

Control de calidad, mediante métodos morfo-anatómicos, de las hojas de boldo comercializadas en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Quality control by morfo-anatomical methods of boldo leaves marketed in Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Mercy Yaneth López Meruvia, Ana Waleska Quevedo & Fabiola Moreno

Laboratorio de Botánica, Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Agrícolas-UAGRM, Santa Cruz, Bolivia. Teléfono: 591-3-3442466, 70897631, 77694174.

Email: mercylop2000@yahoo.com, anawaleskaquevedo@gmail.com

Resumen

Varias especies vegetales de distintas familias son conocidas con el nombre de boldo, siendo el verdadero *Peumus boldus* Molina, (Monimiaceae) oriundo de Chile. En Santa Cruz de la Sierra, las hojas de boldo son comercializadas y utilizadas en la medicina popular para el tratamiento de problemas hepáticos; sin embargo, no cuentan con rótulos que indiquen su identificación taxonómica y mucho menos su composición química que comprueben las propiedades terapéuticas que le son atribuidas. En este sentido, el presente trabajo tiene por objetivo determinar, a través del estudio morfo-anatómico foliar, la identidad de las especies de boldos que se comercializan en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, con la finalidad de proponer un método de control de calidad botánico que pueda ser utilizado para detectar falsificaciones o adulteraciones comerciales. Las hojas de boldo se obtuvieron a través de un muestreo estratificado no probabilístico, aplicado a los cuatro principales mercados públicos y tiendas especializadas en la comercialización de plantas medicinales de esta ciudad. Para el estudio morfo-anatómico se utilizaron hojas adultas; los preparados histológicos se realizaron a mano alzada y en criostato, a nivel del tercio medio del limbo y peciolo, según técnicas convencionales usadas en anatomía vegetal. Los resultados muestran diferencias morfológicas entre las hojas de los boldos, en su forma, textura y consistencia. Igualmente, a nivel anatómico, se registran diferencias marcantes en cuanto a la ondulación de la pared de las células epidérmicas, pilosidad, presencia de células heteromórficas y tipos de cristales, haces vasculares y estructuras secretoras. En base a los caracteres morfo-anatómicos, es posible afirmar que las hojas del boldo comercializado en los mercados públicos corresponden a *Myrcianthes pseudomato* (Legrand) McVaugh (Myrtaceae); mientras que el boldo comercializado en las tiendas especializadas a *Peumus boldus* Molina (Monimiaceae). Por lo tanto, en Santa Cruz de la Sierra se comercializan dos especies distintas, conocidas con el nombre popular de boldo, y a las que se les atribuye, aunque no de manera comprobada, la misma acción terapéutica.

Palabras Claves: Plantas medicinales, boldo, *Peumus boldus*, *Myrcianthes pseudomato*.

Abstract

Several plant species of different families are known by the name of boldo, the true species being *Peumus boldus* Molina (Monimiaceae), native of Chile. In Santa Cruz de la Sierra, “boldo” leaves are commercialized and used in folk medicine for the treatment of liver diseases; however, they do not have labels that indicate their taxonomic identification, nor their chemical composition that proves therapeutic properties attributed to them. The purpose of the present research work is to determine, through the morpho-anatomical leaf studies, the identity of the species of boldos which are commercialized in the city of Santa Cruz de la Sierra, with the purpose of proposing a method of botanical quality control that can be used to detect commercial forgeries or adulterations. Boldo leaves were obtained through non-probabilistic stratified sampling, in four main public markets and specialized shops in the commercialization of medicinal plants in the city. Adult leaves were used for the morpho-anatomical study; histological preparations were done by hand and cryostat, in the middle third of the limbus and petiole, according to conventional techniques applied in plant anatomy. The results show morphological differences in leaf shape, texture and consistency. Anatomical studies showed marked differences in the waviness of the epidermal cell wall, pilosity, presence of heteromorphic cells and crystals types, vascular bundles and secretory structures. Based on the morpho-anatomic characters, it is possible to affirm that boldo leaves sold in the public markets correspond to *Myrcianthes pseudomato* (Legrand) McVaugh (Myrtaceae); while the ones sold in specialized stores is *Peumus boldus* Molina (Monimiaceae). Therefore, two different species are commercialized in Santa Cruz de la Sierra, known by the popular name of boldo, and to which the same therapeutic action is attributed, although not in a proven way.

Key words: Medicinal plants, Bilberry, boldo, *Peumus boldus*, *Myrcianthes pseudomato*.

INTRODUCCIÓN

El uso de las plantas medicinales se halla en constante incremento a nivel global, y de acuerdo con la Organización mundial de Salud (OMS) el 80% de la población mundial recurre a las mismas para atender las necesidades primarias de salud (OMS 1987, Pamplona 1997). Se estima que aproximadamente unas 10.000 especies vegetales se emplean como medicinales (Cañigüeral *et al.* 2003), estimulado principalmente por el regreso a lo natural, el descubrimiento de efectos adversos en los fármacos sintéticos, entre otros factores; sin embargo, aún muchas

de estas especies no cuentan con estudios botánicos, bioquímicos y farmacológicos que garanticen su calidad, seguridad y eficacia (Del Vitto *et al.* 1997).

En Bolivia, la riqueza de plantas medicinales es amplia y siempre han jugado un papel importante en la medicina tradicional. De acuerdo con Giménez & Ibisch (2008), se reportan aproximadamente 3.000 especies documentadas como resultado de las diversas investigaciones realizadas en el país. En el departamento de Santa Cruz también se cuentan con varios registros del uso de plantas medicinales. En las comunidades rurales estos estudios están incluidos dentro de los levantamientos de plantas útiles realizados por Birk (1995), Centurión & Kraljevic (1996); Gallo (1996), Montaña (1997), Jiménez (1998), Jordán (2005) y Vargas & Arroyo (2009), los cuales muestran que la principal categoría de uso son las plantas de este rubro, empleadas para curar y aliviar sus enfermedades. A su vez, para el área urbana se tienen los estudios referidos al control de calidad de plantas medicinales comercializadas en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra (Morales 2003, Veliz 2007, Choque 2007); y de casos de intoxicación en niños ocasionados por plantas medicinales (Arispe 2004).

Respecto a la comercialización de plantas medicinales en esta ciudad, se evidencia un incremento en la última década, corroborado por el aumento de puntos de expendio, tanto en los mercados públicos como en tiendas especializadas. Por lo que es posible afirmar que hoy en día se constituyen en un recurso terapéutico bastante significativo a nivel local, siendo que en la mayoría de los casos el consumo ocurre por automedicación o por recomendaciones de amigos y familiares, debido a la creencia popular de la inocuidad de los productos naturales. Sin embargo, la realidad es otra; las plantas recolectadas pueden estar contaminadas con otras especies, accidentalmente o por adulteración intencional, lo que puede acarrear efectos negativos a la salud como es el caso por ejemplo de la sustitución de *Plantago* L. (suplemento dietético) por *Digitalis lanata* Ehrh. (arritmia cardíaca) o de *Gentiana lutea* L. (antiviral) por *Podophyllum hexandrum* Royle que provoca envenenamiento (OMS 2004a). De igual manera, se reportan respuestas adversas por el consumo de plantas de uso tradicional como las del género *Aristolochia* L., responsable por una serie de casos de insuficiencia renal terminal; *Garcinia cambogia* Desr., causante de aplasia medular; *Piper methysticum* G. Forst., vinculada a hepatitis fulminante (Balbino & Dias 2010) y *Annona muricata* L., quien a pesar de tener propiedades citotóxicas selectivas para líneas celulares tumorales humanas, se ha comprobado que el consumo constante del fruto e infusión de las hojas produce un parkinsonismo atípico (Lannuzel *et al.* 2007).

