

CONTRIBUCION AL ESTUDIO FARMACOGNOSTICO DE ALGUNAS ESPECIES DE COCA CULTIVADAS EN COLOMBIA

AHMED M. SALAMA *
JORGE ENRIQUE CALDERÓN S.*
NANCY BEATRIZ SÁNCHEZ M.*

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio macroscópico y microscópico de las hojas de cinco taxa del género *Erythroxylum*, que permite una identificación adecuada de las mismas.

SUMMARY

Most of the studies of the species of the genus *Erythroxylum* have been dedicated to the analysis of the alkaloids content. Therefore, there is not enough information about the macro- and microscopic characterization to easily permit their identification.

In the present investigation a macro- and microscopic study was carried out for 5 plants of the genus.

INTRODUCCION

El drama social por el que atraviesa la humanidad debido al consumo de la coca, la forma como su cultivo está alcanzando una vasta proporción del territorio nacional y la producción masiva que a nivel mundial se está realizando, ha obligado a los países a movilizarse y unirse en la lucha contra el narcotráfico intercambiando información y métodos de control. Una manera de contribuir al conocimiento y control de nuestras especies nativas de coca es estableciendo métodos sencillos que permitan identificar las hojas de cada especie o variedad en forma entera, en polvo puro o en polvo mezclado, pues las condicio-

nes geográficas y ecológicas del territorio donde se cultiva determinan algunas características particulares, lo cual puede servir a los organismos estatales encargados de controlar el comercio ilícito.

Los estudios fitoquímicos efectuados en diversas especies del género *Erythroxylum* dan como resultado la presencia de una serie de alcaloides como: cocaína, cinamilcocaína, α - y β -truxilina; tropacocaína, benzoil ecgonina, α y β -higrina, cuscohigrina (1,2) y otras sustancias como los ácidos α , β , γ y δ -truxílico y los ésteres del ácido L-norecgonina, mono-, sesqui-, di- y triterpenos (3,4,5), taninos (1,2,6), azúcares (1,7), aceites esenciales (8), minerales (6,9), vitaminas (8,9), ácidos grasos, ceras y derivados del fenilpropano (2).

PARTE EXPERIMENTAL

MATERIAL VEGETAL

El material objeto de este estudio se recolectó en cercanías de San José de Guaviare y en la Sierra Nevada de Santa Marta y fué determinado por el Doctor Jesús M. Hidrobo, en el Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia (Tabla No. 1).

Una parte de las hojas frescas de cada planta fué conservada en una solución de formol al 10% en etanol del 50% con el fin de realizar posteriormente su examen histológico, mientras que el resto del material vegetal fué secado a temperatura de 50°C en una estufa de aire circulante. Luego fué molido y almacenado en recipientes adecuados para su posterior utilización en el estudio farmacognóstico y fitoquímico. Se tuvieron las precauciones necesarias para evitar la mezcla de las muestras.

ESTUDIO FARMACOGNOSTICO

DESCRIPCION MORFOLOGICA

Las hojas frescas de las cinco especies y variedades (Figura 1) fueron examinadas en sus características morfológicas más

* Universidad Nacional, Facultad de Ciencias, Departamento de Farmacia, A.A. 14490. Santafé de Bogotá. Colombia.

sobresalientes como tamaño, forma, venación, bordes, ápices y pecíolo (Tabla No. 2). Para determinar el tamaño, se tomaron 20 hojas al azar de cada muestra, a las cuales se midió la longitud y el ancho, y se seleccionó el mayor valor correspondiente a cada medida (Tabla No. 1).

Las características físicas como color, olor y sabor fueron determinadas para las hojas secas y pulverizadas (Tabla No. 1)

EXAMEN HISTOLOGICO

Para realizar este estudio se prepararon cortes transversales corrientes a mano alzada y cortes transversales con micrótopo de cada una de las hojas estudiadas. Estos últimos fueron preparados en el Laboratorio de Histología Vegetal de la Universidad Nacional, Bogotá, de la siguiente forma.

