with these bundles.

KEYWORDS: Grasses, leaf anatomy, reproductive anatomy.

INTRODUCCION

*Bromus auleticus* Trin. ex Ness es una gramínea perenne citada en Argentina para las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, La Pampa, Santiago del Estero, Santa Fe, San Luis y Tucumán, así como para Brasil y Uruguay (Zuloaga & *et al.* 1994) y que se caracteriza por presentar vástagos axilares subterráneos (rizomas simpodiales) (Vegetti 1997).

<sup>1</sup>Trabajo subsidiado por CAI+D (Universidad Nacional del Litoral, Argentina).

<sup>2</sup>Morfología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, Kreder 2805 (3080) Esperanza, Provincia de Santa Fe, Argentina. E-mail: jtivano@unl.edu.ar y avegetti@fca.unl.edu.ar

La especie se caracteriza por una profusa multiplicación vegetativa (Olmos 1993), ello es debido al gran reservorio de yemas axilares presentes en la zona basal del vástago, la cual puede considerarse un cormo (Vegetti 1997).

El ápice de cada rizoma simpodial, una vez generado el cormo, forma un vástago aéreo similar al eje principal de la planta y a las macollas ortótropas. Producida la inducción floral, en este vástago comienza el alargamiento del tallo y el desarrollo de la inflorescencia.

En consecuencia, en los vástagos axilares extravaginales de *Bromus auleticus* es posible reconocer distintas categorías de estructuras foliares y caulinares, que tienen determinadas características según el nivel en que se encuentran, debido a variaciones en las condiciones microclimáticas, especialmente las relacionadas con el grado de exposición del vástago a la luz.

La luz tiene tres efectos sobre las estructuras fotosintéticas: primeramente provee la energía usada en la producción de ATP y NADPH; en segundo lugar promueve la activación de enzimas claves en el aparato fotosintético y estimula la apertura estomática. Por último, la luz actuaría a través de fotorreceptores, como los fitocromos, en modelar el desarrollo de los órganos fotosintéticos (Sage & Reid 1994). Es este último efecto el responsable de las variaciones en la anatomía de las estructuras foliares y caulinares observadas a distintos niveles del vástago.

El objetivo de este trabajo es caracterizar las variaciones anatómicas que se presentan en órganos foliares y caulinares ubicados en distintos niveles sobre vástagos reproductivos de *Bromus auleticus*.

## MATERIAL Y METODOS

Se trabajó con plantas de *Bromus auleticus* coleccionadas en una población (Pensiero et Tivano, 2857, SF) que crece en Lehman (Departamento Castellanos, Provincia de Santa Fe) y clonadas en el Jardín Botánico de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (UNL).

Las muestras fueron fijadas en F.A.A., incluidas en parafina-cera, cortadas con micrótopo rotativo, coloreadas con safranina-fast green en carboxilol y montadas en bálsamo de Canadá. Además, muestras de material fresco fueron cortadas con micrótopo de congelación y luego de la deshidratación se las coloreó

del modo antes descrito, agregándole un pasaje en xilol con eugenol, para montarlas finalmente en bálsamo de Canadá.

Las observaciones se registraron mediante esquemas haciendo uso de tubo de dibujo y fotomicrografías.

## RESULTADOS

Los distintos niveles estudiados se muestran en la Fig. 1. Desde la parte proximal a la distal del vástago se caracterizan las estructuras foliares y caulinares: del rizoma, del cormo, del tallo cubierto por la vaina foliar, del pedúnculo, del raquis y de los paracladios primarios de la inflorescencia, de la raquilla y de las glumelas.



FIGURA 1. Detalle de un sector de la planta de *Bromus auleticus* con un vástago axilar en floración; obsérvese el sistema subterráneo de ramificación. Los números indican los niveles correspondientes a las distintas estructuras estudiadas. Referencias: 1, rizoma; 2, cormo; 3, tallo cubierto por vaina; 4, pedúnculo; 5, eje principal de inflorescencia y paracladio primario; 6, espiguilla; 7, perfilo; 8 lámina de la hoja plenamente desarrollada.

## 1. RIZOMA

### Estructuras foliares

Perfil de estructura biaquillada, con numerosos haces vasculares de segundo y tercer orden, con vaina de esclerenquima que no presenta extensiones. En ambas carinas hasta 15 capas de células de parénquima y en partes más delgadas sólo 4. Subepidérmicamente a la epidermis adaxial se observan espacios lisígenos.

Catafilos con epidermis abaxial de células grandes de paredes engrosadas cutinizadas, y estomas; epidermis abaxial de células más cortas radialmente; mesófilo con un número máximo de 4 capas de células en el que están inmersos haces vasculares colaterales de tercer orden, con vaina y extensiones hacia la epidermis abaxial, alternando con haces uno o dos grupos de células esclerosadas subepidérmicas. Parénquima del mesófilo incoloro formando espacios lisígenos hacia la epidermis adaxial.