Según Santos *et al.* (2013), para asegurar la calidad de las plantas medicinales comercializadas y garantizar su actividad terapéutica es necesario establecer

normas y disponer de métodos de control, especialmente en aquellas que se expenden en estado seco, fragmentado o en polvo, conforme a las directrices establecidas por la OMS (2004b), a fin de evitar el incremento de reacciones adversas en los consumidores. En la legislación boliviana, la medicina tradicional está reconocida en la Constitución Política del Estado (CPE) e incluida en el sistema de salud a través de la Ley del Seguro Materno Infantil SUMI N° 2426 -2002. A su vez, la Ley del Medicamento N° 1736 de 1996 y DS 24672 de 1997 establece que los productos medicinales naturales deben contar con registro sanitario, y recientemente la Ley de la Medicina Tradicional Ancestral Boliviana N° 459 y su Reglamento (DS 2436) de 2013 regula el ejercicio, la práctica y la articulación de la medicina tradicional ancestral en el Sistema Nacional de Salud. Se espera que con estas normativas, que certifican el ejercicio de la medicina tradicional, se regule esta praxis eliminando los riesgos para la salud de los consumidores.

Entre las plantas medicinales comercializadas en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra se encuentran las hojas de Boldo, que se expenden en estado fresco en los mercados públicos y estado seco en tiendas especializadas de la ciudad, presentando en ambos casos características morfológicas foliares diferentes y que indistintamente son empleadas en el tratamiento de enfermedades hepáticas. En estos centros de expendio, la comercialización de las plantas medicinales se realiza muchas veces sin o con poca información sobre su identificación taxonómica, composición química, propiedades terapéuticas, formas de preparación, dosificación, parte utilizada, procedencia y contraindicaciones; situación que genera dudas sobre la calidad e idoneidad terapéutica de estas plantas. Aguilar-Rodríguez *et al.* (2012) afirman que el primer paso para cumplir con las normas de seguridad y calidad es establecer la identidad de las especies, y uno de los métodos es mediante ensayos botánicos morfo-anatómicos, que permiten detectar posibles adulteraciones y sustituciones por otras plantas. Por su parte, Cuttler (1987), considera que resulta más rápido averiguar la identidad de las plantas medicinales por su anatomía que por su composición química.

De acuerdo con la bibliografía consultada, son varias las especies vegetales conocidas con el nombre de boldo; entre ellas *Peumus boldus* Molina, de la familia Monimiaceae (Simoes 1986, De Oliveira *et al.* 1991, Schwanz *et al.* 2008), *Plectranthus barbatus* Andrews de la familia Lamiaceae (Matos 1989, EMBRAPA 2008), *Vernonia condensata* Baker de las Asteraceae (Matos 1989) y *Myrcianthes pseudomato* (D. Legrand) McVaugh, de la familia Myrtaceae (Veliz 2007). De estas especies, la primera es considerada como el boldo verdadero, el mismo que es oriundo de Chile (Matos 1989, Barbosa *et al.* 2001) y con acción terapéutica hepatoprotectora, colerética, colagoga, antioxidante y antiinflamatoria por la

presencia de aceites esenciales, flavonoides y alcaloides como la boldina (Villar del Fresno & Gómez- Serranillos 2006).

Sobre la base de lo expuesto y tomando en cuenta que el boldo que se comercializa en los mercados públicos y tiendas especializadas, no tiene referencia de su identificación taxonómica y ante la inexistencia de estudios anatómicos útiles para el control de calidad de plantas medicinales en estado natural en el país, la presente investigación tiene como objetivo determinar a través del estudio morfo- anatómico foliar, la identidad de las hojas de boldo que se comercializan en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. El estudio tiene también la finalidad de proponer un método de control de calidad botánico que pueda ser utilizado para detectar falsificaciones o adulteraciones comerciales.

MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, ubicada al oeste del departamento de Santa Cruz (Latitud Sur 17°47'; Longitud Oeste 63°11'), a 417 msnm. Actualmente cuenta con una población de 1.967.943 habitantes (INE 2012).

Diseño de estudio

Las hojas de los boldos comercializadas en Santa Cruz de la Sierra se obtuvieron de un muestreo estratificado no probabilístico. Se seleccionaron, para las muestras frescas, cinco puestos de venta de plantas medicinales en cada uno de los cuatro principales mercados públicos: La Ramada, Los Pozos, Mutualista y El Abasto; y para las muestras secas dos tiendas especializadas en este rubro: El Cedrón y El Cedro. Los puestos de venta y tiendas fueron ubicados entre el primer y tercer anillo de la ciudad.

Para el estudio morfológico se analizaron cada una de las muestras obtenidas, y para el estudio anatómico se seleccionaron tres hojas de cada muestra obtenida. Las muestras botánicas una vez adquiridas fueron identificadas morfo y anatómicamente, haciendo uso de bibliografías especializadas y por comparación con muestras del Herbario del Oriente Boliviano (USZ) dependiente del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y de la base de datos del Jardín Botánico de Missouri (www.tropicos.org), así como por comparación con patrones anatómicos de De Oliveira *et al.* (1991), Duarte (2007), Schwanz *et al.* (2008) y Arambarri *et al.* (2009).

Estudio morfológico

El análisis de las características morfológicas fue realizado en las muestras de hojas haciendo uso de un microscopio estereoscópico trinocular, marca Olympus SZ X7, equipado con cámara fotográfica digital DP21-SAL. Para la descripción morfológica se tomaron en cuenta las siguientes variables: consistencia de la hoja, superficie foliar, forma, ápice y presencia de puntos translúcidos.

Estudio anatómico

Para realizar el estudio anatómico, inicialmente las muestras botánicas colectadas en estado fresco fueron fijadas en alcohol al 70%; mientras que las muestras obtenidas en estado seco, se hidrataron mediante un proceso de cocción durante 3 minutos en agua destilada, antes de ser fijadas.

A continuación se prepararon láminas histológicas en corte transversal y paradermal del tercio medio foliar y de la región mediana del pecíolo. En el caso de las hojas obtenidas en estado fresco, se seleccionaron las provenientes del cuarto nudo. Los cortes se efectuaron a mano alzada con navajas de afeitar, así como también con criostato a -15 °C, a 30 µm de grosor; luego fueron clarificados con hipoclorito de sodio al 10 % y enjuagados en 3 repeticiones con agua destilada. Para el proceso de coloración se utilizó Azul de Astra al 1% en solución acuosa combinado con Safranina (Roth, 1964); y el montaje fue realizado entre porta y cubre objetos con gelatina glicerizada (Stevens 1916).

También se llevaron a cabo pruebas histoquímicas específicas utilizando diversos reactivos: lugol (Roth, 1964) en la detección de granos de almidón, y Sudán III (Johansen 1940) para lípidos y paredes cutinizadas. La identificación de paredes lignificadas y cristales de oxalato de calcio se realizó usando luz polarizada. Las observaciones anatómicas y el registro fotográfico se efectuaron en microscopio trinocular marca Olympus BX 53, dotado de cámara fotográfica digital DP21-SAL.

