

El xilopodio de *Eupatorium buniifolium* Hooker & Arnott y su respuesta después del fuego

MD Barrera ¹ y Stella M Rivera

¹ Departamento de Silvicultura y ² Departamento de Tecnología e Industrialización de la Madera, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, CC 31 1900, La Plata, Argentina.

Recibido 25 de junio de 1992; aceptado 8 de marzo de 1993

RESUMEN

Se estudió la estructura interna del engrosamiento leñoso presente en la base de los tallos de *Eupatorium buniifolium*, un arbusto perennifolio que crece en los faldeos rocosos de la Sierra de la Ventana. Los resultados cuali y cuantitativos del estudio anatómico confirmaron que tal engrosamiento era un xilopodio. Dicha estructura no presenta anillos de crecimiento, el parénquima axial está ausente y los radios leñosos son multiseriados.

La escasa diferencia entre peso húmedo y seco y la ausencia de parénquima axial permitió descartar que el xilopodio de *E. buniifolium* funcione como un órgano almacenador de agua. En cambio, por la alta capacidad de rebrote que mostró una población de esta especie después de un fuego (91 %), se puede considerar como una fuente potencial de yemas, capaz de regenerar nuevos tallos ante éste u otro tipo de perturbación externa.

Palabras claves: *Eupatorium buniifolium*, anatomía, xilopodio, rebrote, fuego, Sierra de la Ventana.

The xilopodium of *Eupatorium buniifolium* Hooker & Arnott and its response after fire

SUMMARY

A study has been made of the internal structure of the woody swelling present in the stem bases of *Eupatorium buniifolium*, a perennial shrub that grows in the rocky slopes of Sierra de la Ventana. The qualitative and quantitative data of the anatomic elements indicated that such structure was a xilopodium. Growth rings and the axial parenchyma were absent, the wood rays were multiseriate.

The scarce difference between fresh and dry weight and the absence of axial parenchyma suggests that the xilopodium of *E. buniifolium* does not function as a water storage organ. Owing to the high sprout ability that a population showed after fire (91 %), is that the xilopodium could be considered as a potential source of dormant buds, with the capacity to resprout after fire or other external disturbance.

Key words: *Eupatorium buniifolium*, anatomy, xilopodium, sprout, fire, Sierra de la Ventana.

INTRODUCCION

Eupatorium buniifolium Hooker & Amott (Compositae, Eupatoriaceae) (Cabrera, 1968) es un arbusto siempreverde de 0,8 a 1,5 m de alto, con hojas opuestas, simples y lineales o bien pinatisectas en las ramas principales (Fig.1). A nivel del cuello presenta un engrosamiento, del cual nacen de 3 a 6 ramas, de corteza color castaño oscuro. Posee un eje radicular principal de 2-3 cm de diámetro y algunas raíces secundarias de 0,5 cm de diámetro. La raíz principal puede penetrar en algunos perfiles hasta 50 cm. Su distribución es desde el sur de Bolivia, Paraguay, Uruguay y norte y centro de la República Argentina (Cabrera, 1968). En la provincia de Entre Ríos abunda en campos naturales sobrepas-

toreados y es considerada invasora, incluso maleza muy difícil de erradicar (Cabrera, 1978; Lema 1988). Se la ha observado en las provincias de Corrientes y Misiones, en terrenos muy disturbados como «capueras» y bordes de caminos. En Uruguay, Rosengurt (1979) la considera una maleza no palatable, a excepción de los ovinos que a veces ramonean sus brotes. Roig (1989), en un análisis fitosociológico del oeste de la ciudad de Mendoza, ubica a esta planta dentro de los grupos ecológicos de especies indicadoras de sitios con fuego y de suelos disturbados.

En la Sierra de la Ventana (38° 10'S y 61° 45'W) crece en los faldeos rocosos y pedregosos formando matorrales claros y puros, o bien asociada con *Discaria americana* Gillies & Hooker. (Frangi y Bottino, 1990). La densidad de esta especie se incrementa en sitios con fuerte pastoreo y de elevada pedregosidad superficial del suelo (Barrera, 1991).

En muchas especies leñosas la producción de nuevos tallos está estrechamente relacionada con un órgano situado en la base de los mismos. Éste ha sido denominado de diferentes maneras: tubérculos lignificados, para ambientes mediterráneos (tales como el Chaparral californiano o el matorral chileno) o xilopodios para las sabanas de Brasil y Venezuela, entre otros.