### Estructuras caulinares (Figs. 2 y Figs. 3 A y B)

Rizoma: forma del transcorte elíptica. Epidermis uniestratificada con escasos estomas y tricomas (Fig. 2 A y B). Zona cortical con células de parénquima de paredes delgadas, densamente dispuestas, que dejan entre sí pequeños espacios intercelulares. Anillo esclerenquimático en el cual están inmersos la mayor parte de los haces vasculares, colaterales dispuestos en 3-4 círculos. Los 2-3 más externos incluidos en el anillo de esclerenquima; los otros, rodeados por una vaina de fibras, dispuestos en el parénquima de paredes gruesas y lignificadas ubicado por dentro del anillo de esclerenquima (parénquima de transición). Hacia adentro células parenquimáticas con paredes delgadas que se desorganizan dejando una cavidad medular. Endodermis de 2-3 capas de células de paredes radiales y tangencial interna gruesas y lignificadas (Fig. 2 D).

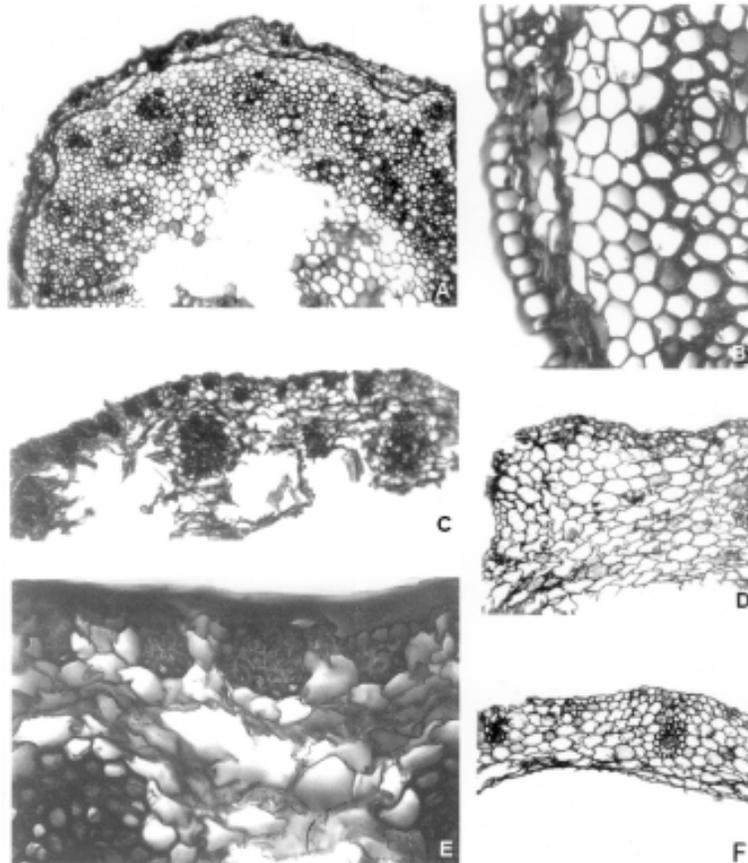


FIGURA. 2. *Bromus auleticus*: A y C. Cortes transversales del rizoma; B. Detalle ampliado de A; D. Detalle ampliado de C. Aumentos: A y C, 100x; B y D, 400x.

## 2. CORMO

### Estructuras foliares

Epidermis abaxial de células con paredes algo engrosadas; epidermis adaxial que se desintegra durante la ontogenia; parénquima no clorofiliano de mayor grosor que el de los catafilos del rizoma. Los haces vasculares colaterales de segundo orden, rodeados de una vaina de fibras, están incluidos en la parte central del mesófilo no conectados a ninguna de las dos epidermis. Subepidérmicamente se presentan numerosos casquetes de esclerénquima de diferentes tamaños, muy cercanos entre sí, separados por 1-3 células del mesófilo. Las células parenquimáticas lindantes con la epidermis adaxial presentan cavidades lisígenas.

Estas bases foliares persisten en el tiempo, manteniendo su estructura debido a los haces vasculares y al esclerénquima; en ellas se desintegran completamente el parénquima y la epidermis adaxial.

### Estructuras caulinares (cormo, Fig. 3 C y D)

Epidermis uniestratificada con abundantes tricomas cortos unicelulares; parénquima cortical más ancho que el del rizoma y con una característica ordenación radial de sus células más periféricas. Endodermis uni o biestratificada con células con paredes radiales y tangenciales internas engrosadas; anillo de esclerénquima. Los haces vasculares se disponen en 4-5 círculos. Los del círculo más externo incluidos en el anillo de esclerénquima; el resto de círculos de haces vasculares, con vaina de células esclerificadas, incluidos en el parénquima interno (parénquima de transición y parénquima central de paredes delgadas).

Haces vasculares colaterales típicos, otros con el xilema orientado en forma de V y otros anfi-vasales. En el cormo se observan numerosas trazas foliares y de vástagos axilares, primordios de raíces adventicias o conexión vascular de raíces adventicias.

