



"Enseñar la explotación  
de la tierra, no la del  
hombre"

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA  
INSTITUTO DE HORTICULTURA

## CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO DE *Euphorbia* *cornastra* (Dressler) Radcl.-Sm.

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL

GRADO DE:



DIRECCIÓN GENERAL DE LA ACADÉMIA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXÁMENES PREPARATORIOS

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

Presenta

NÉSTOR HERNÁNDEZ CARRILLO

Chapingo, México, Agosto 2014



**CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO DE *Euphorbia cornea* (Dressler)  
Radcl.-Sm.**

Esta tesis fue realizada por Néstor Hernández Carrillo bajo la dirección del Consejo Particular que se indica, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA**

**DIRECTOR:**

  
DRA. MARÍA TERESA BERYL COLINAS Y LEÓN

**ASESOR:**

  
DRA. HILDA ARACELI ZA VALETA MANCERA

**ASESOR:**

  
DR. JAIME SAHAGÚN CASTELLANOS

**ASESOR:**

  
DR. IRÁN ALIA TEJACAL

**Chapingo, Estado de México, Agosto de 2014.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para lograr este grado académico.

A la Universidad Autónoma Chapingo, en especial al Departamento de Fitotecnia y al Instituto de Horticultura por brindarme la oportunidad de continuar con mi preparación académica y así cumplir una meta más en mi vida profesional.

Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI) que a través de la Red Nochebuena que me dieron las facilidades para trabajar con tan bella especie.

A los Doctores, María Teresa Beryl Colinas y León, Hilda Araceli Zavaleta Mancera, Jaime Sahagún Castellanos e Irán Alía Tejacal. Gracias por su disposición y motivación para la realización del presente trabajo.

Al personal de los siguientes laboratorios: usos múltiples de Fisiología vegetal en el Departamento de Fitotecnia (Cecilio, y Toño), al Laboratorio de Microscopia electrónica del Colegio de Posgraduados (mi profundo agradecimiento a Greta Hanako), al laboratorio de anatomía vegetal del área de Botánica del Colegio de Posgraduados (Miguel), mi más sincero agradecimiento por su amistad y apoyo incondicional.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Barbará y Crescencio a quien les debo toda mi vida, les agradezco el cariño y su comprensión, a ustedes quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante buscando siempre el mejor camino.

A mis hermanos de sangre Lalo, Ana y Marina, y los que el destino me dio con el paso de tiempo Elizabeth y Ángel por estar ahí cuando los necesité, de quienes espero se sientan muy orgullosos de mi así como yo de ustedes ¡este logro no es tan solo mío, sino de cada uno de ustedes!

A ti Rosa María por tu amor y confianza que me enseñaron a demostrar que cualquier meta es alcanzable. Un triunfo más para nosotros.

A Caro, Rayas, Chuy, Claudio, Greta, Adriana y demás amigos y compañeros mi familia por elección que por espacio no puedo mencionar pero que llevan un lugar especial en mi corazón.

A la Dra. María Teresa Colinas por ser una segunda madre y motivarme a seguir adelante con la aventura ya iniciada.

A ti, porque no nos hemos encontrado todavía, que no tengo el placer de conocerte pero que espero este trabajo te sirva para el fin con el que lo buscaste.

## **DATOS BIOGRÁFICOS**

El autor de la presente tesis nació el 26 de febrero de 1988 en Texcoco, Estado de México. Realizó sus estudios de educación básica en el mismo municipio. En el 2003 ingresa a la Universidad Autónoma Chapingo, de donde egresa en el 2010, obteniendo el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia ese mismo año. Del año 2008 al 2013 prestó sus servicios y colaboración con la red Recalcitrantes, red Aguacate y red Nochebuena del Sistema Nacional de Recursos Fitogénéticos (SINAREFI). Ha participado en diversos cursos, congresos, reuniones y simposios, como asistente y ponente. En enero del 2011 ingresa al departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo para iniciar estudios de Maestría en Ciencias en Horticultura.

**CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO DE *Euphorbia cornastra* (Dressler)  
Radcl.-Sm**

**DEVELOPMENTAL CHARACTERIZATION OF (*Euphorbia cornastra* (Dressler)  
Radcl.-Sm.**

**Néstor Hernández Carrillo<sup>1</sup> y María Teresa B. Colinas León**

**RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue la caracterización del desarrollo de *Euphorbia cornastra* considerando aspectos morfológicos, anatómicos, fisiológicos y bioquímicos, dado que es una especie mexicana y endémica poco conocida con potencial ornamental. El material vegetal (estacas) se colectó en la Sierra de Guerrero y se trasladaron a un invernadero en la Universidad Autónoma Chapingo, en donde se enraizaron y colocaron en macetas con sustrato poroso. Después de 15 días de establecidas, se iniciaron las mediciones de las variables morfológicas con relación al tallo, las hojas y las brácteas. La especie presenta un tallo leñoso, poco ramificado, hojas de dos tipos: lobuladas y lenceoladas. El inicio de la floración se dio aproximadamente a los 90 días del trasplante. Las brácteas son pequeñas, poco abundantes de color blanco, y con tonalidades rosa. Esta información se complementó con estudios anatómicos mediante microscopía de luz y electrónica de rastreo. Se observó que los tallos son huecos, el arreglo de tejido vascular es en un cilindro, los estomas se encuentran en el lado abaxial de las hojas, presenta una gran cantidad de tricomas y cristales en el tallo. Se tomaron datos de fotosíntesis y transpiración. Por otro lado se evaluó el contenido de almidón, azúcares solubles totales y reductores. Se concluye que es una planta C<sub>3</sub>, con gran capacidad de almacenamiento de almidón en las hojas, floración en los meses de junio a julio.

**Palabras clave adicionales:** estomas, tricomas, brácteas, fotosíntesis, azúcares

**ABSTRACT**

The aim of this study was to characterize the development of *Euphorbia cornastra* considering morphological, anatomical, physiological, and biochemical aspects considering that it is a Mexican species, endemic and poorly known with a high ornamental potential. The vegetative material was collected in the mountains of the state of Guerrero and taken to a greenhouse in the University of Chapingo where cuttings were rooted in pots with a porous substrate. A few days after the establishment, morphological measurements were initiated. The most important characteristics from stem, leaves and bracts were considered. It has a woody stem with no ramifications. Leaves are of two types. Flowering started about three months after the establishment. Bracts are small and few in number, white with pink flushes. This information was complemented with anatomical studies using light and scanning electronic microscopy. Stems are hollow, vascular tissue has a concentric form, stomata are located in the abaxial side of leaves, where a lot of trichomes can be observed, crystals were also determined. It is concluded that this is a species C<sub>3</sub> with a high starch storage capacity in the leaves. Flowering takes place during the months of June and July.