En la Sierra de la Ventana, en enero de 1987 un incendio afectó un sitio con arbustos pertenecientes con exclusividad a esta especie, consumiendo el estrato herbáceo y la copa de los arbustos, quedando solamente los tallos ennegrecidos. A los veinte días se pudo observar que los arbustos habían rebrotado vigorosamente desde la base, teniendo una altura entre 7 y 12 cm. Aprovechando este evento natural se decidió medir algunos

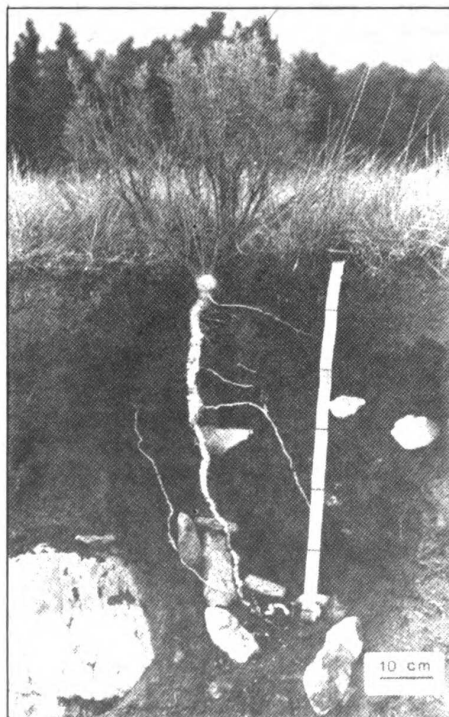


Figura 1. Aspecto general de *Eupatorium buniifolium*. General aspect of *Eupatorium buniifolium*.

parámetros estructurales de la población, con el objeto de compararlos con datos tomados por Barrera (1991) antes del incendio, y poder así conocer el grado de recuperación del sitio después de la acción del fuego.

El objetivo de este trabajo fue definir la estructura leñosa interna para comprobar la identidad morfológica del «xilopodio» y, además, discutir la capacidad de rebrote que presentó esta especie ante el fuego como factor agudo de perturbación externa.

MATERIALES Y METODOS

Anatomía

Se estudiaron anatómicamente las siguientes estructuras: tallo, «xilopodio» y raíz. El material coleccionado se encuentra depositado en el Herbario del Museo de Ciencias Naturales de La Plata como *Eupatorium buniifolium*, Barrera 22 LP. Las secciones anatómicas se encuentran depositadas en la microxiloteca de la Cátedra de Dendrología (101-115 XCD) de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata.

Las descripciones xilológicas se efectuaron sobre secciones transversales (St), longitudinales tangenciales (Stg) y radiales (Sr). Los cortes de 20 a 30 µm se realizaron sobre cubos (1 cm³) con xilótomo. Los cubos fueron hervidos en agua con gotas de humectante durante 5 h aproximadamente. Luego fueron vaciados con hipoclorito de sodio, lavados, coloreados con safranina al 1% en alcohol 50^o y montados en Bálsamo de Canadá.

Las maceraciones se prepararon siguiendo la técnica de Jeffrey (Johansen, 1940) obteniéndose los datos de longitud sobre 40 lecturas en cada caso. Para la determinación de los contenidos tánicos se utilizó cloruro férrico al 10 % y para la de almidón solución

alcohólica de I-IK (Iugol) (Johansen, 1940).

La terminología empleada en las descripciones anatómicas responde al Glosario Multilingüe de Términos en Anatomía de Maderas (IAWA, Committee on Nomenclature, 1964). Para la clasificación de los elementos vasculares y fibras se usaron las tablas de Chattaway (1932).

Con el objeto de conocer si esta estructura actuaría como un órgano almacenador de agua, se cosecharon 15 «xilopodios» de diferentes tamaños y se pesaron. Luego fueron secados a 70°C durante 48 h y pesados nuevamente, obteniéndose así un porcentaje de peso húmedo-seco.

Estructura de la población

El sitio afectado por el incendio está ubicado sobre la Ruta Provincial N°76, frente al Cerro de la Ventana. Esta comunidad crece sobre suelos muy pedregosos formando una orla arbustiva al pie del frente rocoso de exposición N y W de cerros bajos (Frangi y Bottino, 1990).