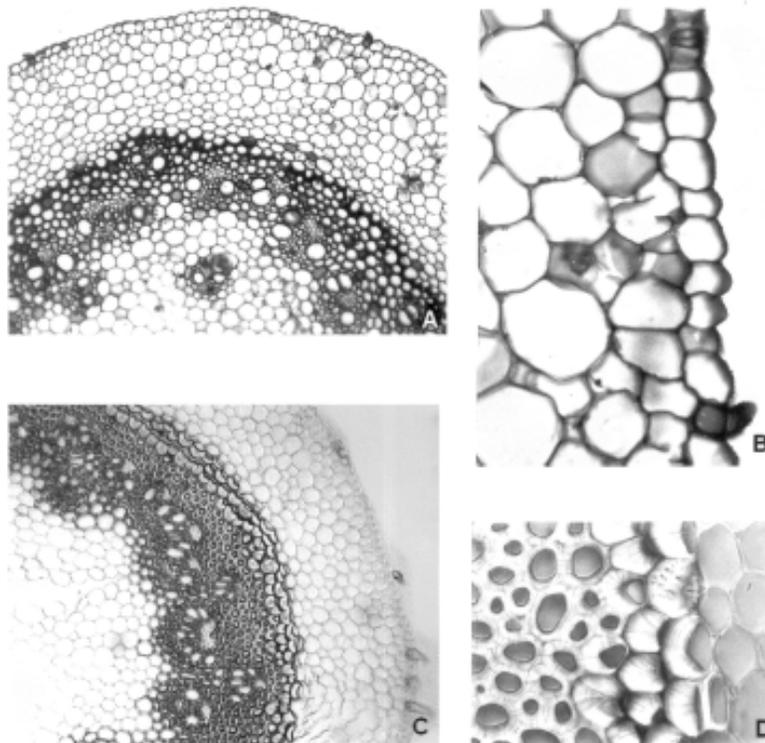


FIGURA 3. *Bromus auleticus*: A, Corte transversal de la región distal del rizoma en transición hacia cormo; B, Detalle ampliado de A; C y D, Cortes transversales a nivel del cormo. Aumentos: A, C y D, 100x; B, 400x.