Para el estudio anatómico se tomaron en cuenta las siguientes variables: forma de las células epidérmicas, presencia, tipo, distribución y posición de los estomas y tricomas; número de capas y forma de la pared anticlinal de la epidermis; tipo y localización de las estructuras secretoras y cristales; tipo de mesófilo y características estructurales de la nervadura central, borde y pecíolo.

RESULTADOS

Descripción del boldo comercializado en los mercados públicos

En base a las características morfológicas, el boldo casero comercializado en los mercados públicos de La Ramada, Mutualista, Abasto y Los Pozos en Santa Cruz de la Sierra corresponde a la especie *Myrcianthes pseudomato* (D. Legrand) McVaugh, de la familia Myrtaceae.

Myrcianthes pseudomato

Descripción morfológica: Hojas simples, opuestas, pecioladas, lámina ovada-elíptica, ápice acuminado, borde entero, base aguda, pinnatinervia, de color verde oscuro brillante en el haz y más claro en el envés, consistencia papirácea, superficie lisa, puntos translúcidos y frecuentemente con algunas estructuras circulares recubiertas por afloramientos dentados en forma de corona, verde en hojas jóvenes y oscuras en las adultas (Figura 1).

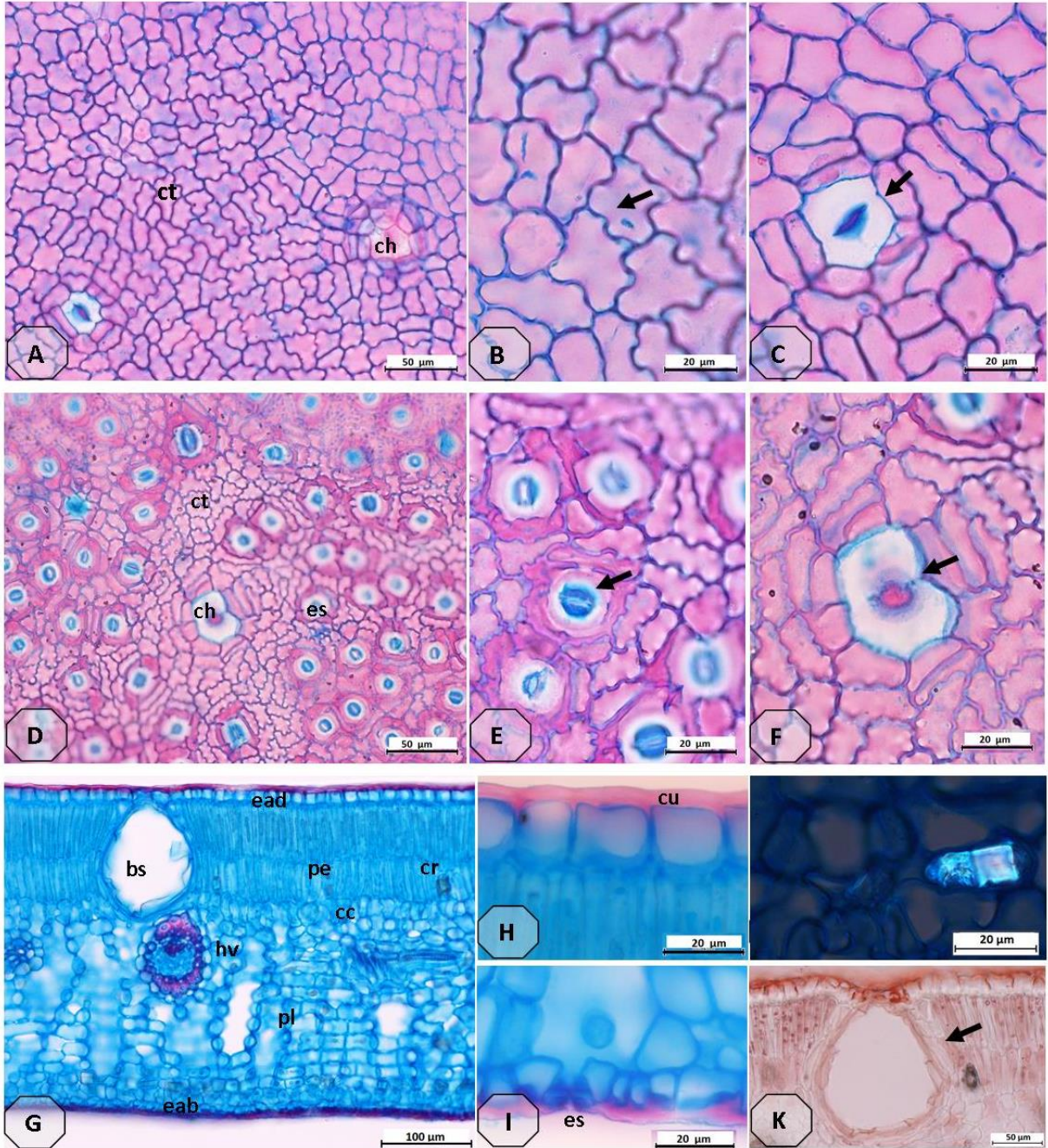
Descripción anatómica: El limbo de las hojas de esta especie es dorsiventral, con escasa pilosidad sobre algunas nervaduras e hipoestomática.



Epidermis: En vista frontal, la epidermis adaxial y abaxial presentan paredes anticlinales onduladas y sinuosas respectivamente, bastante engrosadas (Figuras 2A-2F). Los estomas se hallan rodeados por células similares a las demás células epidérmicas, caracterizándose así como estomas anomocíticos (Figuras 2D, 2E). Estructuras morfológicamente similares a los estomas pero mayores que éstos, son observados en la epidermis adaxial y abaxial sobre las bolsas secretoras, denominadas células heteromórficas (Figuras 2C, 2F). En corte transversal, la epidermis es uniestratificada en ambas superficies; de contorno cuadrangular en la epidermis adaxial y rectangular en la abaxial; en ambas epidermis las células muestran paredes periclinales bastante engrosadas y convexas en sus fases internas y externas (Figuras 2H, 2I). El corte transversal mediano de los estomas muestran las paredes periclinales internas de más grosor que las externas, con una cámara subestomática muy notoria, ubicados abajo del nivel de las células adyacentes (Figura 2I).

Mesófilo: En corte transversal el mesófilo está constituido por dos estratos de células de parénquima en empalizada; subyacentes a éstas se encuentran las células colectoras, las cuales comunican a las células del parénquima en empalizada con las del parénquima lagunar. Este último tejido, está constituido por 12 capas de células de forma irregular, y conforma aproximadamente 2/3 del área del mesófilo (Figura 2G). Cristales romboédricos y en forma de drusas se encuentran distribuidos en todo el parénquima clorofiliano del mesófilo (Figura 2J). En posición subepidérmica adaxial y abaxial se observa la presencia de bolsas secretoras ricas en aceites (Figuras 2G, 2K.) El tejido vascular está representado por haces vasculares colaterales abiertos, de porte grande, mediano y pequeño, rodeados por una vaina esclerenquimática de posición interna y otra vaina parenquimática interna, ubicados entre el parénquima lagunar, subyacentes a las células colectoras (Figura 2G).