Para estimar la densidad de individuos adultos y renovales antes del incendio, Barrera (1991) utilizó 10 parcelas circulares de 30 m², contando todos los individuos enraizados dentro de las mismas. La cobertura fue estimada a partir de la medición de dos diámetros perpendiculares de copa de cada individuo, asumiendo que el follaje cubre un área circular o elíptica (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Estos datos le permitieron, además, obtener el volumen de los individuos, utilizándolo como cuerpo un cono invertido. Tres años después del incendio, se realizó un muestreo similar con igual número y tamaño de parcelas contando, además, el número de individuos no rebrotados.

RESULTADOS

Anatomía

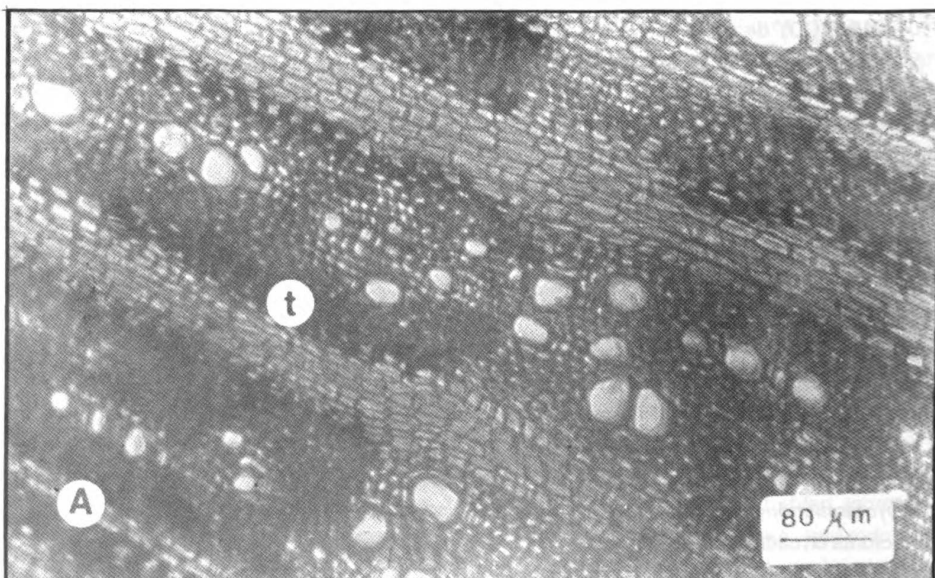
Tallo

St: los anillos de crecimiento están demarcados por la compresión radial de las fibras y de vasos agrupados siguiendo la línea del anillo (Fig. 1A). Estos elementos de vaso son los de mayor diámetro (123 μm) siendo en el leño tardío muy pequeños (30 μm) (Tabla 1). Se observan radios anchos de trayecto rectilíneo con filas de células oscuras por la presencia de taninos (Fig. 1A). El parénquima es vasicéntrico. Las fibras son de sección poligonal. Presenta médula parenquimática que ocupa un 10% del diámetro de la sección.

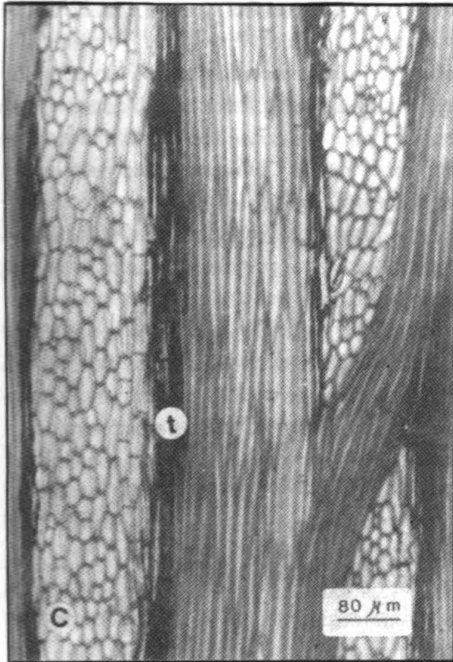
Stg: los elementos de vaso presentan tabique terminal oblicuo, puntuaciones areoladas alternas y espesamientos espiralados delgados (Fig. 1B). Predominan los radios multiseriados (Fig. 1C) de 9 células de ancho