**Additional key words:** stomata, trichomes, bracts, photosynthesis, sugars.

<sup>1</sup>Tesiista

<sup>2</sup>Director

# CONTENIDO

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| AGRADECIMIENTOS.....                                         | i   |
| DEDIDACTORIA.....                                            | ii  |
| DATOS BIOGRÁFICOS.....                                       | iii |
| RESUMEN.....                                                 | iv  |
| ÍNDICE DE CONTENIDO.....                                     | v   |
| ÍNDICE DE CUADROS.....                                       | vi  |
| INDICE DE FIGURAS.....                                       | vii |
| INTRODUCCIÓN .....                                           | 11  |
| OBJETIVO GENERAL .....                                       | 2   |
| REVISIÓN DE LITERATURA.....                                  | 2   |
| Género <i>Euphorbia</i> .....                                | 3   |
| Especies que pertenecen al Subgénero <i>Poinsettia</i> ..... | 4   |
| <i>Euphorbia cornastra</i> (Dressler) Radcl.-Sm. ....        | 5   |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....                                   | 7   |
| Material vegetal.....                                        | 7   |
| Número cromosómico y ploidía.....                            | 7   |
| Variables Morfológicas.....                                  | 9   |
| Variables Anatómicas .....                                   | 9   |
| Microscopia de luz .....                                     | 9   |
| Microscopia electrónica .....                                | 10  |
| Variables Fisiológicas .....                                 | 11  |
| Variables Bioquímicas.....                                   | 11  |
| Azúcares totales .....                                       | 11  |
| Azúcares reductores.....                                     | 13  |
| Almidón.....                                                 | 14  |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                  | 16  |
| Número cromosómico y ploidía.....                            | 16  |
| Variables Morfológicas.....                                  | 16  |
| Variables anatómicas.....                                    | 19  |
| Hoja .....                                                   | 19  |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Tallo .....                 | 23 |
| Inflorescencia.....         | 26 |
| Variables fisiológicas..... | 30 |
| Variables bioquímicas ..... | 32 |
| CONCLUSIONES.....           | 34 |
| LITERATURA CITADA.....      | 35 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CUADRO 1. Concentraciones de glucosa utilizadas para realizar la curva patrón. Realizado por el método de antrona para la evaluación de azúcares totales.....                                                                 | 13 |
| CUADRO 2. Concentraciones de Glucosa utilizadas para la elaboración de la curva patrón para la evaluación de azúcares reductores.....                                                                                         | 14 |
| CUADRO 3. Promedio de Grosor del tallo, hojas por tallo diámetro de inflorescencias y número de nudos en individuos de <i>Euphorbia cornea</i> .....                                                                          | 17 |
| CUADRO 4. Promedio de Grosor del tallo, hojas por tallo y número de nudos en individuos de <i>Euphorbia cornea</i> .....                                                                                                      | 17 |
| CUADRO 5. Datos registrados con el IRGA en individuos de <i>Euphorbia cornea</i> que se encontraban dentro del invernadero experimental tomados el 30 de Agosto.....                                                          | 30 |
| CUADRO 6. Datos registrados con el IRGA en individuos de <i>Euphorbia cornea</i> que se encontraban dentro del invernadero experimental tomados el 6 de Septiembre.....                                                       | 31 |
| CUADRO 7. Datos registrados con el IRGA en individuos de <i>Euphorbia cornea</i> de la comunidad de origen tomados el 31 de Octubre.....                                                                                      | 31 |
| CUADRO 8. Concentraciones de azúcares solubles totales, reductores y almidón (mg g <sup>-1</sup> ) en hojas de <i>Euphorbia cornea</i> .....                                                                                  | 32 |
| CUADRO 9. Concentraciones de azúcares totales, reductores y almidón (mg g <sup>-1</sup> ) en hojas en diferentes cultivares de <i>Euphorbia pulcherrima</i> . (Elaboración propia con datos de Colinas-León et al, 2006)..... | 33 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1. Distribución potencial de <i>Euphorbia cornastra</i> elaboración propia con base en datos colectados en campo, considerando suelo, vegetación y clima.....                                                                     | 6  |
| FIGURA 2. Tipos de hoja presentes en <i>Euphorbia cornastra</i> .....                                                                                                                                                                    | 18 |
| FIGURA 3. Inflorescencia peoclasio de <i>Euphorbia cornastra</i> .....                                                                                                                                                                   | 18 |
| FIGURA 4. Cara adaxial de una hoja de <i>Euphorbia cornastra</i> sin presencia de estomas y con baja densidad de tricomas, los cuales no son mayores a 150 $\mu\text{m}$ .                                                               | 19 |
| FIGURA 5. Cara abaxial de una hoja de <i>Euphorbia cornastra</i> con presencia de estomas y alta densidad de tricomas, con longitud de hasta a 1, 400 $\mu\text{m}$ .....                                                                | 20 |
| FIGURA 6. Cara abaxial, sin tricomas de una hoja de <i>Euphorbia cornastra</i> , se observan los estomas.....                                                                                                                            | 21 |
| FIGURA 7. Corte transversal de hoja de <i>Euphorbia cornastra</i> .....                                                                                                                                                                  | 22 |
| FIGURA 8. Corte transversal de hoja de <i>Euphorbia cornastra</i> donde se aprecia: A. ostiolo; B. células oclusivas; C. cámara subestomática.....                                                                                       | 22 |
| FIGURA 9. Corte transversal de tallo de <i>Euphorbia cornastra</i> se aprecia la medula hueca y los haces vasculares formando un anillo continuo.....                                                                                    | 24 |
| FIGURA 10. Acercamiento de un corte transversal de tallo con crecimiento primario de <i>Euphorbia cornastra</i> donde se aprecia: A. Células de esclerénquima; B. Células de xilema; C. Cámbium en formación y D. Células de floema..... | 24 |
| FIGURA 11. Vista de un corte longitudinal de tallo de <i>Euphorbia cornastra</i> donde se observa una alta cantidad de cristales compuestos principalmente de fósforo y calcio.....                                                      | 25 |