Nervadura principal: La nervadura principal en corte transversal presenta forma cóncavo-convexa, correspondiente a la superficie adaxial y abaxial respectivamente. La epidermis en esta región es uniestratificada, constituida por células pequeñas, y con cutícula espesada en ambas superficies. En posición subepidérmica de ambas fases se nota la presencia de colénquima tipo lagunar (Figuras 3A-3C). En el parénquima fundamental son visibles idioblastos portadores de cristales romboédricos y en forma de drusas (Figura 3C). El sistema vascular presenta forma arriñonada, con un haz vascular bicolateral; en el centro el xilema tiene forma de arco y está rodeado por el floema. Una vaina de células esclerenquimáticas se halla envolviendo este sistema vascular (Figuras 3A).



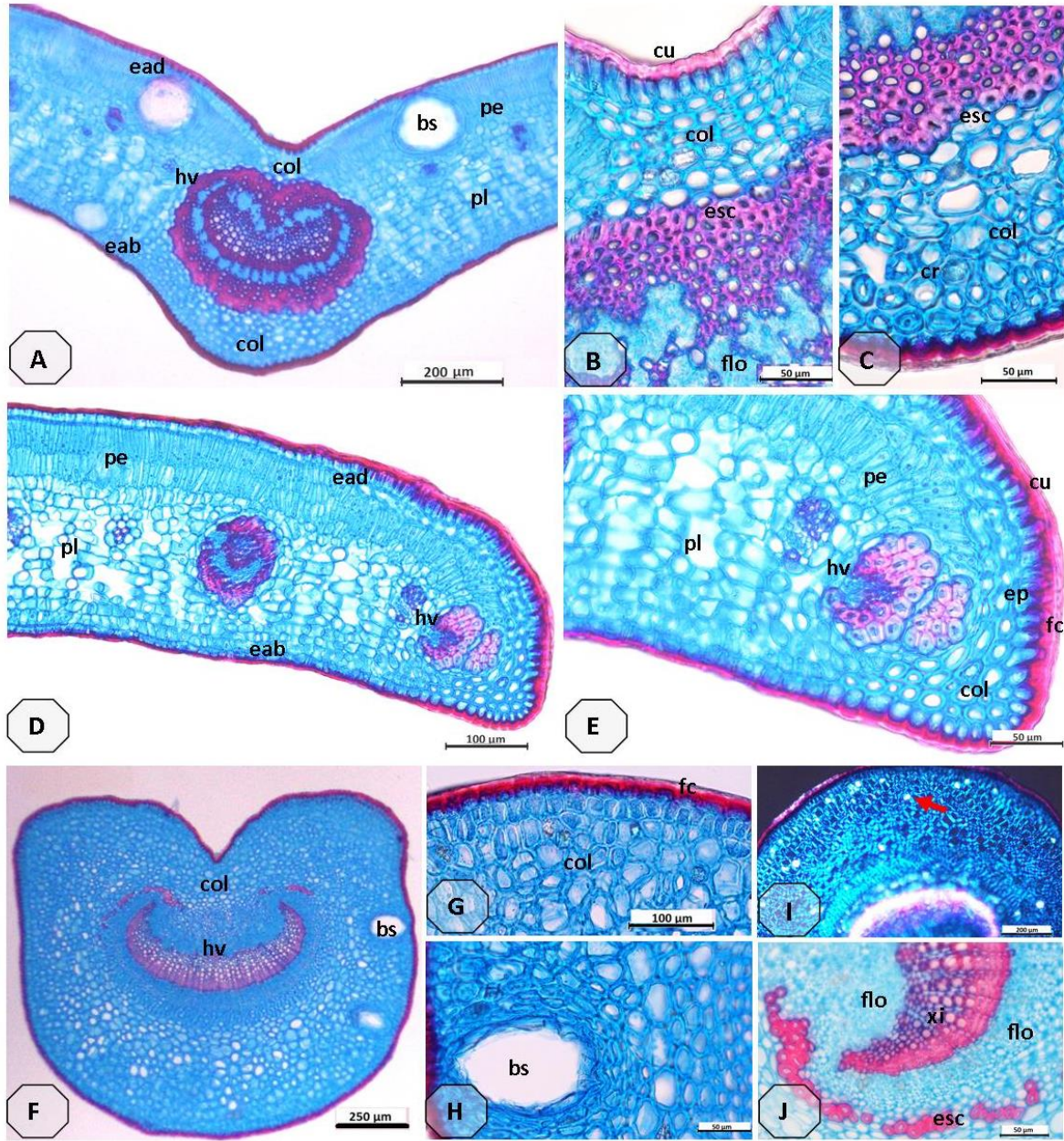


Figura 3. *Myrcianthes pseudomato*. A-C Nervadura central en corte transversal. A) Vista general. B) Detalle de región adaxial. C) Detalle de la región abaxial. D-E Borde en corte transversal. D) Vista general. E) Detalle de la epidermis, colénquima y haz vascular. F-J Pecíolo en corte transversal. F) Vista general. G) Detalle de la región cortical. H) Detalle de una bolsas secretora. I) Detalle de los cristales romboédricos vistos con luz polarizada. J) Detalle del haz vascular bicolateral. bs=bolsa secretora, col=colénquima, cu=cutícula, ead=epidermis adaxial, eab=epidermis abaxial; ep=epidermis, fc=flanges cuticulares, flo=floema, hv=haz vascular, pe=parénquima empalizada, pl=parénquima lagunar, te=tricoma estrellado, xi=xilema.

Borde: En corte transversal, el borde se muestra ligeramente inclinado abaxialmente, de forma obtusa. Las células epidérmicas en esta región presentan la cutícula bastante espesada, siendo muy evidentes los flanges cuticulares. En posición subepidérmica se encuentra un grupo de células colenquimáticas. Adyacente a este tejido, se observa un haz vascular pequeño rodeado por tejido esclerenquimático (Figuras 3D-3E).

Pecíolo: El pecíolo en corte transversal tiene forma semicircular, con la superficie adaxial acanalada. La epidermis es uniestratificada, con cutícula gruesa y flanges cuticulares en toda la superficie. En posición subepidérmica se encuentran el colénquima lagunar y luego el parénquima fundamental, en el que se observan cristales de forma romboédrica y drusas. Bolsas secretoras también están presentes en posición subepidérmica (Figuras 3F-3J). El haz vascular es central, en forma de arco, con el xilema rodeado por el floema, y en sus extremos se nota una delgada capa de esclerénquima (Figura 3J).

Descripción del boldo comercializado en tiendas especializadas

En base a las características morfológicas, el boldo comercializado en las tiendas especializadas El Cedrón y El Cedro de Santa Cruz de la Sierra, corresponde a *Peumus boldus* Molina, de la familia Monimiaceae.

Descripción morfológica: Hojas simples, cortamente pecioladas, enteras, lámina elíptica-ovalada-ovoide, ápice obtuso, borde entero y ligeramente revoluto, base redondeada, pinnatinervia, de color verde cenizo en el haz y más claro en el envés, consistencia coriácea, superficie rugosa, con abundantes pelos estrellados de base protuberante, y puntos translúcidos poco evidentes (Figura 4).

Descripción anatómica: El limbo de las hojas del boldo, es dorsiventral, hipoestomática y pilosa tanto en la epidermis adaxial como en la abaxial.