Se cortó una sección de la parte central de las hojas que fueron conservadas en una solución al 10% de formaldehído en etanol al 50%. Luego se deshidrataron utilizando una serie de alcoholes de concentraciones ascendentes (50%, 60%, 70%, 80%, 90% y absoluto) dejando las secciones de las hojas sumergidas en cada solución durante una hora. Posteriormente el material fué guardado en una mezcla de etanol absoluto:xilol (1:1) durante 2 horas. En un molde metálico pequeño se incluyó una sección de cada hoja en parafina fundida a 60°C, se dejó luego enfriar hasta obtener un bloque. Finalmente se colocó cada bloque en el micrótopo rotatorio y se procedió a realizar los cortes de 12µm. Los cortes obtenidos se fijaron con albúmina en láminas de vidrio y se les adicionó el colorante Fast Green y safranina. Los cortes obtenidos fueron tapados con laminillas de vidrio que fueron humedecidas con xilol (10).

Una vez fijados los cortes, se realizó el examen al microscópio observando los tejidos vegetales y las inclusiones celulares no-protoplastmáticas y se procedió a elaborar diagramas (Figuras 2a, 2b, 2c, 2d, 2e y Figura 3).

Para el examen microscópico del material vegetal pulverizado se prepararon varios montajes de cada muestra en polvo sobre una lámina de vidrio en una solución acuosa de hidrato de cloral al 2% que fueron calentados con el fin de disolver los pigmentos y aclarar los tejidos celulósicos. Las preparaciones fueron examinadas al microscópio y los tejidos vegetales y las inclusiones celulares no-protoplastmáticas fueron observadas y dibujadas (Figuras 4, 5, 6, 7 y 8).

RESULTADOS Y DISCUSION

ESTUDIO FARMACOGNOSTICO

DESCRIPCION MORFOLOGICA Y FISICA.

Observando en conjunto las 5 hojas del género *Erythroxylum* estudiadas (Tabla No. 1) podemos notar que en cuanto al color es variable desde verde claro hasta marrón claro (Tabla No. 1). La forma de las hojas es distinta. La *E. coca* var. *ipadú* y la *E. novogranatense* var. *novogranatense* son ovaladas y espatuladas respectivamente mientras que las demás son elípticas. En general el ápice de las hojas es apiculado a excepción de la *E. amazonicum* cuyo ápice es acuminado (Tabla No. 2). En la *E. coca* var. *ipadú* y en la *E. amazonicum* están ausentes las líneas curvas que corren de la base al ápice a cada lado de la nervadura central, mientras que en las demás hojas estudiadas están presentes (Tabla No. 2). Comparando el tamaño de las hojas en cuanto a longitud y ancho, se nota claramente que las hojas más pequeñas son las de *E. coca* var. *coca* "pajarita" y las de mayor tamaño son las de *E. amazonicum* (Tabla No. 1, Figura 1).

EXAMEN MICROSCOPICO

CORTES TRANSVERSALES.

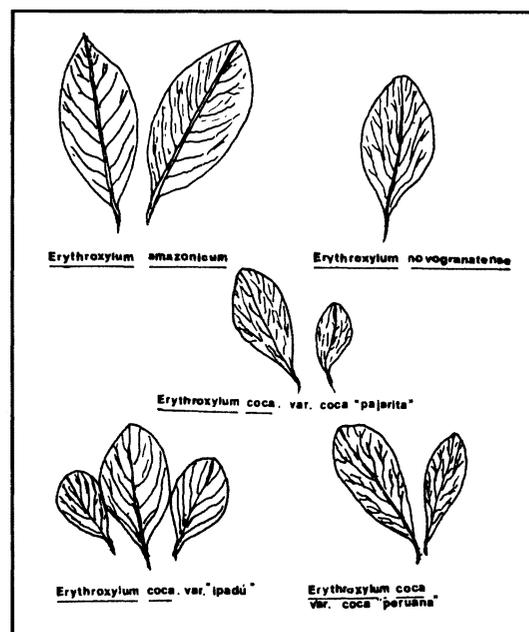


Figura 1. Muestras de hojas estudiadas

Los cortes transversales de las láminas de las hojas muestran epidermis superior, parénquima en empalizada de una capa, células esponjosas parenquimáticas con espacios