|                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 12. Acercamiento de una drusa en tallo de <i>Euphorbia corناstra</i> .....                                                                                                           | 26 |
| FIGURA 13. Corte transversal de un ciatio. Vista de ovario trilocular. Alrededor se pueden observar las bases de los filamentos de las anteras y algunas anteras dañadas por el corte.....  | 27 |
| FIGURA 14. Vista longitudinal de una inflorescencia de <i>Euphorbia corناstra</i> donde se aprecia la apertura de estambres, uno tras otro.....                                             | 27 |
| FIGURA 15. Vista de un corte longitudinal en microscopia electrónica y de luz, de una teca donde se observa la disposición de los estambres. El grosor de la epidermis y del endotecio..... | 28 |
| FIGURA 16. Detalles del grano de polen de <i>Euphorbia corناstra</i> .....                                                                                                                  | 29 |
| FIGURA 17. Vista de una antera de <i>Euphorbia corناstra</i> , consta de dos tecas unidas al filamento.....                                                                                 | 29 |

## INTRODUCCIÓN

La constante demanda por nuevos productos en el mercado de ornamentales, y como parte del rescate de materiales nativos de México, la Red Nochebuena como parte del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI), ha comenzado el estudio uso y promoción de especies del género *Euphorbia* con potencial ornamental.

*Euphorbia cornastra* (Dressler) Radcl.-Sm. pertenece al subgénero *Poinsettia*, compartiendo género con *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch (Nochebuena). Esta especie fue reportada por primera vez en 1975, en una localidad del estado de Guerrero.

Desde su primer reporte se destacó su potencial como planta de ornato debido al color blanco de su inflorescencia de tamaño aceptable; en 1996 sale la primera información sobre su manejo y en 2003 es liberado al mercado el primer híbrido resultante de la cruce entre *Euphorbia cornastra* y *Euphorbia pulcherrima* llamado “Eckcory” (Ecke *et al.*, 2004).

Sin embargo, la especie como tal aún no es utilizada, no hay reportes de su distribución en otra zona del país o del mundo, por lo que es un recurso fitogenético con un potencial importante.

Para llevar a cabo la domesticación de una especie es necesario comprender su desarrollo, de modo que permita diseñar una estrategia adecuada para su manejo como cultivo.

## **OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar el desarrollo de *Euphorbia coranstra* (Dressler) Radcl.-Sm.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Conocer aspectos fisiológicos, bioquímicos, anatómicos y morfológicos que permitan su adecuado uso como cultivo.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

La República Mexicana cuenta con una gran riqueza florística, siendo ésta considerada más grande que la de Estados Unidos y Canadá, por esto en particular, su región tropical se considera en la categoría de las zonas florísticamente más ricas del mundo, a la par con Malasia, Centroamérica y ciertas partes de Sudamérica (Flores y Gerez, 1994).

Rzedowsky (1995) estima que de las 30, 000 especies de plantas que hay en México alrededor de 10, 000 son de uso conocido de las cuales 1, 000 son de uso ornamental.

Del mismo modo, Colinas (2003) menciona que México es un importante centro de origen de muchas especies vegetales dentro de las cuales hay muchas que se conocen y son comercializadas como es el caso del Aguacate, Maíz, Frijol, Nochebuena por mencionar algunas; y otras con una alto potencial ornamental.

Con relación a estos recursos ornamentales nativos, para su estudio se siguen tres etapas que son:

- 1) Identificar, coleccionar, clasificar y mantener estos recursos naturales.
- 2) Caracterizar su desarrollo y comportamiento antes, durante y post-cosecha.
- 3) Determinar su uso potencial y de comercialización para entonces seleccionar y mejorar estos recursos nativos ornamentales.

La búsqueda y el desarrollo de nuevas plantas ornamentales es de gran importancia en donde hay potencial económico, un amplio mercado y un incremento en la demanda e interés en novedades.

El primer paso en el aprovechamiento de un recurso natural es su identificación para uno o varios usos específicos, en el caso particular de las plantas ornamentales, la selección inicial se basa en las características relacionadas con su apariencia o atractivo físico.

