

## Secreciones intravasculares de sustancias gomosas en *Cercidium praecox* (Fabaceae)

MARÍA ALEJANDRA LOSANO\*

NILDA DOTTORI\*\*

MARÍA TERESA COSA\*\*\*

**Resumen.** Se estudia el mecanismo de secreción de sustancias gomosas en el xilema secundario de *Cercidium praecox* (Ruiz et Pav.) Harms, proveniente de la Provincia de Córdoba, Argentina. La formación de sustancias gomosas comienza en las células del parénquima que rodea a los vasos, y causa la oclusión total o parcial del lumen de éstos, coincidiendo con la ocurrencia de un traumatismo. Para este estudio se extrajeron muestras de leño en seis ejemplares sanos y posteriormente heridos. Se utilizó un sacabocado de 16 mm de diámetro, el que provocó un daño mecánico en el tallo que afectó a los tejidos comprendidos entre la epidermis y el xilema secundario; el diámetro de los tallos analizados variaron entre 4 y 12 cm y corresponden a ramas y fuste respectivamente. Se discute la relación con agentes bióticos como los hongos, así como el posible significado ecológico.

**Palabras clave:** *Cercidium praecox*, Fabaceae, secreción intravascular, sustancias gomosas.

**Abstract.** The secretory mechanism of gummous substances in secondary xylem of *Cercidium praecox* (Ruiz et Pav.) Harms growing in Córdoba, Argentina is studied. Secretion of gummous substances begins in parenchyma cells around vessels, ending with the total or partial occlusion of the vessel lumina, where a traumatism occurs. The relationship to biotic agents such as fungi, as well as its possible ecological significance are discussed.

**Key words:** *Cercidium praecox*, Fabaceae, intravascular secretions, gummous substances, gummosis.

\* Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 299. 5000 Córdoba. Argentina.

\*\* Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV). Casilla de Correo 495. 5000 Córdoba. Argentina. e-mail: dottori@imbiv.unc.edu.ar

## Introducción

Entre las especies autóctonas argentinas productoras de goma ha sido citada *Cercidium praecox* (Ruiz et Pav.) Harms (Cozzo, 1951; Orueta y Bronstein, 1988); árbol característico del Bosque Chaqueño de Llanura (Burkart y Carter, 1976; Martínez Carretero, 1986).

La secreción gomosa está constituida por un polisacárido ácido, soluble, formado por arabinosa, xilosa y ácido glucurónico (Cerezo *et al.*, 1968; Bianchi, 1973; Anderson *et al.*, 1990; De Pinto *et al.*, 1993); y se evidencia de los 20 a los 30 días de producida una herida (Losano, 1995).

Se han señalado varios mecanismos que explican la producción de goma y de gomo-resinas; entre ellos: la desorganización de las paredes celulares del xilema maduro o de grupos de células parenquimáticas especializadas (Fahn, 1988); la actividad de células secretoras hacia el interior de conductos esquizógenos (Setia *et al.*, 1977; Venkaiah, 1988), o esquizolisígenos (Morrison y Polito, 1985) y la actividad de células parenquimáticas secretoras que rodean a los vasos y vierten su contenido hacia el interior de los mismos (Catesson *et al.*, 1976; Joseleau y Ullman, 1990).

El presente trabajo tiene por objetivo conocer el mecanismo de secreción de sustancias gomosas en el xilema secundario de *Cercidium praecox* dado que, en la industria, interesa como posible sustituto de la goma arábica (Anderson *et al.*, 1990; De Pinto *et al.*, 1993), lo cual convierte a esta especie en un recurso natural alternativo en ecosistemas degradados o escasamente productivos.

## Material y métodos

El material estudiado proviene de Argentina: Provincia de Córdoba: Departamento Pocho, Chancaní, *Losano 1*, 6-XI-1989 y Departamento San Javier, Yacanto, *Cosa 249*, 3-I-1996.