TABLA 1: DETERMINACION TAXONOMICA Y CARACTERISTICAS FISICAS DEL MATERIAL VEGETAL

Nombre Científico	Lugar de Recolección	Longitud Intervalo cm.	Ancho Intervalo cms.	Color	Olor	Sabor
<i>Erythroxylu amazonicum</i>	San José del Guaviare	5.5 - 9.8	3.0 - 4.5	Marrón claro	Herbáceo	Ligeramente amargo y astringente
<i>Erythroxylum novogranatense</i> var. <i>novogranatense</i>	Sierra Nevada de Santa Marta	3.4 - 6.0	1.2 - 2. 2.5	Verde claro	Herbáceo	Amargo y stringente
<i>Erythroxylum coca</i> var. <i>coca</i> (Pajarita)	San José del Guaviare	2.3 - 4.7	1.1 - 2.5	Verde marrón	Herbáceo	Ligeramente amargo y astringente
<i>Erythroxylum coca</i> var <i>ipadú</i> (Amarga, Carijona).	San José del Guaviare	3.0 - 7.0	2.0 - 3.6	Verde oliva	Herbáceo	Astringente e insípido
<i>Erythroxylum coca</i> var. <i>coca</i> (Peruana)	San José del Guaviare	3.3 - 6.8	1.0 - 3.3	Marrón verde	Herbáceo	Ligeramente amargo y astringente

TABLA 2: CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LAS HOJAS ESTUDIADAS.

Nombre de la Muestra	Forma	Venación	Apice	Líneas paralelas a la vena principal	Margen
<i>E. amazonicum</i>	Elíptica Reticulada	Pinateada	Acuminado	Ausentes	Entero
<i>E. novogranatense</i> var. <i>novogranatense</i>	Espatulada Reticulada	Pinateada	Apiculado	Presentes	Entero
<i>E. coca</i> var. <i>coca</i> "pajarita"	Eliptica Reticulada	Pinateada	Apiculado	Presentes	Entero
<i>E. coca</i> var. <i>ipadú</i>	Ovalada Reticulada	Pinateada	Apiculado	Ausentes	Entero
<i>E. coca</i> var. <i>coca</i> "peruana"	Elíptica Reticulada	Pinateada	Apiculado	Presentes	Entero

intercelulares grandes y epidermis inferior caracterizada por papilas, las cuales se observan en todas las hojas excepto en la *E. amazonicum* (Figura 3a). En la última especie se presentan idioblastos en el mesófilo, las cuales son células lignificadas que varían en forma, tamaño, características de las paredes y contenidos con respecto a las células vecinas del mismo tejido (Figuras 3a, 4). Una preparación superficial de la epidermis superior muestra que las células varían en su forma y tamaño. Las paredes anticlinales son rectas en la *E. coca* var. *coca* "pajarita" y *E. coca* var. *ipadú* y ligeramente onduladas en la *E. amazonicum*, mientras que en la *E. novogranatense* var. *novogranatense*, las paredes son rectas y en forma de collar. Las células epidermales contienen escasos prismas de oxalato de calcio y en mayor número en la *E. novogranatense* var. *novogranatense*. En ninguna de las 5 hojas se encontraron estomas en la epidermis superior (Figura 2, 3). En ninguna de las epidermis de las hojas estudiadas se observó la presencia de células de mucilago como sí se observó en la epidermis superior de *E. truxillense* y *E. coca*.