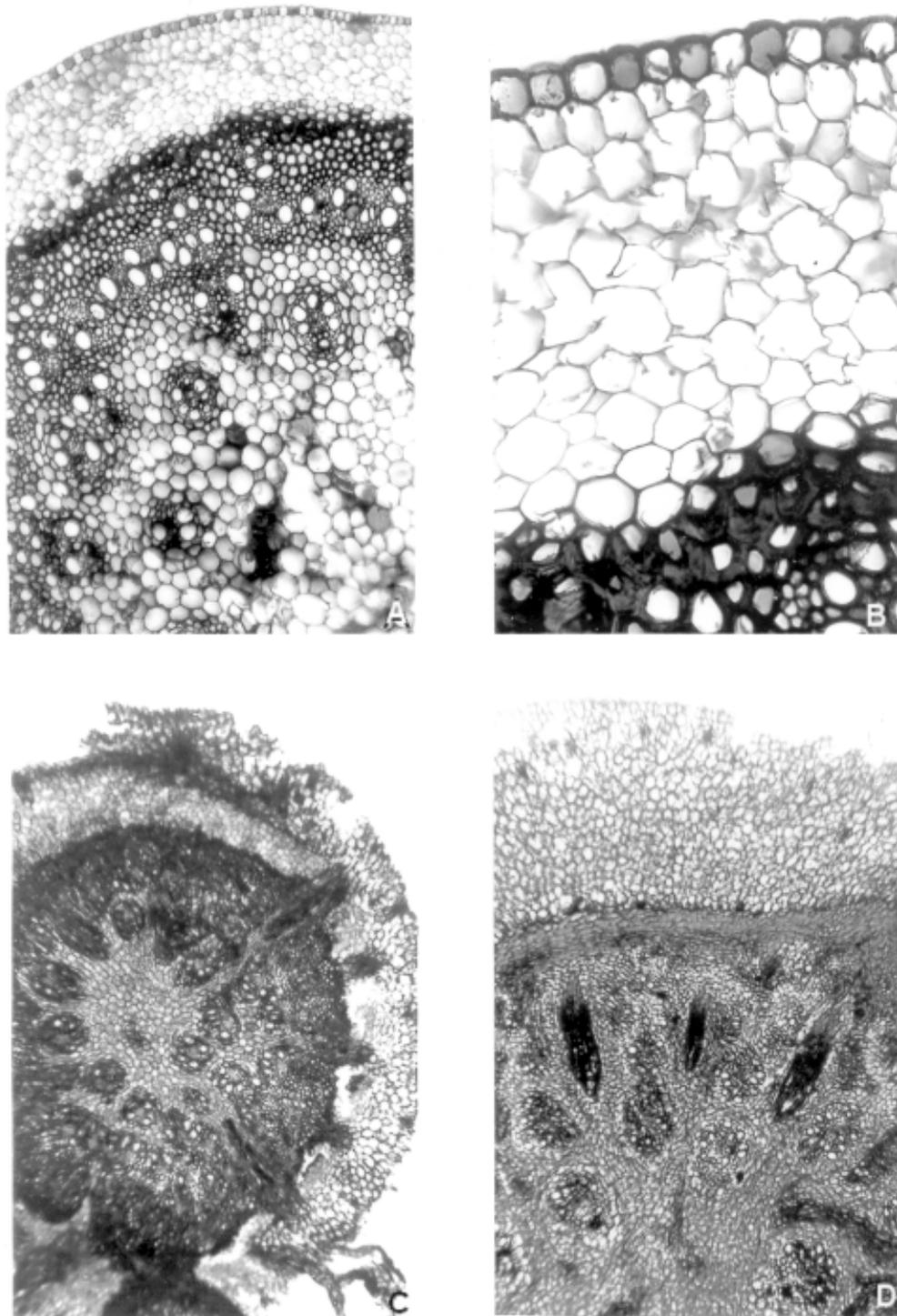


FIGURA 4. *Bromus auleticus* Trin. ex Nees: A. Margen de la lámina; B. Vaina de la hoja plenamente desarrollada; C. Región de un haz vascular de primer orden de la lámina; D. Detalle ampliado de B; E. Corte transversal de pálea a nivel de una de las carinas; F. Corte transversal de lemma. Aumentos: B, 100x; A, C-F, 400x.

### 3. VÁSTAGO AÉREO CON HOJAS PLENAMENTE DESARROLLADAS

#### Lámina (Fig. 4 A y C)

Muestra una típica estructura  $C_3$ . En sección transversal presenta un contorno en V abierta en un ángulo mayor a  $45^\circ$ . Cara adaxial con surcos que se distribuyen uniformemente entre los haces vasculares; costillas que quedan entre los surcos en estrecha relación con los haces vasculares. Nervadura media sin parénquima central desarrollado, con un haz de primer orden algo mayor que los demás.

Haces vasculares de distintos órdenes al mismo nivel en la parte media del mesófilo. Todos con doble vaina, una interna, mestomática continua y una parenquimática, interrumpida en la zona abaxial en los haces vasculares de primer y segundo orden. El esclerénquima se asocia con las dos epidermis en los haces de primer y segundo orden (Fig. 4 C); en los haces vasculares de tercer orden (Fig. 4 A) puede presentarse en la cara abaxial compuesto sólo por un cordón de unas pocas células, o estar ausente.

Mesófilo ordenado irregularmente con poca diferenciación entre los haces vasculares; presenta un amplio sistema de espacios intercelulares.

Células epidérmicas sobre los casquetes de esclerénquima pequeñas y de gruesas paredes. Los márgenes de la lámina presentan esclerénquima que no está en contacto con ningún haz vascular (Fig. 4 A). Epidermis adaxial con grupos de tres células buliformes en forma de abanico situadas en los surcos. Paredes tangenciales externas de las células epidérmicas cutinizadas y engrosadas, más marcadamente las ubicadas sobre los casquetes de esclerénquima; y menos las buliformes en la cara adaxial. En ambas epidermis están presentes aguijones silicificados y estomas.

#### Vaina (Fig. 4 B y D)

Epidermis abaxial de células grandes y epidermis adaxial de células rectangulares cortas radialmente; mesófilo clorenquimático homogéneo con haces colaterales con doble vaina, la mestomática y la parenquimática interrumpida hacia la cara abaxial. Extensiones de la vaina hacia ambas epidermis en los haces de primer orden; y sólo hacia la epidermis

abaxial en algunos de los haces vasculares más pequeños (Fig. 4 B).

Mesófilo (Fig. 4 B) con células parenquimáticas no clorofilianas supepidérmicas, de paredes gruesas y células clorenquimáticas en la parte central. Las células clorenquimáticas cercanas a la epidermis adaxial forman espacios intercelulares lisígenos; las subepidérmicas persisten más tiempo sin desintegrarse (Fig. 4 B y D).

#### Estructura caulinar (Fig. 5 A y B)

Epidermis uniestratificadas, casquetes de esclerénquima alternando con grupos de células parenquimáticas no clorofilianas, de 2-3 capas de espesor (Fig. 5 B). Anillo de esclerénquima en el que están incluidos haces vasculares de distinto orden. Parénquima de transición, en el que están inmersos haces vasculares más grandes rodeados por una vaina de fibras. Hacia el centro se presenta un parénquima de células con paredes delgadas no lignificadas, las que se destruyen formando una cavidad medular.

#### 4. PEDÚNCULO (Fig. 5 C y D)

Epidermis uniestratificada; casquetes de células esclerenquimáticas alternando con grupos de células de clorénquima; los casquetes conectados hacia adentro al anillo esclerenquimático en el cual están inmersos total o parcialmente haces vasculares de distinto orden. Haces vasculares de mayor orden parcialmente incluidos en el parénquima de transición. Interiormente se presenta un parénquima incoloro y hueco medular.