Para el análisis anatómico, se extrajeron muestras de leño en seis árboles sanos y posteriormente heridos, de ambas localidades. Se utilizó un sacabocado de 16 mm de diámetro, el que provocó un daño mecánico en el tallo que afectó a los tejidos comprendidos entre la epidermis y el xilema secundario; el diámetro de los tallos dañados variaron entre 4 y 12 cm y corresponden a las ramas y fuste respectivamente. Las muestras se fijaron en FAA en el lugar de recolección para evitar su contaminación. El período de muestreo comprendió desde setiembre a marzo, por ser éste el período de mayor producción de goma (Losano, 1995). Se analizaron las muestras inicialmente obtenidas y otras extraídas un mes después de zonas del tallo próximas a las primeras.

Se hicieron preparaciones temporarias y permanentes en tallos con diámetros que variaron entre 4 y 12 cm. Los tallos de menor diámetro se incluyeron en paramat y se cortaron con micrótopo rotativo; las secciones de 10 a 20  $\mu\text{m}$  se tiñeron con hematoxilina activada, safranina y verde permanente (Conn *et al.*, 1960). En los tallos de mayor diámetro se realizaron cortes de 20 a 40  $\mu\text{m}$  con xilótomo, se tiñeron

con safranina o azul de metileno para identificar las paredes celulares lignificadas, contrastando con azul de algodón que tiñe el contenido citoplásmico (Johansen, 1940). Secciones de material fresco fueron tratadas con IIK, para determinar la existencia de almidón; con Fehling, para poner de manifiesto azúcares reductores y con ozozonas para detectar hexosas (Johansen, 1940).

## Resultados

Cuando el leño del fuste o de las ramas de *Cercidium praecox* es lesionado, se desencadena un proceso de secreción gomosa que, debido a las presiones hídricas internas, se vierte en la superficie del órgano a nivel de las heridas y allí se acumula. La secreción gomosa de color ámbar se solidifica en contacto con el aire (Fig. 1 A y B).

Dicha secreción tiene su origen en las células del parénquima asociadas a los miembros de vaso. Esas células parenquimáticas normalmente no tienen actividad secretora pero, después que el leño es lesionado, presentan importantes cambios; el citoplasma se torna muy denso y se tiñe intensamente con azul de algodón (Fig. 2 A). Luego, en posición periférica, se observan depósitos gomosos redondeados en el interior de las células parenquimáticas (Fig. 2 B y C), sin que sus paredes celulares sufran desorganización o lisis. Sin embargo, los vasos son ocluidos gradualmente por las gotas de dicha sustancia gomosa, las que se vierten a través de las puntuaciones areoladas (Figs. 2 C y 3 A, B), hasta ocluir totalmente el lumen de los vasos, tanto de la albura como del duramen (Fig. 2 D).

Las células del parénquima radial asociada a los vasos, cuando el leño es lesionado, también son productoras de goma; en cambio, en el floema secundario no se evidenció ningún tipo de actividad secretora (Fig. 3 D).

A veces, en el lumen de los vasos próximos a los tejidos dañados e independientemente de la presencia o ausencia de goma, se observaron hifas fúngicas (Fig. 3 C); en otros casos, un elevado número de larvas de insectos, que no pudieron ser identificadas, salían a través de las heridas.

En tejidos sanos, el parénquima no asociado con los vasos (radial, vertical y medular) tiene como reservas abundante almidón y otros azúcares, según lo indican las reacciones con IIK, Fehling y ozozonas (Fig. 4 A, B); mientras que el parénquima relacionado con los vasos carece de almidón, aun cuando los vasos no presenten secreción gomosa.

## Discusión y conclusiones

El mecanismo de secreción de sustancias gomosas a los 20 ó 30 días de producidas las heridas (Losano, 1995), no está relacionado con la desorganización de pared celular, a diferencia de lo citado por Fahn (1988) en otros géneros. Tampoco se comprobó que el producto de la actividad de las células secretoras se vierta hacia el



Fig 1. *Cercidium praecox*. A: vista general del árbol; B: detalle del fuste mostrando la secreción gomosa, marcada con flecha (Losano 1).

interior de conductos esquizógenos o esquizolisígenos como fue descrito en *Commiphora mukul* Engl., *Ailanthus excelsa* Roxb. y *Citrus* sp. (Setia *et al.* 1977; Venkaiah, 1988; Morrison y Polito, 1985).