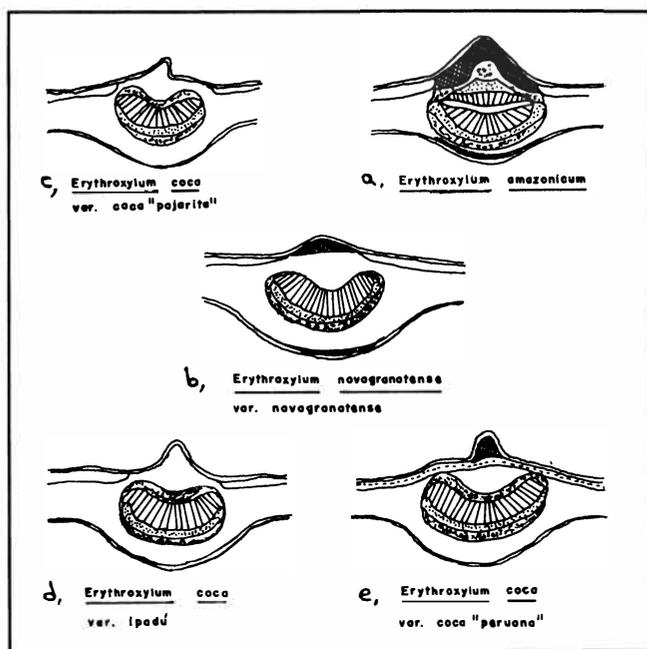


Figura 2. Cortes transversales diagramáticos de las hojas estudiadas

Comparativamente los cortes de la nervadura principal (Figura 2) presentan algunas diferencias que podrían ser utilizadas para su identificación. Las crestas observadas en la parte superior de los cortes transversales de las nervaduras son diferentes en su forma y tamaño siendo mayor la de *E. amazonicum*. La *E. novogranatense* var. *novogranatense* tiene la menor longitud pero una amplitud considerable. Las demás hojas estudiadas presentan protuberancias con similar amplitud y longitud aunque la *E. coca* var. *coca* "pajarita"

posee la menor longitud de todas (Figura 2). El grupo vascular en todas las hojas estudiadas se conforma de una banda de floema encima de la cual se ubica el xilema con excepción de la *E. amazonicum* que presenta éste mismo grupo vascular encima del cual se encuentra otro grupo vascular invertido (Figura 2a). En cuanto al periciclo que está formado por fibras lignificadas y rodea al grupo vascular, en la *E. novogranatense* var. *novogranatense* hay pocas fibras en la parte superior, mientras que en la *E. amazonicum* hay un número considerable de ellas formando abultamiento. En las otras hojas hay pocas fibras en los lados laterales hasta que en la *E. coca* var. *coca* "pajarita" tiende a desaparecer. La corteza de la *E. coca* var. *coca* "pajarita" y de la *E. coca* var. *ipadú* está conformada por parénquima, mientras que en la *E. coca* var. *coca* peruana está constituida por parénquima y solamente colénquima en la cresta separado por las células en empalizadas que se encuentran atravesando la parte superior de la corteza de la nervadura principal (Figura 2e). La corteza de la *E. novogranatense* var. *novogranatense* está formada por parénquima y unas pocas capas de colénquima bajo de cada epidermis, mientras que en la *E. amazonicum* se encuentra totalmente formada en la parte superior del grupo vascular por células colenquimáticas y en la parte inferior está formada por pocas capas de parénquima y otras capas de colénquima seguidas por la epidermis inferior. (Figura 2a). La *E. amazonicum* se diferencia también por la ausencia de células epidermales con papilas y la presencia de idioblastos en el mesófilo (Figura 3a).

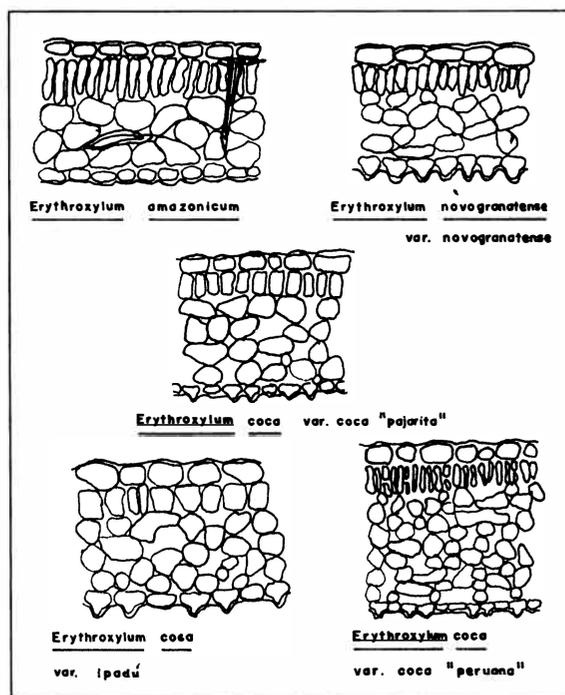


Figura 3. Cortes transversales de la lámina de las hojas del género *Erythroxylum* estudiadas

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LAS HOJAS PULVERIZADAS.