Haces vasculares periféricos con doble vaina, una vaina mestomática completa y una vaina parenquimática interrumpida a nivel del anillo de esclerénquima o hacia el casquete de fibras.

Se observa una transición entre el tallo cubierto por vaina (Fig. 5 A) y distintos niveles del pedúnculo. Este en su base (Fig. 5 E) presenta mayor diámetro, 3 círculos de haces vasculares y un hueco medular más desarrollado. En tanto que en las porciones medias y distales (Fig. 5 C y D) el diámetro se va reduciendo acrópetamente, se observan sólo dos círculos de haces y la cavidad medular es incipiente y pequeña.

Los haces vasculares del círculo más externo son más pequeños y están incluidos en los casquetes subepidérmicos de esclerénquima o en el anillo de esclerénquima, relacionados al clorénquima. La vaina parenquimática externa está

totalmente diferenciada, rodeando al haz vascular en relación con el clorénquima adyacente; está interrumpida frente al anillo de esclerénquima pero se continúa hacia los lados del haz vascular, sobre partes de este anillo en relación con el clorénquima.

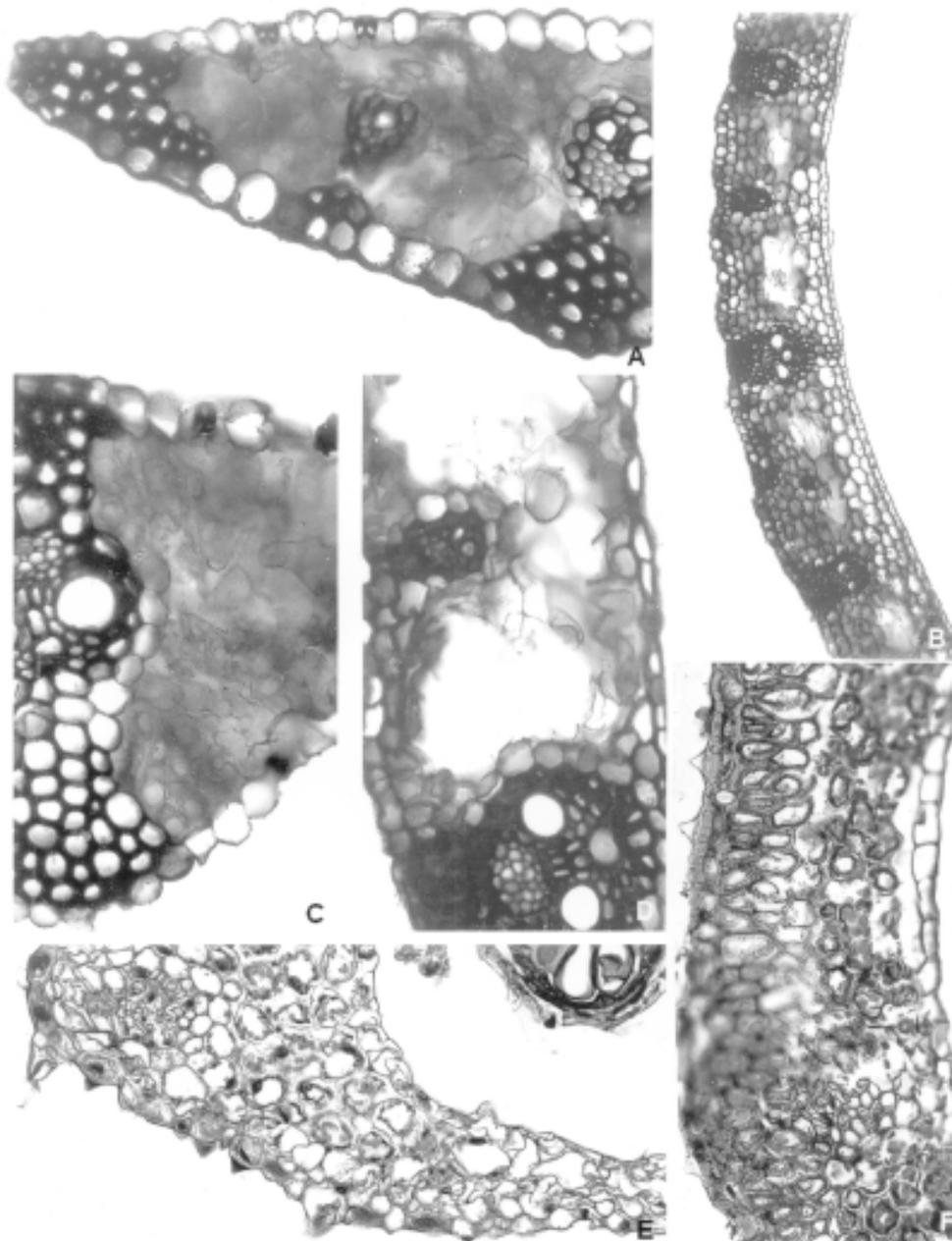


FIGURA 5. *Bromus auleticus*: A. Corte transversal del tallo cubierto por la vaina; B. Detalle ampliado de A; C. Corte transversal de la región distal del pedúnculo; D. Detalle ampliado de C; E. Corte transversal de la región basal del pedúnculo; F. Detalle de uno de los vértices de la raquilla. Aumentos: A, C y E, 100x; B, D y F, 400x.