Epidermis: En vista frontal, las células epidérmicas típicas adaxiales presentan paredes anticlinales rectas, y las abaxiales algo onduladas. Los estomas se hallan rodeados por células similares a las demás células epidérmicas, caracterizándose así como estomas anomocíticos. En ambas epidermis se observan tricomas protectores estrellados, presentando paredes lignificadas, que se caen tempranamente dejando cicatrices (Figuras 5A-5F, 5J). En corte transversal, la epidermis adaxial está constituida por una capa de células seguida de una hipodermis, ambas de forma rectangular, siendo las inferiores de mayor tamaño que las superiores. Por su parte, la epidermis abaxial tiene una sola capa de células de forma rectangular. En ambas superficies, las células epidérmicas presentan las paredes periclinales y anticlinales bastante engrosadas. En cuanto a los estomas,

éstos se hallan ligeramente sobre el nivel de las demás células epidérmicas (Figuras 5H-5I).

Mesófilo: En corte transversal el mesófilo está constituido por dos estratos de células de parénquima en empalizada, seguidas por una capa de células colectoras y de cuatro a seis capas de parénquima lagunar de forma irregular, ocupando la mayor parte del área del mesófilo con relación al parénquima en empalizada (Figura 5G). Distribuidos en la región central del mesófilo se hallan células secretoras, ricas en aceites (Figuras 5G, 5K). Asimismo, escasos cristales aciculares se hallan en todo el mesófilo. Los haces vasculares de mediano y pequeño porte se encuentran rodeados por una vaina de parénquima y otra de esclerénquima, distribuidos en el parénquima lagunar (Figura 5G).



Figura 4. *Peumus boldus*. A) "Boldo", comercializado en las tiendas especializadas. B) Hojas secas, enteras y fragmentadas, contenidas en los envases. C) Detalle de la superficie de las hojas. D) Detalle de los tricomas estrellados del envés.

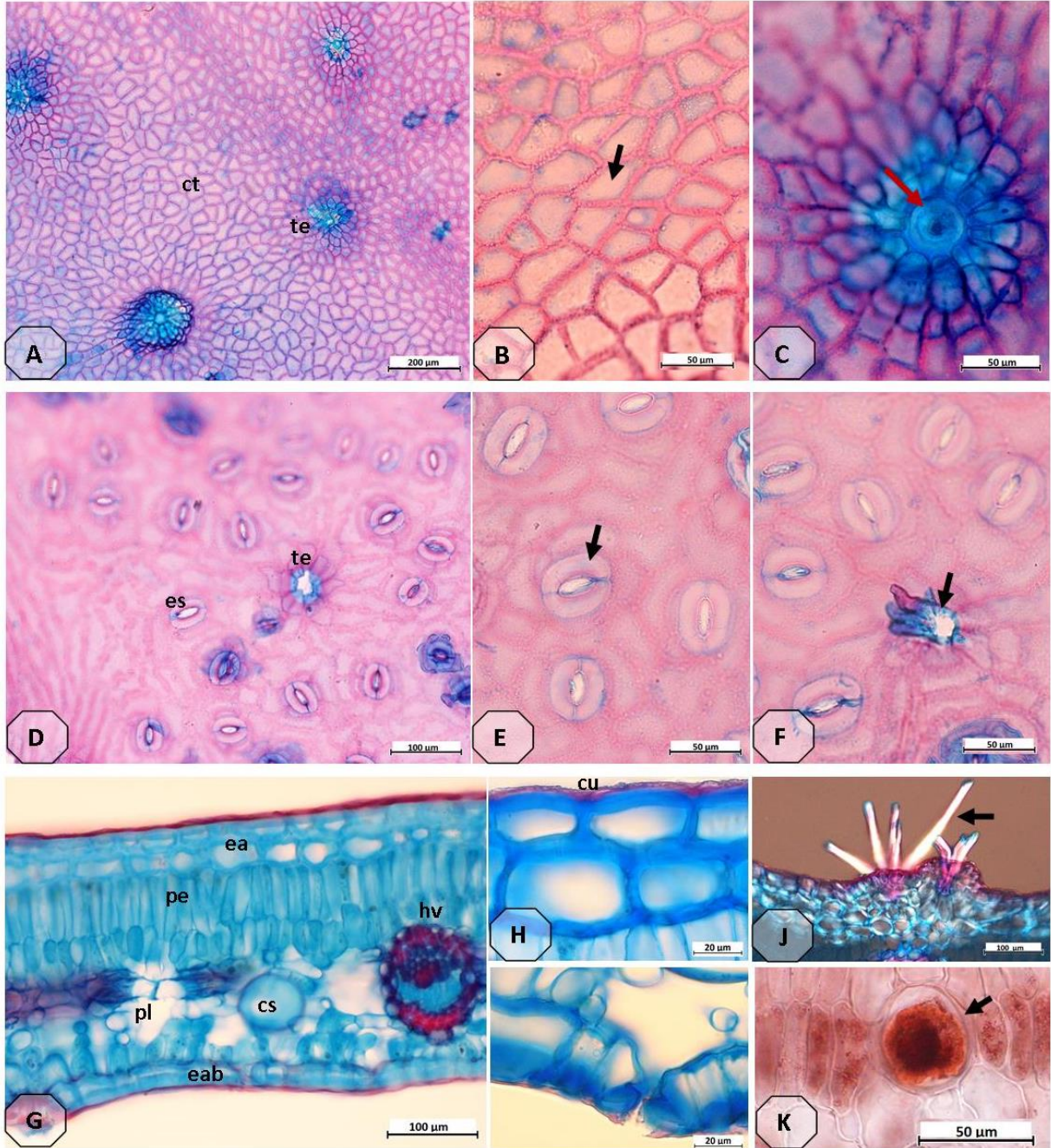


Figura 5. *Peumus boldus*. A - F Epidermis en vista frontal. A) Vista general de la epidermis adaxial. B) Detalle de las células epidérmicas típicas. C) Detalle de la cicatriz de un tricoma. D) Vista general de la epidermis abaxial. E) Detalle de los estomas anomocíticos. F) Detalle de un tricoma estrellado. G—K Corte transversal de la región internervural. G) Vista general. H) Detalle de la epidermis adaxial. I) Detalle de la epidermis abaxial. J) Detalle de un tricoma estrellado visto con luz polarizada. K) Detalle de una célula secretora. cs=célula secretora, ct=célula típica, cu=cutícula, ead=epidermis adaxial, eab=epidermis abaxial; es=estoma, hv=haz vascular, pe=parénquima empalizada, pl=parénquima lagunar, te=tricoma estrellado.

Nervadura principal: La nervadura principal en corte transversal exhibe forma plano-convexa correspondiente a la superficie adaxial y abaxial respectivamente. Las células de ambas epidermis se presentan pequeñas cuando comparadas con las células del limbo foliar. En posición subepidérmica tanto adaxial como abaxial, se nota la presencia de colénquima tipo lagunar. En la fase adaxial este tejido es poco desarrollado y se conecta directamente con la vaina esclerenquimática del sistema vascular (Figuras 6A-C). El sistema vascular se presenta en forma de arco, con el xilema en dirección adaxial y el floema abaxial, rodeados por una vaina de células esclerenquimáticas. (Figura 6A). El parénquima fundamental situado entre el sistema vascular y el colénquima en posición abaxial, presenta células isodiamétricas de paredes delgadas (Figura 6A).