E. AMAZOMICUM: Células de epidermis superior rectangulares con paredes casi rectas. Células de epidermis inferior con estomas tipo paracítico. Fibras lignificadas separadas o en haces con cristales de oxalato de calcio. Vasos reticulados, traqueidas e idioblastos. Células de epidermis superior y parénquima en empalizada. Además se encuentran células de parénquima e células de colénquima (Figura 4).

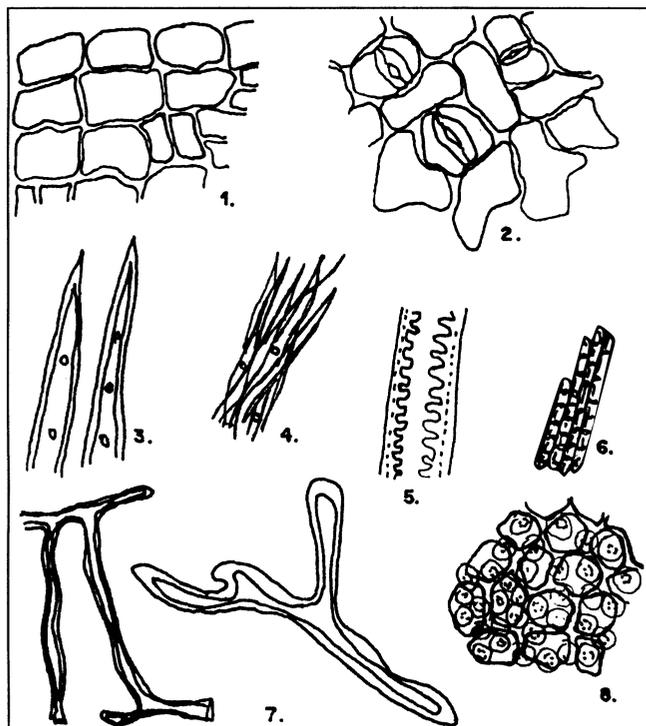


Figura 4. Tejidos vegetales e inclusiones celulares no protoplasmáticas de *Erythroxylum amazonicum*.

1. Epidermis superior, 2. Epidermis inferior con estomas tipo paracítico, 3. Fibras con cristales de oxalato de calcio, 4. Haces de fibras con cristales oxalato de calcio, 5. Vaso reticulado, 6. Traqueidas, 7. Idioblastos, 8. Células de epidermis superior y parénquima en empalizada.

E. NOVOGRANATENSE VAR. NOVOGRANATENSE: Se observan células parenquimáticas, colénquimas, células de la epidermis inferior con papilas y estomas paracíticos. Células de la epidermis superior con prismas de oxalato de calcio, escasos granos de almidón y muy escasos tricomas no-glandulares unicelulares del pecíolo. También se encuentran vasos reticulados y escaleriformes (Figura 5).

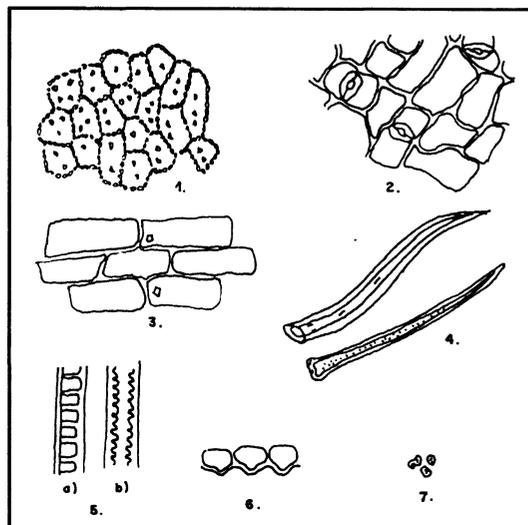


Figura 5. Tejidos vegetales e inclusiones celulares no protoplasmáticas de *Erythroxylum novogranatense var. novogranatense*.

1. Epidermis superior con cristales de oxalato de calcio, 2. Epidermis inferior con estomas tipo paracítico, 3. Células parenquimáticas con prismas de oxalato de calcio, 4. Tricomas no glandulares unicelulares uniseriados, 5. Vasos: a) Escaleriforme, b) Reticulado, 6. Células de epidermis inferior con papilas, 7. Granos de almidón.