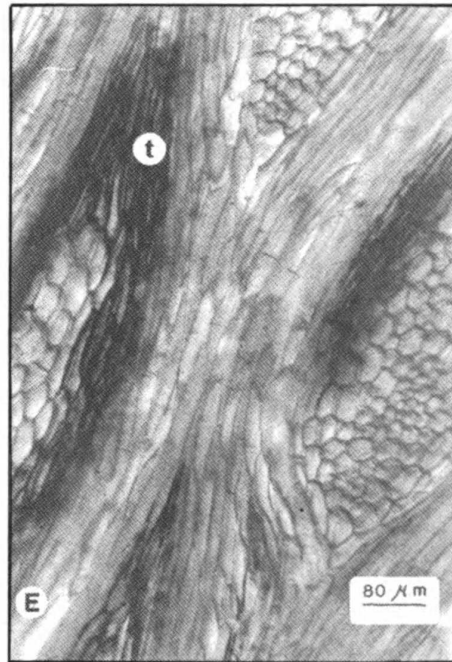
B. Sección tangencial de tallo.



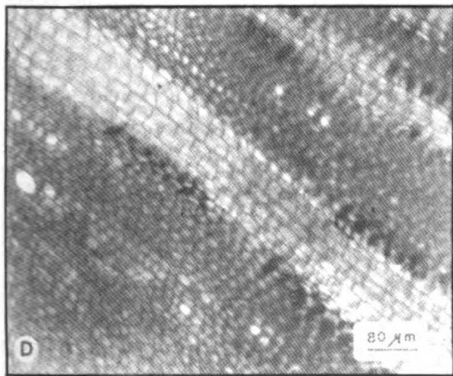
A. Sección transversal de tallo. t: contenidos tánicos.



C. Sección tangencial de tallo. t: contenidos tánicos.



E. Sección tangencial de xilopodio. t: contenidos tánicos.



D. Sección transversal de xilopodio.

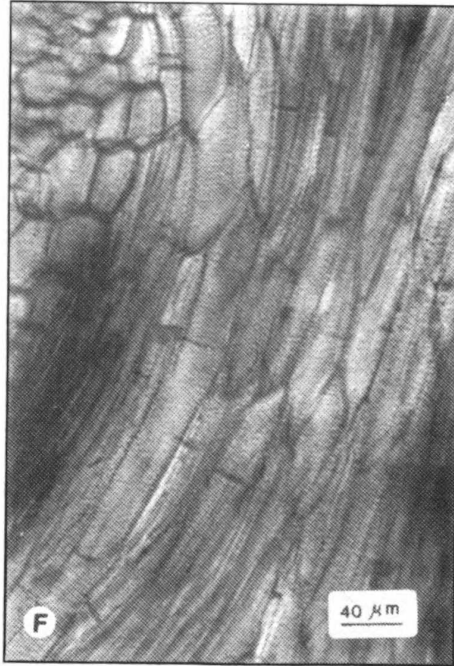
y hasta 54 células de alto, encontrándose radios anastomosados con ordenamiento regular. Se observan células parenquimáticas envolventes de los radios con contenidos tánicos.

Sr: los radios son heterogéneos, con células procumbentes rectangulares y cuadradas; los márgenes constituidos por una o más hileras de células erectas. Los elementos de vaso presentan placa de perforación simple.

Material disociado: las fibras son muy cortas (311 μm) al igual que los vasos (152 μm) con un rango de variación entre 90 a 233 μm (Tabla 1). «Xilopodio»

St: no demarca anillos de crecimiento. Presenta porosidad difusa, escaso número de vasos solitarios o agrupados en número de 2 o 3 de 39 μm de diámetro. Se observan radios anchos y de trayecto más o menos rectilíneo (Fig. 1D). El xilopodio está constituido en un 70 % por células parenquimáticas de los radios y el resto por fibras y vasos. No se observa parenquima axial ni médula.

Stg: Los radios son multiseriados de 14 células



F. Sección tangencial de xilopodio.

Tabla 1: Mediciones promedio (μm) de los elementos anatómicos de *Eupatorium buniifolium*. Entre paréntesis rango de variación.

Average measurements (μm) of anatomic elements of *Eupatorium buniifolium*. Between parenthesis range of variation.