#### 5. RAQUIS PRINCIPAL Y PARACLADIOS PRIMARIOS DE LA INFLORESCENCIA

El raquis principal de la inflorescencia presenta una estructura similar a la del pedúnculo; muestra una sección menor y con forma algo más sinuosa. Epidermis con células de paredes tangenciales externas gruesas y cutinizadas y estomas en relación con el clorénquima. Parénquima clorofiliano subepidérmico con células raquimorfos, interrumpido en las extensiones esclerenquimáticas de las vainas de los haces y en los casquetes de esclerenquima con ellas asociados. El anillo de esclerenquima es de poco espesor. Los haces vasculares, colaterales, en menor número que los del pedúnculo, están dispuestos en dos círculos; el externo formado por haces más pequeños incluidos en el anillo de esclerenquima, en tanto que los haces del círculo interno son más grandes y están inmersos parcialmente en dicho anillo y mayoritariamente en el parénquima de transición. Hacia el interior, parénquima de paredes delgadas que en parte se desintegra dejando una cavidad central.

A medida que avanzamos hacia la parte distal del eje principal de la inflorescencia la sección y el número de haces vasculares se reduce.

Los paracladios primarios presentan una estructura similar al raquis de la inflorescencia pero tienen una sección de menor tamaño, sinuosa, con costillas ocupadas por los casquetes de esclerenquima y clorénquima alternados. El número de haces vasculares es 3-4 y están incluidos en el anillo de esclerenquima y parénquima de transición en un sólo círculo.

#### 6. GLUMELAS

La lemma (Fig. 4 F) presenta una epidermis abaxial de células grandes con paredes engrosadas y fuertemente lignificadas con numerosos cuerpos de sílice; bandas subepidérmicas de esclerenquima en asociación con haces vasculares, las que alternan con grupos de células de clorénquima. Estas últimas, en determinadas partes, limitan directamente con la epidermis; en tanto en otras se observan células hipodérmicas esclerosadas entre la epidermis y el clorénquima. En todos los casos éste presenta distribución homogénea de sus células.

Los haces vasculares conectados con el esclerenquima subepidérmico de la cara abaxial y rodeados por doble vaina; la externa parenquimática

interrumpida del lado de las bandas de esclerenquima. Epidermis adaxial con paredes celulares menos engrosadas y estomas.

La pálea (Fig. 4 E), biquillada, es una estructura mucho más delicada que la lemma en su constitución. Consta de epidermis abaxial con numerosos cuerpos de sílice; mayor desarrollo de capas de parénquima en cada carina, donde se observa un típico clorénquima, un haz vascular colateral con doble vaina y un grupo de células parenquimáticas subepidérmicas, de paredes engrosadas y lignificadas, en asociación con el haz. La porción entre las carinas así como las externas a ellas con un reducido número de capas de parénquima (1-2) con escasos cloroplastos.

#### 7. RAQUILLA (Fig. 5 F)

Forma del transcorte: triangular. Epidermis uniestratificada con las paredes tangencial externa y radiales engrosadas y algunos agujeros y cuerpos de sílice. En los vértices, esclerenquima subepidérmico, mesófilo parenquimático con pocos cloroplastos. Los haces vasculares con doble vaina; médula parenquimática.

### DISCUSION

En este trabajo se describe por primera vez la anatomía foliar y caulinar de *Bromus auleticus*. Paralelamente a esta investigación Gasser y Tivano (1996) presentan estudios relativos a la acción de la flora ruminal sobre la anatomía foliar de esta especie.

*Bromus auleticus* es una especie C (Hattersley, 1984; Sanchez & Arriaga 1990)<sup>3</sup>, observándose, en todas las estructuras fotosintéticas, tanto foliares como caulinares, los caracteres, anatómicos asociados a dicha vía (Ellis, 1976).

Las principales variaciones observadas en las estructuras caulinares (Figs. 2, 3 y 5) están en relación con:

1) La función desarrollada por el parénquima que es de reserva en el rizoma y cormo y no es aún fotosintético en el entrenudo cubierto por la vaina; luego en el pedúnculo y ejes de la inflorescencia (raquis principal, paracladios primarios y raquilla) se desarrollan estructuras fotosintéticas muy típicas, especialmente manifiestas en el pedúnculo y en el

raquis principal de la inflorescencia.

2) Un parénquima cortical en los órganos subterráneos, entre la epidermis y el anillo de esclerénquima. En tanto que en los entrenudos aéreos el anillo de esclerénquima se proyecta hacia la epidermis a través de bandas que alternan con grupos de células cloroenquimáticas.