Borde: El corte transversal de la región del borde se muestra inclinado abaxialmente y con el ápice obtuso. La epidermis es uniestratificada con una cutícula bien delimitada, y muy próxima a esta región se observa la epidermis adaxial biestratificada, característica del limbo (Figuras 6D-F). En posición subepidérmica se observa una o dos capas de tejido colenquimatoso. Adyacente al mismo, está presente un haz vascular bastante desarrollado (Figuras 6D-F).

Pecíolo: El pecíolo en corte transversal presenta la región adaxial plana a ligeramente acanalada y la abaxial convexa. Una capa de células epidérmicas con flanges cuticulares se halla distribuida en toda la superficie (Figuras 6F-I). En posición subepidérmica se encuentran el colénquima lagunar y luego el parénquima fundamental, en el que se observan cristales aciculares (Figuras 6F-I) y células secretoras (Figuras 6F, 6G). El haz vascular tiene forma arriñonada, con el xilema y floema rodeados por una vaina esclerenquimática (Figuras 6F, 6J).

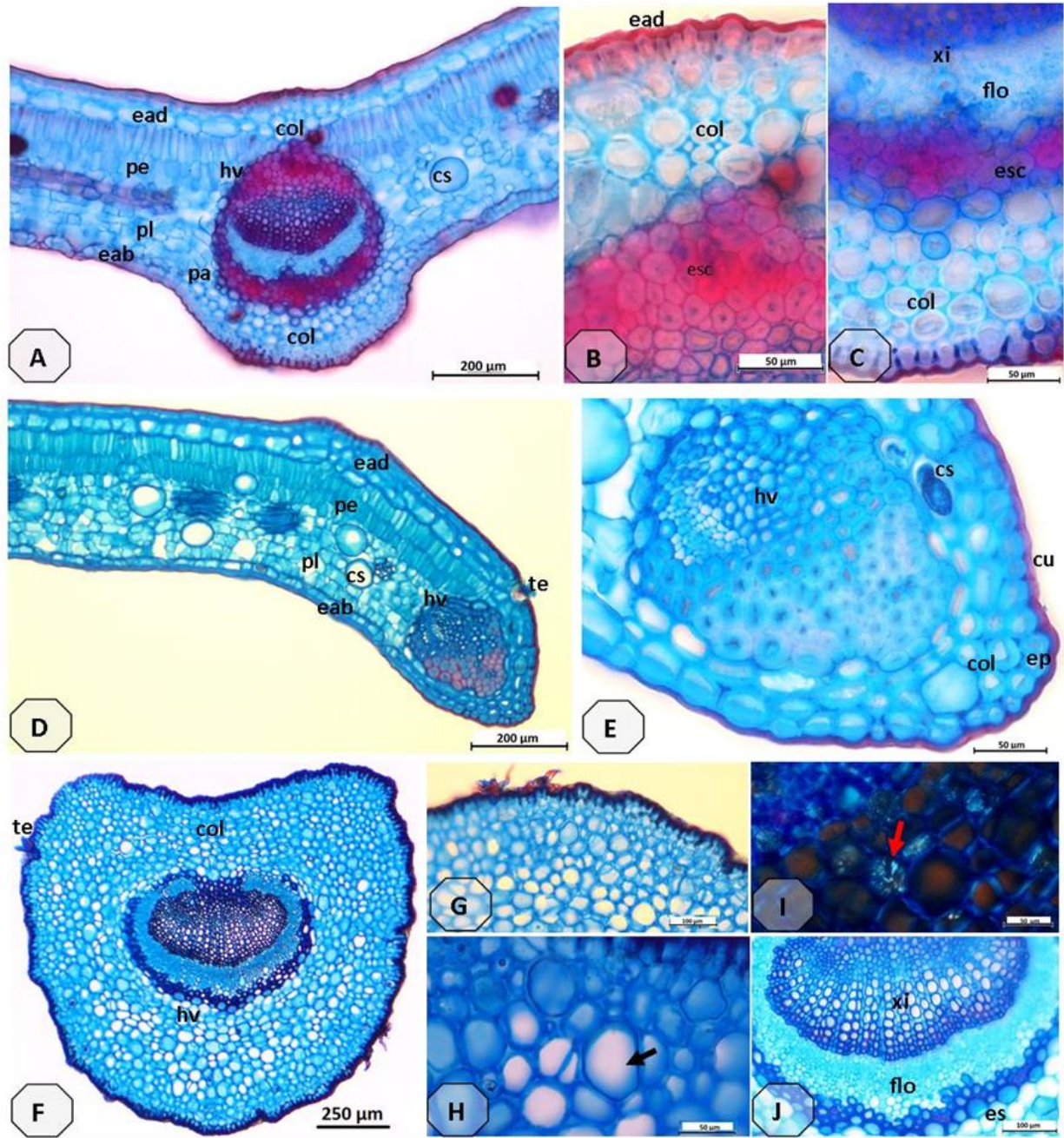


Figura 6. *Peumus boldus*. A-C Nervadura central en corte transversal. A) Vista general. B. Detalle de región adaxial. C) Detalle de la región abaxial. D-E Borde en corte transversal. D) Vista general. E) Detalle de la epidermis, colénquima y haz vascular. F-J Pecíolo en corte transversal. F) Vista general. G) Detalle de la región cortical. H) Detalle de las células secretoras. I) Detalle de los cristales aciculares vistos con luz polarizada. J) Detalle del haz vascular colateral. col=colénquima, cs=célula secretora, cu=cutícula, ead=epidermis adaxial, eab=epidermis abaxial; ep=epidermis, es=esclerénquima, flo=floema, hv=haz vascular, pa=parénquima, pe=parénquima empalizada, pl=parénquima lagunar, te=tricoma estrellado, xi=xilema.

DISCUSIÓN

Myrcianthes pseudomato

Los caracteres morfológicos hallados en las hojas del boldo comercializado en los mercados públicos de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, concuerdan plenamente con las mencionadas por Romero & Gurni (2014) para *Myrcianthes pseudomato*, en cuanto a la filotaxis, tipo de nerviación, color, consistencia, textura, brillo y forma de las hojas. Sin embargo, estos autores no mencionan la presencia de las protuberancias circulares observadas en esta especie, posiblemente porque las mismas serían originadas por factores ambientales propios de la región donde se desarrolla esta especie, y que sin duda alguna amerita un estudio específico.

Desde el punto anatómico de la lámina foliar de *Myrcianthes pseudomato*, la forma de las paredes anticlinales de las células epidérmicas, los estomas de tipo anomocítico, y la ausencia de tricomas, han sido reportados para esta especie por Veliz (2007), Arambarri *et al.* (2009) y Romero & Gurni (2014). La presencia de células techo o heteromórficas en par que se hallan sobre las bolsas secretoras, han sido citadas por Arambarri *et al.* (2009), y se consideran como característica de la familia Myrtaceae (Lorca *et al.* 1995, Guantay 2004, Arambarri *et al.* 2006, 2008). Respecto a la posición de los estomas en la lámina foliar, la especie en estudio es de tipo hipoestomática, lo que no concuerda con lo citado por Veliz (2007), que describe la hoja como anfiestomática, posiblemente por confundir a las células heteromórficas con los estomas.

Las características del mesófilo dorsivental, con dos capas de parénquima empalizada, presencia de bolsas secretoras, tipo de cristales, así como haces vasculares bicolaterales, coinciden con las descripciones realizadas por Veliz (2007) y Arambarri *et al.* (2009) para la especie en estudio. En cuanto a la anatomía del pecíolo, llama la atención que ésta no haya sido abordada en los trabajos referidos a *Myrcianthes pseudomato*, considerando que el mismo es de gran importancia taxonómica en corte transversal, para el reconocimiento de familias hasta géneros (Metcalf & Chalk 1979).