Las gomas en *C. praecox* son el resultado de la secreción de las células parenquimáticas asociadas a los vasos, como respuesta a un traumatismo. Posiblemente, los precursores de dicha sustancia gomosa provengan del abundante almidón, acumulado en el parénquima xilemático no asociado a los vasos, ya que éste está presente en los leños sanos y desaparece en los leños heridos. La utilización del almidón como fuente para la elaboración de gomas fue señalada por Fahn (1979, 1985).

El mecanismo de secreción en *C. praecox* es similar al observado por Catesson *et al.* (1976) en *Ulmus* y *Dianthus*, si bien en este último caso el estímulo que desencadena la secreción es la infección fúngica. En *C. praecox*, aunque se han observado hifas

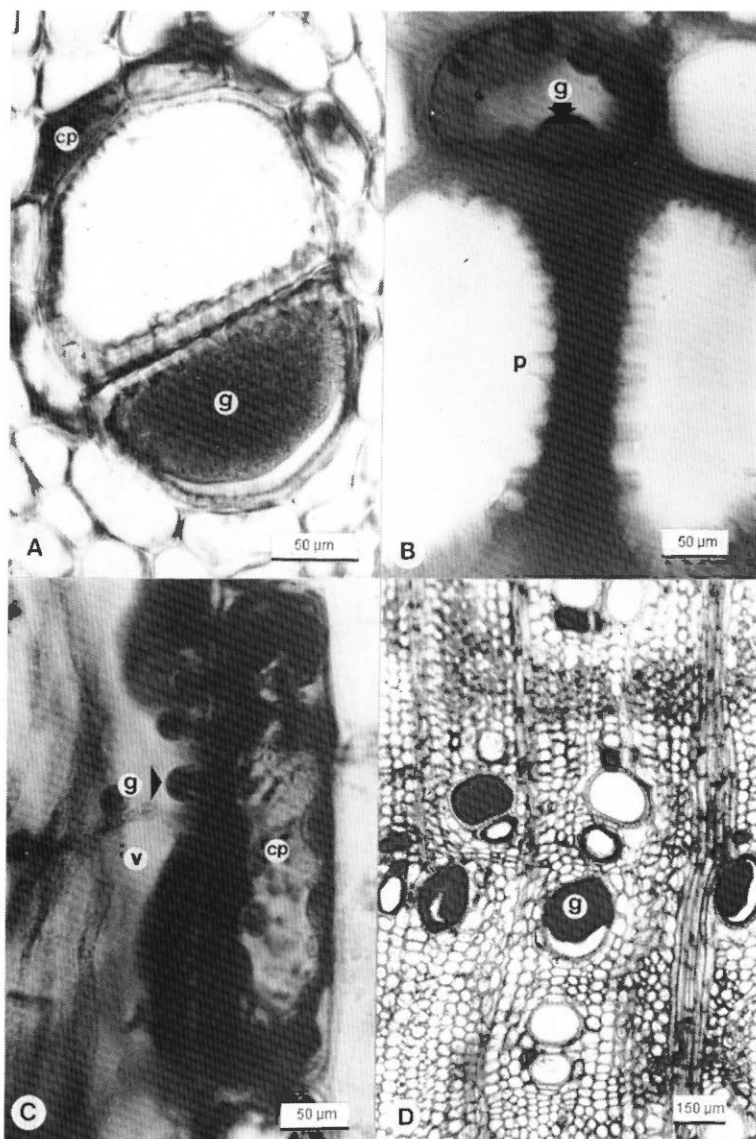


Fig. 2. A: corte transversal con dos miembros de vasos del xilema secundario; uno vacío y asociado con células parenquimáticas de contenido denso y el otro ocluido con secreciones gomosas y rodeado por células parenquimáticas sin contenido; B: corte transversal de una célula parenquimática con depósito de sustancia gomosa en la periferia y miembros de vasos asociados; C: corte longitudinal por célula parenquimática vertiendo las sustancias gomosas en un miembro de vaso, a través de las puntuaciones; D: sector de un corte transversal por xilema secundario con poros ocluidos por sustancias gomosas. *Abreviaturas.* cp: células parenquimáticas; g: secreción gomosa; v: miembro de vaso; p: puntuaciones areoladas.