E. COCA VAR. COCA "PAJARITA": En el polvo se encuentran células de epidermis superior con paredes rectas y de epidermis inferior acompañadas de estomas paracíticos y papilas, vasos escaleriformes, traqueidas y escasos tricomas no-glandulares unicelulares del pecíolo. Además se observan fibras pericíclicas lignificadas y células parenquimáticas con prismas de oxalato de calcio (Figura 6).

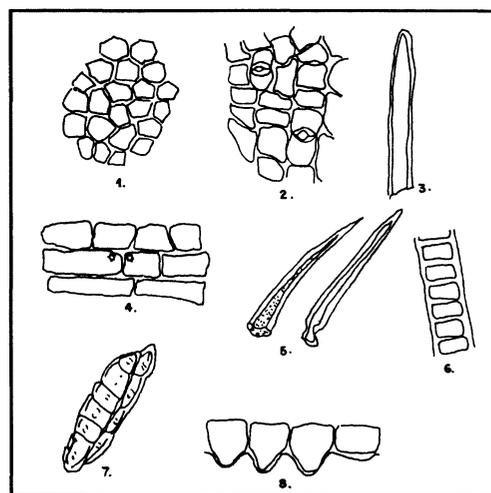


Figura 6. Tejidos vegetales e inclusiones celulares no protoplasmáticas de *Erythroxylum coca var. coca "pajarita"*.

1. Epidermis superior, 2. Epidermis inferior con estomas tipo paracítico, 3. Fibra pericíclica, 4. Células parenquimáticas con prismas de oxalato de calcio, 5. Tricomas no glandulares unicelulares uniseriados, 6. Vasos escaleriformes, 7. Traqueidas, 8. Células de la epidermis inferior con papilas.

E. COCA VAR. IPADU: Se observan células de epidermis inferior con estomas tipo paracítico y papilas que aparecen en la superficie de cada célula como un anillo de contorno doble. Epidermis superior constituida por células poligonales de paredes delgadas y con escasos cristales de oxalato de calcio. Escasos tricomas no-glandulares unicelulares del peciolo. Vasos espirales y vasos reticulados y traqueidas. Fibras pericíclicas acompañadas de células parenquimáticas con prismas de oxalato de calcio (Figura 7).

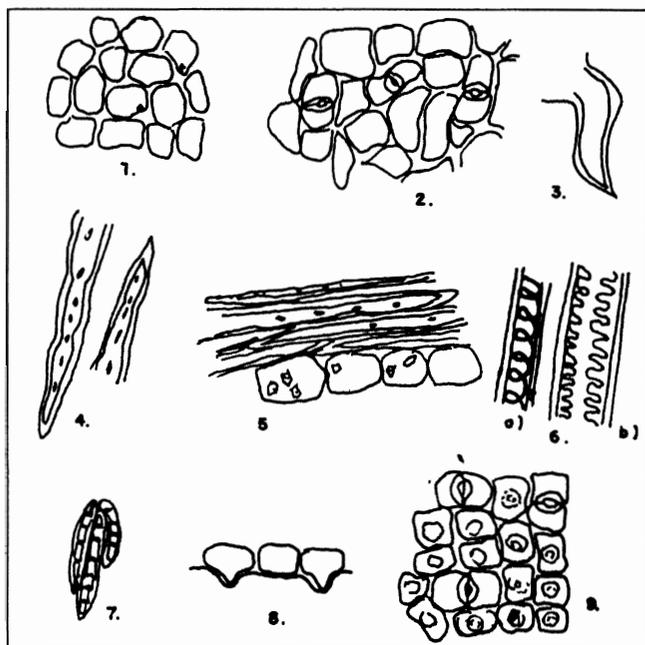


Figura 7. Tejidos vegetales e inclusiones celulares no protoplasmáticas de *Erythroxylum coca var. ipadu*.

1. Epidermis superior, 2. Epidermis inferior con estomas tipo paracítico, 3. Tricomas no glandular unicelular uniseriado, 4. Fibras pericíclicas, 5. Fibras pericíclicas acompañadas de células parenquimáticas con prismas de oxalato de calcio, 6. Vasos: a) Espiral, b) Reticulado, 7. Traqueidas, 8. Células de epidermis inferior con papilas, 9. Superficie de epidermis inferior con papilas y estomas tipo paracítico.