	Tallo	Xilopodio	Raíz
Longitud de fibras	311 (200-400)	293 (189-411)	348 (220-466)
Longitud de vasos	152 (90-233)	150 (117-200)	214 (133-266)
Diámetro de vasos	44 (30-123)	39 (27-53)	48 (21-60)

de ancho y 90 células de alto con un ordenamiento irregular (Fig. 1E). También se observan células con contenidos tánicos. Los elementos de vaso presentan tabique terminal oblicuo y puntuaciones areoladas alternas de contorno circular a orbicular y espesamientos espiralados (Fig. 1F).

Sr: los radios son heterogéneos, hay células procumbentes rectangulares y cuadradas. Los elementos de vaso presentan placa de perforación simple.

Material disociado: vasos muy cortos de 150 μm con apéndices vasculares, fibras muy cortas de 293 μm (Tabla 1). No se detectó almidón y la diferencia entre peso húmedo y seco fue del 10 % menor.

Raíz

St: No demarcan anillos de crecimiento. Presenta porosidad difusa. Vasos en su mayoría solitarios o agrupados en series radiales de a 3 (múltiples cortos) de 48 μm (Tabla 1). Se observan radios multiseriados de trayecto rectilíneo en zonas próximas a la médula que luego cambian su dirección. Presenta fibras gelatinosas en algunos sectores. La médula parenquimática ocupa un 10% de la sección.

Stg: Los elementos de vaso presentan tabique terminal oblicuo, puntuaciones areoladas opuestas. Predominan los radios bajos de 30 células, encontrándose radios anastomosados con ordenamiento irregular. Se observan células envolventes de los radios con contenidos tánicos.

Sr: los radios son heterogéneos, presenta células procumbentes rectangulares y cuadradas. Los elementos de vaso presentan placa de perforación simple.

Material disociado: Las fibras y los elementos de vaso son cortos de 348 y 214 μm respectivamente (Tabla 1).

Estructura de la población

En la Tabla 2 se presentan algunos datos estructurales de la población, antes y después del fuego, estos últimos fueron estimados en noviembre de 1990.

El 91 % de los arbustos rebrotaron después del fuego. Stohlgren (1990) propone para especies rebrotadoras cuantificar el «reemplazo potencial» de los tubérculos lignificados muertos por el fuego y el cambio de la densidad de arbustos con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Reemplazo potencia (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ renovales} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ nudos muertos}}$$

$$\text{Cambio en densidad de arb. (\%)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ arb. post-fuego} - \text{N}^\circ \text{ arb. pre-fuego} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ arbustos antes del fuego}}$$

Tabla 2: Características estructurales de la población, antes y después del incendio de enero de 1987. (\pm error estándar).

Structural characteristics of the population, before and after the fire of January 1987. (\pm standard error).

	Antes(*)	Después
Densidad (ind/m ²)	0,56 (\pm 0,05)	0,51 (\pm 0,05)
Altura promedio (cm)	40	50
Volumen promedio (dm ³ /ind)	34	77
Cobertura promedio (m ² /ind)	0,18	0,38
Renovales (ind/m ²)	0	0

(*) Tomados de Barrera (1991)

Los valores para esta población fueron de 0 y -9% para ambas ecuaciones respectivamente. La cobertura y volumen alcanzados fueron mayores y las copas de los arbustos presentaban una forma isodiamétrica. Igual que antes del incendio no fueron encontrados renovales, observación que fue seguida periódicamente durante tres años después del fuego. Se observaron rebrotes desde las partes más altas de los tallos de los arbustos quemados.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El xilopodio de *E. buniifolium* presenta un ordenamiento irregular del sistema leñoso, dado principalmente por la trayectoria curva y disposición sinuosa de las fibras. Es interesante destacar la anastomosis entre los vasos. Paviani (1977), en un estudio morfológico y anatómico del xilopodio de *Brasilia sickii*, describe similares características de la estructura secundaria. El xilopodio analizado no presenta anillos de crecimiento. Los radios leñosos observados son multiseriados de hasta 14 células de ancho. El parénquima axial está ausente en el xilopodio y es vasicéntrico escaso en el tallo. Se han observado pocas fibras gelatinosas en el xilopodio, siendo más abundantes en la raíz, probablemente debido a la naturaleza rocosa y pedregosa del lugar donde se coleccionó esta especie. La escasa diferencia entre peso húmedo y seco y la ausencia de almidón permitió descartar que el xilopodio de *E. buniifolium* funcione como un órgano almacenador de agua o sustancias alimenticias. Lindman (1906) ha considerado para ejemplares que crecen en Brasil austral, Uruguay y Paraguay, que el xilopodio comprende la base del tallo y la parte superior

de la raíz. Rizzini (1965) aplica el nombre de xilopodio en Brasil, a un conspicuo órgano subterráneo propio de los arbustos abundantes en los «campos» del «cerrado», definiéndolo como un tubérculo leñoso y gemífero que posee la capacidad de sobrevivir las estaciones secas y rebrotar en el inicio de las estaciones lluviosas.