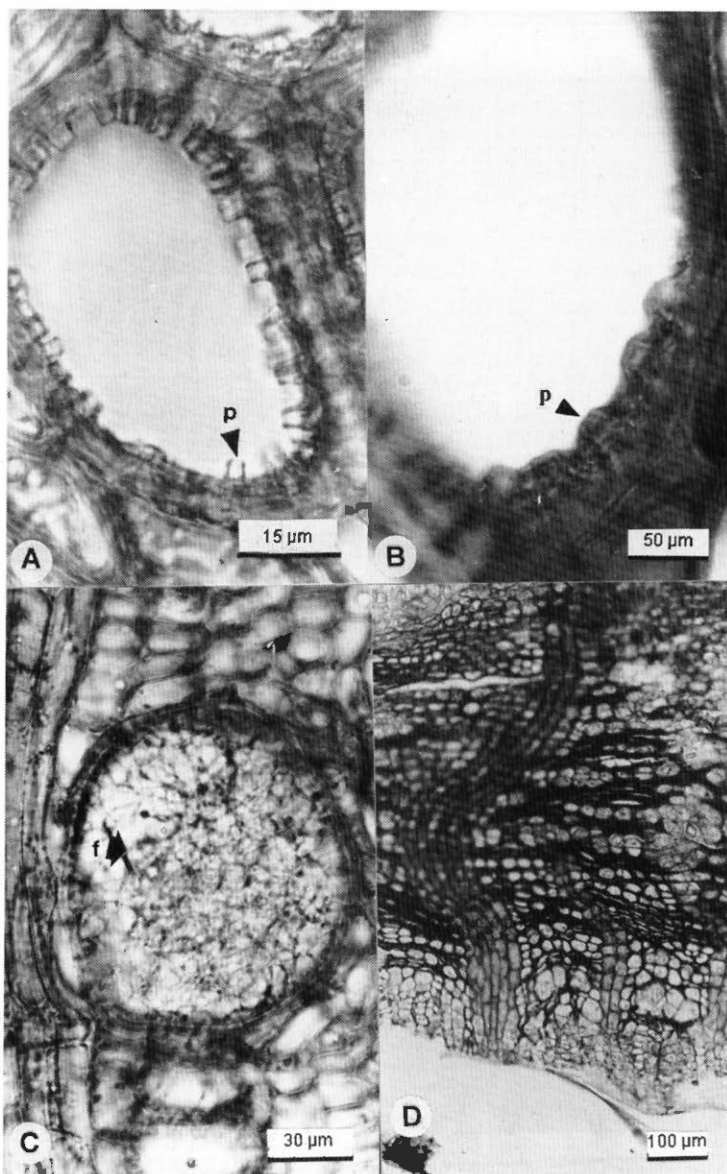


Fig. 3. A y B: cortes transversales por miembros de vasos mostrando las puntuaciones areoladas con reborde prominente; C: corte transversal por xilema secundario mostrando miembros de vasos ocluidos con hifas fúngicas y asociado con parénquima que no muestran signos de secreción; D: floema secundario sin evidencias de secreciones gomosas, las células oscuras son células colapsadas y la separación de las células en el extremo superior izquierdo es un artificio. *Abreviaturas.* p: puntuaciones areoladas; f: hifas fúngicas.