Peumus boldus

Los trabajos realizados por Simoes *et al.* (1986), Matos (1989), De Oliveira *et al.* (1991), Villar del Fresno & Gómez-Serranillos (2006) y Schwanz *et al.* (2008), describen a *Peumus boldus* como una especie de hoja simple, forma elíptica-oval elíptica, coriácea, color verde ceniza, textura adaxial áspera, con puntos translúcidos y pecíolo corto; características morfológicas similares a las

encontradas en las hojas de boldo de las tiendas especializadas “El Cedro” y “El Cedrón”.

Las características anatómicas de la lámina foliar descritas por De Oliveira (1991), Duarte (2007), Veliz (2007) y Schwanz *et al.* (2008), incluyen células epidérmicas adaxiales con paredes anticlinales rectas y las abaxiales levemente onduladas, tricomas estrellados caducos en ambas epidermis, estomas anomocíticos abaxiales, presencia de una hipodermis bajo la capa de epidermis, hojas dorsiventrales con dos capas de parénquima en empalizada, presencia de células secretoras frecuentemente en la región mediana del mesófilo, haces vasculares colaterales rodeados por esclerénquima, así como la presencia de cristales aciculares, las cuales son coherentes con las observadas para esta especie.

La estructura del pecíolo en corte transversal ha sido descrita por Metcalfe & Chalk (1965) y Schwanz *et al.* (2008), coincidiendo plenamente en la forma, características de la epidermis, colénquima subepidérmico y haz vascular, con las hojas de boldo adquiridas en las tiendas especializadas.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye que en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra se comercializan dos especies de plantas con el mismo nombre popular de boldo. A través del estudio morfo-anatómico se confirma que las hojas del boldo comercializadas en los mercados públicos (La Ramada, Mutualista, Abasto y Los Pozos), pertenecen a la especie *Myrcianthes pseudomato* de la familia Myrtaceae; mientras que las comercializadas en las tiendas especializadas “El Cedrón” y “El Cedro” corresponden al boldo chileno *Peumus boldus* de la familia Monimiaceae.

Myrcianthes pseudomato morfológicamente presenta hojas de forma elíptica, con ápice agudo, color verde brillante en el haz, superficie lisa, y estructuras circulares con afloramientos dentados en forma de corona. Anatómicamente, exhibe epidermis uniestratificada con paredes anticlinales onduladas, ausencia de tricomas, estomas anomocíticos, hoja hipostomática con mesófilo dorsiventral, células heteromórficas en par sobre las bolsas secretoras, cristales en forma de drusas y romboédricos, así como haces vasculares bicolaterales en la nervadura principal y pecíolo.

Peumus boldus morfológicamente se diferencia por presentar hojas de forma elíptica a ovalada, ápice obtuso, color verde cenizo, y superficie áspera. Anatómicamente la hoja es hipostomática, mesófilo dorsiventral, con epidermis biestratificada, tricomas estrellados, estomas anomocíticos, células secretoras,

cristales aciculares y haces vasculares colaterales tanto en la nervadura principal como en el pecíolo.

Las plantas de boldos comercializadas en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra no cuentan con rótulos que indiquen la identificación taxonómica, composición química, propiedades terapéuticas, formas de preparación, dosificación, parte utilizada, procedencia y contraindicaciones. Por tanto, este estudio de las características morfo-anatómicas se constituye en un valioso aporte al control de calidad de estas plantas, que puede replicarse a otras especies medicinales, por ser una herramienta que permite la identificación de un modo accesible, rápido y de bajo costo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Dirección Universitaria de Investigación (DUI) por permitir la divulgación de este trabajo ganador en la XXVI Feria Universitaria “EXPOCIENCIA UAGRM 2016”. Al Laboratorio de Botánica, dependiente de la carrera de Biología de la FCA – UAGRM, por el uso de sus instalaciones y equipamiento. Al Dr. Daniel Villarroel por proporcionar parte del material botánico e identificación de *Myrcianthes pseudomato*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Rodríguez, S., N. L. Echeveste-Ramírez, M. E. López-Villafranco, A. Aguilar-Contreras, E. Vega- Avila, & R. Reyes-Chilpa. 2012. Etnobotánica, micrografía analítica de hojas y tallos y fitoquímica de *Cuphea aequipetala* Cav. (Lythraceae): una contribución a la Farmacopea Herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos (FHEUM). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 11(4):316–220.
- Arambarri, A. M., S. E. Freire, M. N. Colares, N. D. Bayón, M. C. Novoa, C. Monti & S. Stenglein. 2006. Leaf anatomy of medicinal shrubs and trees from gallery forest of the Paranaense Province (Argentina). Part 1. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 41(3-4): 233–268.
- Arambarri A. M., S. E. Freire, M. N. Colares, N. D. Bayón, M. C. Novoa, C. Monti & S. A. Stenglein. 2008. Leaf anatomy of medicinal shrubs and trees from Misiones forest of the paranaense province (Argentina). Part 2. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 43(1-2):31–60.
- Arambarri, A. M., S. E. Freire, N. D. Bayón, M. N. Colares, C. Monti, M. C. Novoa, & M. Hernández. 2009. Morfoanatomía foliar de árboles medicinales de la Provincia Biogeográfica de las Yungas (Argentina). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 8 (5): 342–379.

- Arispe, V. 2004. Estudio retrospectivo de casos de intoxicación y muerte por plantas medicinales en el Hospital de Niños "Mario Ortiz Suárez" de Santa Cruz de la Sierra. Tesis de grado, Universidad Cristiana de Bolivia, Santa Cruz, Bolivia.
- Balbino, E. & M. Dias. 2010. Importancia de la Farmaco-vigilancia ante el uso de plantas medicinales y fitoterápicos. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 20(6): 992–1000.
- Barbosa, M. C. S., K. M. da S. Belleti, T. F. Correa & C. A. de Santos. 2001. Avaliação da qualidade de folhas de boldo do Chile (*Peumus boldus* Molina) comercializadas em Curitiba. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 11(1): 1–4.
- Birk, G. 1995. Plantas útiles en bosques y pampas Chiquitanas: Un estudio etnobotánico con perspectiva de género. APCOB. Santa Cruz-Bolivia.
- Centurión, T. & I. Kraljevic (Eds.). 1996. Las plantas útiles de Lomerío. El País. Santa Cruz, Bolivia.
- Cañigual, S., E. Dellacassa & A. L. Bandoni. 2003. Plantas Medicinales y Fitoterapia: ¿Indicadores de dependencia o Factores de Desarrollo? *Latin American Journal of Pharmacy*. 22(3): 265–78.
- Choque, S. 2007. Determinación de la autenticidad mediante métodos morfo-anatómicos de las hojas del sen de la India (*Cassia angustifolia* Vahl.) que se comercializan en Santa Cruz de la Sierra-Bolivia. Tesis de grado, Universidad Cristiana de Bolivia, Santa Cruz, Bolivia.
- Constitución Política del Estado (CPE). 2009. Consultado el 10 agosto de 2016. Disponible en: http://www.oas.org/dil/esp/Constitucion_Bolivia.pdf
- Cutler, D.F. 1987. Anatomía vegetal aplicada. Ed. Longman Group. Buenos Aires, Argentina.
- Decreto Supremo N° 2436. 2015. Reglamento a la Ley 459, Ley de Medicina Tradicional Ancestral Boliviana. Consultado el 10/08/2016. Disponible en: <https://www.minsalud.gob.bo/images/Documentacion/normativa/decreto-supremo-2436-edicin-773nec.pdf>
- Decreto Supremo N° 24672. 1997. Reglamento a la Ley 1737. Ley del Medicamento, 17 de diciembre de 1996. Consultado el 10 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.lexivox.org/norms/BO-DS-24672.xhtml>
- De Oliveira, F., G. Akisue & M. K. Akisue. 1991. Farmacognosia. Editorial libreria Atheneu. São Paulo, Rio de Janeiro, Brasil.
- Del Vitto, L. A., E. M. Petenatti & M. E. Petenatti. 1997. Recursos Herbolarios de San Luis (República Argentina), Primera parte: Plantas Nativas. *Multequina* 6: 49–66.
- Duarte, M. 2007. Ilustração de caracteres microscópicos de drogas vegetais para o controle de qualidade farmacognóstico. I. *Peumus boldus* Molina e *Mikania glomerata* Spreng. *Visão Acadêmica*, Curitiba 8(1): 5–10.
- EMBRAPA. 2008. Plantas medicinais: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular. Embrapa Amazônia Oriental. Brasil.