Según Chattaway (1958) el tubérculo lignificado posee características anatómicas semejantes a la de los tallos aéreos y las diferencias son, sobre todo, de orden cuantitativo. En *E. buniifolium* se observaron importantes diferencias en el número de células del alto y ancho de los radios.

Tamayo (1982) considera que el xilopodio es una estructura ensanchada con gemiparidad, propia de las plantas sujetas a una larga temporada seca, generalmente leñosa y con sustancias de reserva; cumpliendo la función de asegurar la supervivencia durante el periodo adverso. Para James (1984) el tubérculo lignificado es una fuente potencial de yemas, capaces de funcionar después de una perturbación.

En la Sierra de la Ventana, Ponce (1986) ha descrito la presencia de xilopodios en dos especies herbáceas perennes y un sufrútice. Dicha autora considera que la presencia de tal estructura le asegura la supervivencia ante la acción de estreses marcados, causados por sequías pronunciadas, bajas temperaturas extremas o factores agudos como el fuego.

Mesléard y Lepart (1989) proponen la hipótesis que la presencia de tubérculos lignificados está asociada con la forma de crecimiento de las especies leñosas. Es una característica general que los arbustos muestren un crecimiento basitónico, i.e. las yemas dominantes son las situadas en la base de los tallos y pueden dar lugar a rebrotes vigorosos. Por esto es que la presencia de tubérculos lignificados y basitonía no tendría

que ser considerada en forma separada sino juntas, como parte del patrón de crecimiento y desarrollo de una arquitectura.

La aparición de rebrotes desde los tallos aéreos quemados también ha sido encontrado en el matorral chileno. Araya y Avila (1981) consideran que podría deberse a que el fuego sólo afectó en esos órganos los tejidos superficiales, sin dañar el cambium vascular y las yemas.

El hecho de no haber encontrado renovales y la alta capacidad de rebrote que manifestó *E. buniifolium* después del fuego, muestra que éste es el mecanismo de regeneración.

De acuerdo a la clasificación de Naveh (1975) quien subdividió a las plantas leñosas de ambientes de tipo mediterráneo, de acuerdo a sus mecanismos de regeneración después del fuego, *E. buniifolium* se ubicaría como una especie con regeneración **vegetativa obligatoria** («obligatory sprouters»), apta para rebrotar desde el xilopodio y con una baja probabilidad de ser muerta por el fuego. Zedler (1981), dentro de esta categoría, considera que las especies pueden a su vez ser clasificadas en dos subgrupos: si establecen renovales (rebrotadores con germinación) o no (rebrotadores sin germinación) después del fuego. *E. buniifolium* pertenecería entonces, a este último grupo.

En relación al no establecimiento de renovales, Keeley y Zedler (1978) sostienen que las especies que sufren una completa mortalidad después del fuego deben establecer un número sustancial de renovales. Estos autores observaron en el chaparral californiano que después del fuego, *Quercus dumosa* mostró una muy baja mortalidad de adultos y ningún establecimiento de renovales. De hecho los resultados obtenidos en este trabajo coinciden. Si el número de renovales a establecerse sería el necesario para reem-

plazar a los adultos que han muerto después del fuego, un 9% de mortalidad sería un número bastante bajo, para encontrar un alto número de renovales.

La alta resiliencia de esta especie al fuego, manifestada a través del rebrote por la población, debe ser considerada como un factor clave del éxito competitivo y del grado de recuperación del sitio luego del disturbio.

De acuerdo al análisis xilológico por el cual se identificó a la estructura anatómica como un verdadero xilopodio y al análisis estructural de la población estudiada, se concluye que el xilopodio de *E. buniifolium* funcionaría como una fuente potencial de

yemas, capaz de regenerar nuevos tallos ante el pasaje del fuego, sin descartar igual respuesta ante otros tipos de perturbaciones.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los Dres. Jorge L Frangi y Alcides A Sáenz por las oportunas sugerencias recibidas durante la realización de este trabajo y al personal de la División Ficológia de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata por el material óptico facilitado.