3) El desarrollo de una endodermis de 2-3 capas de espesor en rizomas y cormos.

4) La disposición de los haces vasculares: el número de círculos de haces vasculares se incrementa desde el rizoma hacia el tallo cubierto por vaina y luego se reduce en el pedúnculo y ejes de la inflorescencia. Esta reducción afecta a los haces vasculares pertenecientes al parénquima de transición. Ya en partes medias y distales del pedúnculo no se observan haces totalmente incluidos en dicho parénquima (Fig. 5 C).

5) La presencia a nivel del cormo de haces vasculares anfibasales. Se observa una transición en los haces vasculares entre rizoma y cormo: desde haces colaterales, pasando a haces colaterales con el xilema en forma de V, hasta llegar a haces anfibasales (Fig. 3).

Las principales variaciones observadas en las estructuras foliares (Fig. 4) están relacionadas con:

1) El desarrollo de caracteres fotosintéticos en las estructuras aéreas: vaina, lámina, glumas y glumelas.

2) La distribución del esclerénquima y los haces vasculares: los haces vasculares se encuentran conectados a casquetes subepidérmicos de esclerénquima en las estructuras aéreas (lámina, vaina y glumelas); con dichas estructuras en forma de viga se logra una gran resistencia con un mismo peso (Wilson 1990). En las estructuras foliares subterráneas los haces vasculares están incluidos en el mesófilo, no conectados con la epidermis. Los casquetes subepidérmicos de esclerénquima están ausentes en perfil y catafilos de los rizomas, en tanto son numerosos y bien desarrollados en los catáfilos del cormo, pero no conectados a los haces vasculares.

3) Los haces vasculares de las bases foliares del cormo están inmersos en el mesófilo no conectados con ninguna de las dos epidermis.

4) Los catáfilos del rizoma y del cormo son estructuras foliares poco desarrolladas reducidas a

la vaina. Al igual que las vainas de las hojas plenamente expandidas, estos catafilos desarrollan en el parénquima lagunas lisígenas hacia la cara adaxial. En las vainas foliares del cormo estos espacios lisígenos desintegran el mesófilo; también se destruyen las células epidérmicas; cuando las vainas foliares están senescentes quedan reducidas a cordones fibrosos formados por el haz vascular rodeado por vaina de fibras y extensiones esclerenquimáticas de estas vainas hacia ambas epidermis. Estos cordones altamente lignificados son los que persisten sin digerir en el rumen bovino después de 48 horas (Gasser & Tivano 1996).

La presencia de grandes espacios intercelulares lisígenos fue descrita también en vainas foliares de *Deschampsia flexuosa* L. (Groeneveld & Berkotte 1996).

Las estructuras fotosintéticas descritas en lámina foliar se encuentran también presentes en las brácteas que forman las espiguillas, como fuera descrito para otras Gramíneas (Sánchez 1983; Gasser *et al.* 1994).

La presencia de un parénquima cortical manifiesto en rizoma y cormo trae como consecuencia que el esclerénquima no se presente extendido hacia la epidermis; carácter que ha sido descrito para rizomas y estolones de otras gramíneas (Metcalf 1960; Sánchez 1984). En *Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus* (Hochst.) Hack. entre la epidermis y el parénquima cortical se observa una hipodermis esclerenquimática (Bowden 1964). En algunos tallos aéreos de la familia es frecuente también la presencia de una hipodermis similar o bien de casquetes subepidérmicos de esclerénquima (Metcalf, 1960; Sánchez, 1983; Cenci *et al.* 1984).

El rizoma de *B. auleticus* a lo largo de su ontogenia presenta desintegración del parénquima central, en consecuencia es un rizoma macizo que a medida que se vuelve senescente, presenta cavidad central hueca. Es de destacar que en gramíneas pueden encontrarse rizomas tanto macizos como huecos (Metcalf 1960).

Entre el parénquima cortical y el anillo de esclerénquima se observa una endodermis de 2-3 capas de células de espesor. En *Ammophila arenaria* (L.) Link la endodermis presenta 3-4 capas de células (Metcalf 1960). En ambos casos las células tienen paredes radiales y tangenciales internas engrosadas y lignificadas.

La presencia de haces anfigvasales, descrita en el cormo de *B. auleticus*, no es frecuente en gramíneas (Metcalf 1960). Este autor menciona que algunos haces vasculares son de este tipo en los entrenudos cortos de tallos y rizomas de *Calamovilfa longifolia* (Hook.) Hack.