- Gallo, T. V. 1996. Plantas Medicinales de los guaraníes: aporte al conocimiento de la etnobotánica Isoceña Guaraní en relación a su flora medicinal. Volumen 1, Serie Producción Agropecuaria. Ed. FLA-SEMILLA- CEBIAE. Santa Cruz, Bolivia.
- Giménez, A. & P.L. Ibsch. 2008. Uso de la biodiversidad como recurso genético. En: Ibsch, P.L. & G. Mérida (Eds.). Biodiversidad: la riqueza de Bolivia. Editorial FAN. Santa Cruz, Bolivia.
- Guantay, M. E. 2004. Morfoanatomía y arquitectura foliar de *Myrrhinium atropurpureum* var. *octandrum* Benth. (Myrtaceae). Lilloa 41(1-2): 31–39.
- Jiménez, Z. S. 1998. Estudio etnobotánico comparativo de dos comunidades Guarayas, Prov. Guarayos Santa Cruz, Bolivia. Tesis de grado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- Johansen, D. A. 1940. Plant Microtechnique. 1st. edition. Mc. Graw-Hill. New York, USA.
- Jordán, G. C. G. 2005. Estudio etnobotánico en la Comunidad de Bella Vista, Provincia Velasco, Santa Cruz, Bolivia. Tesis de grado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- Lannuzel, A., G. U. Höglinger, S. Verhaeghe, L. Gire, S. Belson & M. Escobar-Khondiker. 2007. Atypical parkinsonism in Guadeloupe: a common risk factor for two closely related phenotypes? Brain 130(3): 816–27.
- Ley 459. Ley de Medicina Tradicional Ancestral Boliviana. 2013. Consultado el 10/08/2016. Disponible en: <https://www.minsalud.gob.bo/normativa/ley-459-edicin-596nec.pdf>
- Ley 1737. Ley del Medicamento.1996. Consultado el 10/08/2016. Disponible en: <https://www.minsalud.gob.bo/images/Documentacion/normativa/ley-1737-edicin-1965.pdf>
- Ley 2426. Ley del Seguro Universal Materno Infantil SUMI. 2002. Consultado el 10/08/2016. Disponible en: <http://www.ops.org.bo/textocompleto/ley32370.pdf>
- Lorca, G., A. Amat & C. González. 1995. Análisis comparativo de caracteres diagnósticos para la identificación de tres especies de Myrtaceae empleadas en la Medicina Popular. Acta Farmacéutica Bonaerense 14(2): 81–86.
- Matos, F. 1989. Plantas Mediciniais; guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. IOCE. Fortaleza, Brasil.
- Metcalf, C. R. & L. Chalk. 1965. Anatomy of the dicotyledons. Ed. Oxford University Press. New York, USA.
- Metcalf, C. R. & L. Chalk. 1979. Anatomy of the dicotyledons. Volume I. Ed. Oxford University Press. New York, USA.
- Montaño, O. G. 1997. Estudio etnobotánico y comparativo de tres comunidades Guaraníes del Alto y Bajo Izozog, Prov. Cordillera, Santa Cruz, Bolivia. Tesis de grado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.

- Morales, T. 2003. Estudio morfo-anatómico de las zarzaparrillas comercializadas en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Tesis de grado, Universidad Cristiana de Bolivia, Santa Cruz, Bolivia.
- OMS. 1987. Directrices sobre la conservación de plantas medicinales. OMS, IUCN, WWF.
- OMS. 2004a. Medicinal plants-guidelines to promote patient safety and plant conservation for a US\$ 60 billion industry.
- OMS. 2004b. Nuevas directrices de la OMS para fomentar el uso adecuado de las medicinas tradicionales. Consultado el 14 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr44/es/index1.html>
- Pamplona, J. D. R. 1997. Enciclopedia de las plantas medicinales. Editorial Safeliz. España.
- Romero, R. & A. Gurni. 2014. Estudio morfoanatómico de dos especies de *Myrcianthes* de las yungas, Jujuy (Argentina). *Dominguezia* 30(2): 55–59.
- Roth, I. 1964. Microtécnica vegetal. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Santos, V. J. M., M. A. Y. Garcia, M. I. M. Ruano & C. M. V. Reyna. 2013. Propuesta de calidad de cuatro especies medicinales de uso popular en Guatemala: *Chiranthodendron pentadactylon*, *Salvia microphylla*, *Brugmansia candida* y *Erythrina berteroana*. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala. Consultado el 14 de agosto de 2016. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_3489.pdf
- Schwanz, M., E. Nunes, E. Konrath, G. Vendruscolo, M. Vignoli-Silva, A. Henriques & L. Mentz. 2008. Caracterização farmacobotânica de *Peumus boldus* (Monimiaceae) e avaliação de atividades biológicas do alcalóide boldina. *Latin American Journal of Pharmacy* 27(6): 871–9.
- Simoes, C. 1986. Plantas da medicina popular no Rio Grande do Sul. Ed. Da Universidades UFRGS. Porto Alegre, Brasil.
- Stevens, W. C. 1916. *Plant Anatomy, from the standpoint of the development and functions of the tissues and handbook of microtechnic*. 3rd. edition. London, J. & A Churchill. Philadelphia, USA.
- Vargas, M. & L. Arroyo. 2009. Plantas útiles de la comunidad de Bella Vista. En: L. Arroyo, P. Churchill (Eds.). *Inventarios botánicos del área de Bella Vista, Departamento de Santa Cruz, Bolivia: una base para la conservación*. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y Missouri Botanical Garden. Santa Cruz, Bolivia. Pp. 49 – 58.
- Veliz, M. V. 2007. Estudio de la autenticidad de mezclas herbales con acción hepática que se comercializan en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. Tesis de grado, Universidad Cristiana de Bolivia, Santa Cruz, Bolivia.
- Villar del Fresno, A. M. & P. Gómez-Serranillos. 2006. Boldo: indicaciones terapéuticas. *Farmacia Profesional* 20 (4):74–78.