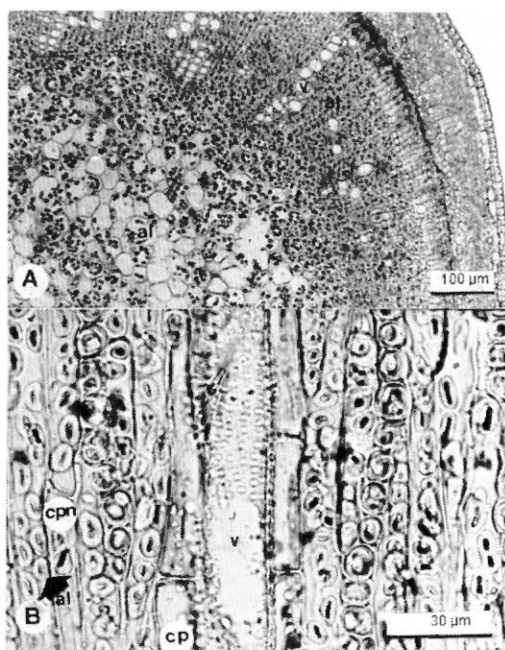


Fig. 4. A: corte transversal por tallo secundario joven sin sustancias gomosas y con abundante almidón en el parénquima xilemático y en la médula; B: corte longitudinal por xilema secundario del fuste, con abundante almidón en el parénquima no asociado a los vasos, los mismos sin secreción gomosa. *Abreviaturas.* al: almidón, v: miembro de vaso. cp: célula parenquimática asociada a vaso; cpn: célula parenquimática no asociada a vaso.

fúngicas en el interior de los vasos, éstas aparecen después de provocadas las heridas por lo que, al parecer, el daño mecánico sería, en primera instancia, el disparador del proceso de secreción.

Las puntuaciones areoladas que conectan a los vasos con las células parenquimáticas son prominentes hacia el lumen celular (Cozzo, 1953), favoreciendo posiblemente el flujo unidireccional de la secreción hacia el vaso e impidiendo el retorno de la misma hacia la célula parenquimática.

En la especie estudiada, las sustancias gomosas se observan en el xilema secundario, tanto en el duramen como en la albura, aunque diversos autores las mencionaron únicamente en el duramen (IAWA, 1989; Gibson, 1983; Tortorelli, 1956; Cozzo, 1951). En las fibras xilemáticas no se observaron secreciones gomosas; en cambio, según Metcalfe y Chalk (1957), en *Cercidium*, se halló en el interior de las fibras un contenido oscuro como goma.

En *Acacia senegal* (L.) Willd. se identificaron precursores de la goma en el floema y en la parte interna de la corteza, provenientes de la actividad secretora de sus

células parenquimáticas (Joseleau y Ullman, 1990), mientras que, en *C. praecox*, no se observaron transformaciones vinculadas con la secreción en el parénquima floemático ni cortical.

La producción de goma posiblemente constituya un mecanismo adaptativo de plantas que colonizan hábitats degradados (Losano, 1995), como defensa contra la pérdida de agua. La secreción está activa desde setiembre a marzo, con un máximo de producción en diciembre cuando el estado hídrico mejora (Losano, 1995). Sin duda, este mecanismo es desencadenado por daños mecánicos en el tronco o en las ramas; dado que esta especie coloniza áreas desmontadas del bosque chaqueño de llanura. La deforestación se realiza con machete y esto ocasiona heridas en el leño que estimulan la formación de la goma.