BIBLIOGRAFIA

- Araya S y G Avila (1981) Rebrote de arbustos afectados por el fuego en el «matorral chileno». Anales del Museo de Historia Natural 14:107-113.
- Barrera MD (1991) Estudios ecológicos en las comunidades con arbustos de la Sierra de la Ventana. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de la Plata, 135 p.
- Cabrera AL (1968) Compositae. En: Flora de la Provincia de Buenos Aires. Ed AL Cabrera Col Cient INTA Tomo IV. Parte VI
- Cabrera AL (1978) Compositae. En: Flora Ilustrada de Entre Ríos (Argentina). Ed A Burkart. Col Cient INTA Tomo VI Parte 6a, 332 p.
- Chattaway MM (1932) Proposed standards for numerical values used in describing wood. Tropical Woods 29:20-28
- Chattaway MM (1958) Bud development and lignotuber formation in *Eucalyptus*. Austral J Bot 6:103-115
- Frangi JL y OJ Bottino (1990) Comunidades Vegetales de la Sierra de la Ventana. Inédito, 66 p.
- laws, (Committee on Nomenclature) (1964) Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Verlagsanstalt Buchdruckerei Konkordia Winterthur, 186 p.
- James S (1984) Lignotubers and Burls -their Structure, Function and Ecological Significance in Mediterranean Ecosystems. Bot Rev 50: 225-266
- Johansen DA (1940) Plant microtechnique. McGraw-Hill Book Co., New York, 532 p.
- Keeley JE y PH Zedler (1978) Reproduction of chaparral shrubs after fire: A comparison of sprouting and seedling strategies. Amer Midl Naturalist 99:142-161.
- Lema O (1988) Catálogo Ilustrado de la Flora de Salto Grande. Tomo I. Introducción a su estudio. Comisión Técnica Mixta de Salto Grande, 224 p.
- Lindman CA (1906) A vegetação no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Imp Livraria Universal, XIII, 168 p
- Mesléard F y J Lepart (1989) Continuous basal sprouting from a lignotuber *Arbutus unedo* L. and *Erica arborea* L., as woody Mediterranean examples. Oecologia 80: 127-131
- Mueller-Dombois D y H Ellenberg (1974) Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, 547 p.
- Naveh Z (1975) The evolutionary significance of fire in the mediterranean region. Vegetatio 29: 349-352.
- Paviani TI (1977) Estudo morfológico e anatómico de *Brasilia sickii* G.M. Barroso. II. Anatomia da raiz, do xilopódio e do caule. Rev Brasil Biol 37(2): 307-324
- Ponce Marta M (1986) Morfología ecológica de plantas

Barrera y Rivera. El xilopodio de *Eupatorium bunifolium*...

- saxícolas del Cerro Ventana, Prov. de Buenos Aires, Argentina. *Darwiniana* 27: 237-271 .
- Rizzini C** (1965) Estudios experimentais sobre o xilopodio e outros orgaos tuberosos de plantas do cerrado. *An Acad Brasil Ciênc* 37:87-113
- Roig FA** (1989) Ensayo de detección y control de la desertificación en el W de la ciudad de Mendoza, desde el punto de vista de la vegetación. En: *Detección y control de la desertificación*. Ed Roig FA Mendoza, Argentina 196-232
- Rosengurt B** (1979) Tablas de comportamiento de las especies de campos naturales en el Uruguay. Dirección General de Extensión Universitaria. Montevideo. Uruguay, 92 p.
- Stohlgren TJ** (1990) Monitoring Prescribed Fire Effects on Chamise. En: *Examples of Resource Inventory and Monitoring in National Parks of California: 235-248*. *Proceeding of the Third Biennial Conference*. Ed van Ripper III C, Stohlgren TJ, Veirs Jr. SD & Hultyer SC. USDA National Park Service. Transactions and Proceedings Series N°8. Washington, DC.
- Tamayo R** (1982) El xilopodio. *BoI Soc Venezolana Cs Nat* 37: 205-206
- Zedler PH** (1981) Vegetation change in chaparral and desert communities in San Diego County, California. En: *Forest succession. Concepts and aplications*. Ed West DC, HH Shugart y D Botkin Springer-Verlag, New York, New York, USA 406-430.