La variación de la anatomía de las estructuras foliares y caulinares que ocurre a distintos niveles sobre el vástago está en directa relación con el microclima en el que dichas estructuras se desarrollan. Así si es subterráneo, encontramos determinadas modificaciones (Metcalf 1960) y si es aéreo las estructuras presentarán determinadas características según el nivel sobre el vástago en que se encuentran. El progresivo desarrollo de estructuras fotosintéticas, observado en los vástagos reproductivos de *Bromus auleticus*, posiblemente se deba al hecho que a medida que nos acercamos a la inflorescencia es mayor el grado de exposición a la luz del tallo, de los ejes de la inflorescencia y de las brácteas (Sánchez 1981; Gasser *et al.* 1994). Además se observa que los ejes de la inflorescencia (raquis, paracladios, raquilla) se tornan más sinuosos presentando costillas. Estas costillas en *B. auleticus* están formadas principalmente por esclerénquima, pero el clorénquima ocupa la parte cóncava de las sinuosidades y se extiende ascendiendo hacia las costillas. En otras gramíneas (Sánchez 1981) el clorénquima está vinculado principalmente con éstas. Sin duda ambas situaciones favorecen la exposición a la luz.

El grado de desarrollo de las estructuras fotosintéticas en los ejes y brácteas de la inflorescencia es muy importante si se tiene en cuenta que una gran proporción de los asimilados que constituyen las reservas de la semilla en formación son aportados por la hoja bandera y por la propia inflorescencia (Clayton & Renvoize 1986).

#### BIBLIOGRAFIA

BOWDEN, B.N. 1964. Studies on *Andropogon gayanus* Kunth. II. An Outline of the Morphology and Anatomy of *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* (Hochst.) Hack. Botanical Journal of the Linnean Society 58: 509-519.

CENCI, C.A., S. GRANDO & S. CECCARELLI. 1984. Culm Anatomy in Barley (*Hordeum vulgare*). Canadian Journal of Botany 62: 2023-2027.

CLAYTON, W.D. & S.A. RENVOIZE. 1986. *Genera Graminum*. Grasses of the World. Kew Bull. Series XIII. London.

ELLIS, R.P. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. Bothalia 12: 65-109.

GASSER, M., A.C. VEGETTI & J.A. TIVANO. 1994. Anatomía de las estructuras foliares y caulinares en vástagos reproductivos de *Eleusine indica* (L.) Gaertner y *E. tristachya* (Lam.) Lamark. Resúmenes VI Congr. Latinoamericano de Botánica. p. 39. Mar del Plata.

GASSER, M. & J.C. TIVANO. 1996. Comparación de la anatomía foliar de *Bromus auleticus* y *Setaria lachnea* sometidas a digestión in situ. Resúmenes XXV Jornadas Argentinas de Botánica. p. 26. Mendoza.

GROENEVELD H.W. & M. BERKOTTE 1996. Cell wall composition of leaves of an inherently fast- and an inherently slow-growing grass species. The Plant Cell and Environment 19: 1389-1398.

HATTERSLEY, P.W. 1984. Characterization of C<sub>4</sub> type leaf anatomy in grasses (Poaceae). Mesophyll: bundle sheath area ratios. Annals of Botany 53: 163-179.

METCALFE, C.R. 1960. Anatomy of the Monocotyledons I. Gramineae. Oxford University Press. Oxford.

OLMOS, F. 1993. *Bromus auleticus*. In: Serie Técnica 35. INIA Tacuarembó, Uruguay. 30 pp.

SAGE, R.F. & CH. D. REID. 1994. Photosynthetic Response Mechanisms to Environmental Change in C<sub>3</sub> Plants. In: R.E. Wilkinson (Ed.). Plant Environment Interactions, pp. 413-505. University of Georgia.

SÁNCHEZ, E. 1981. Desarrollo de la Estructura Kranz en Tallos de Gramineae. Lilloa 35: 37-40.

SÁNCHEZ, E. 1983. Estudios Anatómicos en Blepharidachne Hackel (Poaceae, Eragrostoideae, Eragrosteae). Revista Museo Argentino de C. Naturales "Bernardino Rivadavia" 6: 73-87.

SÁNCHEZ, E. 1984. Estudios Anatómicos en el Género *Munroa* (Poaceae, Chloridoideae, Eragrostidae). Darwiniana 25: 43-57.

SÁNCHEZ, E. & M. ARRIAGA. 1990 El síndrome de Kranz en Poaceae de la flora argentina. Parodiana 6: 73-102.

VEGETTI, A. C. 1997. Formas de crecimiento en *Bromus catharticus* y *B. auleticus*. Kurtziana 25 : 165-182.

WILSON, J.R. 1990. Influence of Plant Anatomy on Digestion and Fibre Breakdown. p. 99-117. In D.E. Akin *et al.* (Eds.) Microbial and opportunities to improve the utilization of lignocellulose by ruminants. Elsevier Science Publ. Co., New York.

ZULOAGA, F., E. NICORA, Z. RÜGOLO, O. MORRONE, J. PENSIERO & A. CIALDELLA. 1994. Catálogo de la Familia Poaceae en la República Argentina. Ed. Missouri Botanical Garden.

Fecha de recepción: 22.02.01  
 Fecha de aceptación: 30.06.02  
 Fecha de publicación: Abril de 2003.