**Agradecimientos.** A la Dra. Teresa Emil Di Fnlvio por las valiosas sugerencias y la lectura crítica del manuscrito.

### Literatura citada

- ANDERSON, D. N. W., W. WEIPING Y G. P. LEWIS. 1990. The composition and properties of eight gum exudates (*Leguminosae*) of American origin. *Biochemistry Systematics and Ecology* 18 (1): 39-42.
- BIANCHI, E. M. 1973. Composición química de la goma de *Cercidium australe* Johnston (Brea). *Archivos de Bioquímica* 18: 159-169.
- BURKART, A. Y A. CARTER. 1976. Notas del género *Cercidium* (*Caesalpinioideas*) en Sud América. *Darwiniana* 20 (3-4): 305-311.
- CATESSON, A. M., Y. CZANINSKY, M. PERESSE Y M. MOREAU. 1976. Sécrétions intravasculaires de substances "gommeuses" par les cellules associées aux vaisseaux en réaction à une attaque parasitaire. *Bulletin de la Société Botanique de France* 123: 93-107.
- CEREZO, A. S., M. STACEY Y J. M. WEBBER. 1968. Some structural studies of brea gum (an exudate from *Cercidium australe*). *Carbohydrates Research* 7: 43-56.
- CONN, H. J., M. A. DARROW Y V. M. EMMEL. 1960. *Staining procedures* I-XII. Williams and Wiltings, Baltimore, Maryland. 289 p.
- COZZO, D. 1951. Anatomía del leño secundario de las leguminosas mimosóideas y caesalpinioideas argentinas. *Revista del Insitituto Nacional de Investigaciones. Ciencia Natural, Ciencia Botánica* 2: 63-146.
- COZZO, D. 1953. Puntuaciones craterimorfás en los vasos de *Cercidium*. *Revista Argentina de Agronomía* 20 (3): 126-129.
- DE PINTO, G., O. RODRÍGUEZ, M. MARTÍNEZ Y C. RIVAS. 1993. Composition of *Cercidium praecox* gum exudates. *Biochemistry. Systematic and Ecology* 21 (2): 297-300.
- FAHN, A. 1979. *Secretory tissues in plants*. 1-X. 1-302. Academic Press, London.
- FAHN, A. 1985. *Anatomía vegetal*. Pirámide, Madrid. 599 p.
- FAHN, A. 1988. Secretory tissues and factors influencing their development. *Phyton* 28 (1): 13-26.
- GIBSON, A. C. 1983. Anatomy of photosynthetic old stems of nonsucculent Dicotyledons from North American deserts. *Botanical Gazzete* 144 (3): 347-362.



- IAWA committee. 1989. List of microscopic features for hardwood identification. Eds. E.A. WHEELER, E. A. P. BAAS y P. E. GASSON. *IAWA Bulletin New Series* 10 (3): 225-332.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique* VII-XI, 3-523. McGraw-Hill, New York.
- JOSELEAU, J. P. Y G. ULLMAN. 1990. Biochemical evidence for the site of formation of gum arabic in *Acacia senegal*. *Phytochemistry* 29 (1): 3401-3405.
- LOSANO, M. A. 1995. Producción de goma en brea (*Cercidium praecox* (R. et P.) Harms). Su relación con el estado hídrico, la concentración de carbohidratos no estructurales totales y el número y tamaño de las heridas. *Agriscientia* 12: 25-32.
- MARTÍNEZ CARRETERO, E. 1986. Ecología, fitogeografía y variación intraespecífica de *Cercidium praecox* (Ruiz et Pavón) Harms (*Leguminosae*) en Argentina. *Documents Phytosociologie* 10 (2): 319 -329.
- METCALFE, C. R. Y L. CHALK. 1957. *Anatomy of the dicotyledons. I. Leguminosae*. Clarendon, Oxford, pp. 476-535.
- MORRISON, N. C. Y V. S. POLITO. 1985. Gum duct development in almond fruit *Prunus dulcis* (Mill) D. A. Webb. *Botanical Gazette* 146 (1): 15-25.
- ORUETA, A Y G. BRONSTEIN. 1988. La goma de *Prosopis*. In: *Prosopis en Argentina*. Primer taller internacional sobre recursos genéticos y conservación de germoplasma en *Prosopis*. Facultad de Agronomía de Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba y Facultad Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina, pp. 241-244.
- SETIA, R. C., M. V. PARTHASARATHY y J. J. SHAH. 1977. Development, histochemistry and ultrastructure of gum-resin in *Commiphora mukul* Engl. *Annals of Botany* 41: 999-1004.
- TORTORELLI, L. A. 1956. *Maderas y bosques argentinos*. Acme, Buenos Aires. VII-XXVII, 1-910 pp.
- VENKAI AH, K. 1988. Ontogeny of normal and traumatic gum-resin ducts in *Ailanthus excelsa* Roxb. *Feddes Repertorium* 99 (5-6): 199-203.