E. COCA VAR. COCA PERUANA: Se caracteriza por la presencia de células de epidermis superior de paredes gruesas con escasos prismas de oxalato de calcio. Células de epider-

mis superior acompañados de células en empalizada. Células de epidermis inferior con estomas tipo paracítico y papilas. Fibras pericíclicas con abundantes cristales de oxalato de calcio. Traqueidas y vasos reticulados y escaleriformes. Escasos tricomas unicelulares no glandulares de paredes gruesas provenientes del peciolo (Figura 8).

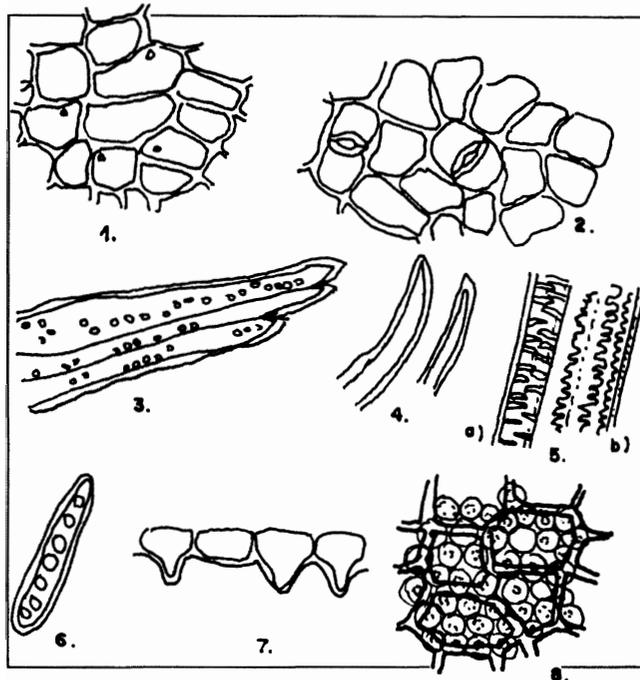


Figura 8. Tejidos vegetales e inclusiones celulares no protoplasmáticas de *Erythroxylum coca var. coca "peruana"*.

1. Epidermis superior, 2. Epidermis inferior con estomas tipo paracítico, 3. Fibras pericíclicas con cristales de oxalato de calcio, 4. Tricoma no glandular unicelular uniseriado, 5. Vasos: a) Escaleriforme, b) Reticulado, 6. Traqueidas, 7. Epidermis inferior con papilas, 8. Células de epidermis superior y de parénquima en empalizada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al Doctor J. M. Hidrobo del Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, por la recolección y clasificación del material vegetal, a la Doctora Nubia Becerra de Lozano del Departamento de Biología, por su ayuda en la preparación de los cortes de las hojas con el micrótopo.

BIBLIOGRAFIA

1. R. SAN MARTÍN, *Farmacognosia descriptiva*, Editorial científica médica, Barcelona, 1957, p 281.
2. W. C. EVANS, *Journal of Ethnopharmacology*, **3**, 265, (1981).
3. R. SOMAN, S. DEV, A. MISRA, and R.C. PANDEY, *Tetrahedron Letters* **49**, 3767, (1964).
4. A. MARTÍN, R.D.H. MURRAY, *J. Chem. Soc.*, **20**, 2529, (1968).
5. J.D. CONNOLLY, A.E. HARDING, *J. Chem. Soc.*, **16**, 1996, (1972).
6. L. BEZAUGER, G.N. BEAUQUESHE, and D. DEVECH, *Pharm. Franc.*, **23**, 377, (1965).
7. M.T. CAMPOS, A.D. CAMPOS, *Bol. Esc. Farm.*, **27**, 67, (1967).
8. T. PLOWMAN, *Actas del seminario interamericano sobre aspectos médicos y sociológicos de la coca y cocaína*, Lima, Perú, 101, 117, (1980).
9. D. JAMES, A.D. AULIK, and T. PLOWMAN, *Bot. Mus. Leaf, Harv. Univ.*, **24**, 113, (1975).
10. Y. ROTH, *Microtécnica vegetal*, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1954, p 13.