Otros aspectos a determinar son conocer las características ambientales y distribución de la especie vegetal.

### **Género *Euphorbia***

La familia Euphorbiaceae con sus 8700 especies ubicadas en 320 géneros es una de las familias más grandes al ubicarse en sexto lugar después de Orchidaceae, Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Rubiaceae. (Webster, 1994). Los géneros más grandes de la familia son *Euphorbia* (241 especies), *Croton* (124 especies), *Acalypha* (108 especies), *Jatropha* (48 especies) y *Phyllanthus* (41 especies)

(Steinmann, 2002). Mientras que Ramírez y Martínez (2004) los colocan en el siguiente orden *Euphorbia* (138 especies), *Croton* (126 especies), *Acalypha* (126 especies), *Chamaesyce* (103 especies), *Jatropha* (45 especies) y *Phyllanthus* (43 especies).

En México se encuentran 782 especies ubicadas en 43 géneros. La mayoría de estas son endémicas y para otras el país representa un centro de diversidad importante. El género *Euphorbia* cuenta con el mayor de número de especies, el cual se divide en 2 subgéneros; *Chamaesyce* y *Poinsettia* este último es el de mayor importancia debido a que es en este subgénero donde se encuentra *Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch, comúnmente conocida por “Nochebuena” propagada como ornamental por todo el mundo (Steinmann, 2002).

**Especies que pertenecen al Subgénero *Poinsettia* (R. Graham) House.**  
(Mayfield, 1997)

*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch.

*Euphorbia cornastra* (Dressler) Radcl.-Sm.

*Euphorbia pumicicola* Huft

*Euphorbia zonosperma* Müll Arg.

*Euphorbia heterophylla* L.

*Euphorbia kurtzii* Subils

*Euphorbia elliptica* Lam.

*Euphorbia cyathophora* Murray

*Euphorbia cyathophora* var. *Graminifolia* (Michx.) Chapm.

*Euphorbia hormorrhiza* Radcl.-Sm.

*Euphorbia pinetorum* (Small) G.L. Webster

*Euphorbia colorata* Engelm.

*Euphorbia strigosa* Hook. & Arn. *Euphorbia radians* Benth.

*Euphorbia radians* var. *stormiae* (Croizat) Rzed.& Calderón

*Euphorbia restiacea* Benth.

***Euphorbia cornastra* (Dressler) Radcl.-Sm.**

Descrita por primera vez en 1975 (Dressler) destaca por su parecido a *Euphorbia pulcherrima* (Nochebuena), siendo su atractivo principal el color blanco de sus brácteas, la primera descripción indica que son arbustos patentes de hasta 2 metros de alto, tallos solitarios, ramas alternas; hojas alternas, peciolo puberulentos, láminas de 10 a 16 cm de longitud, elípticos a ampliamente lanceolados, base subtruncada a redondeada, ápice agudo-acuminado; ciatio solitarios o por pares, ampliamente cupulado, glabro, glándulas solitarias amarillas, involucro densamente lanoso, brácteas blancas, cremas o rosadas cerca de los márgenes; flores pistiladas 22 a 28 por fascículo, ovario glabro, verde; cápsula deprimida-ovoide, verde; semillas elipsoides, marcadamente acuminadas-apiculadas.

Se distribuye únicamente en una pequeña zona del estado de Guerrero, a una altitud promedio de los 2000 msnm, se asocia al tipo de vegetación selva baja caducifolia y bosque de latifoliadas (bosque de encino). Se desarrolla sobre suelos de tipo cambisol géllico. Las dos presencias de vegetación están asociadas a los dos tipos de clima en los que parece desarrollarse la especie y que convergen en

esa microrregión. Los dos tipos de clima que se manifiestan en la región son: ACw2 que corresponde al grupo Semicálido subhúmedo y el Cw2 que corresponde al grupo templado subhúmedo. Con base en la convergencia de estos elementos que permiten el desarrollo de la especie se realizó un mapa de distribución potencial (Figura 1) donde se muestran dos posibles zonas una en el estado de Jalisco, y otra en el mismo estado de Guerrero, cabe mencionar que es en esta última, en donde la gente menciona haber visto ejemplares de la especie.

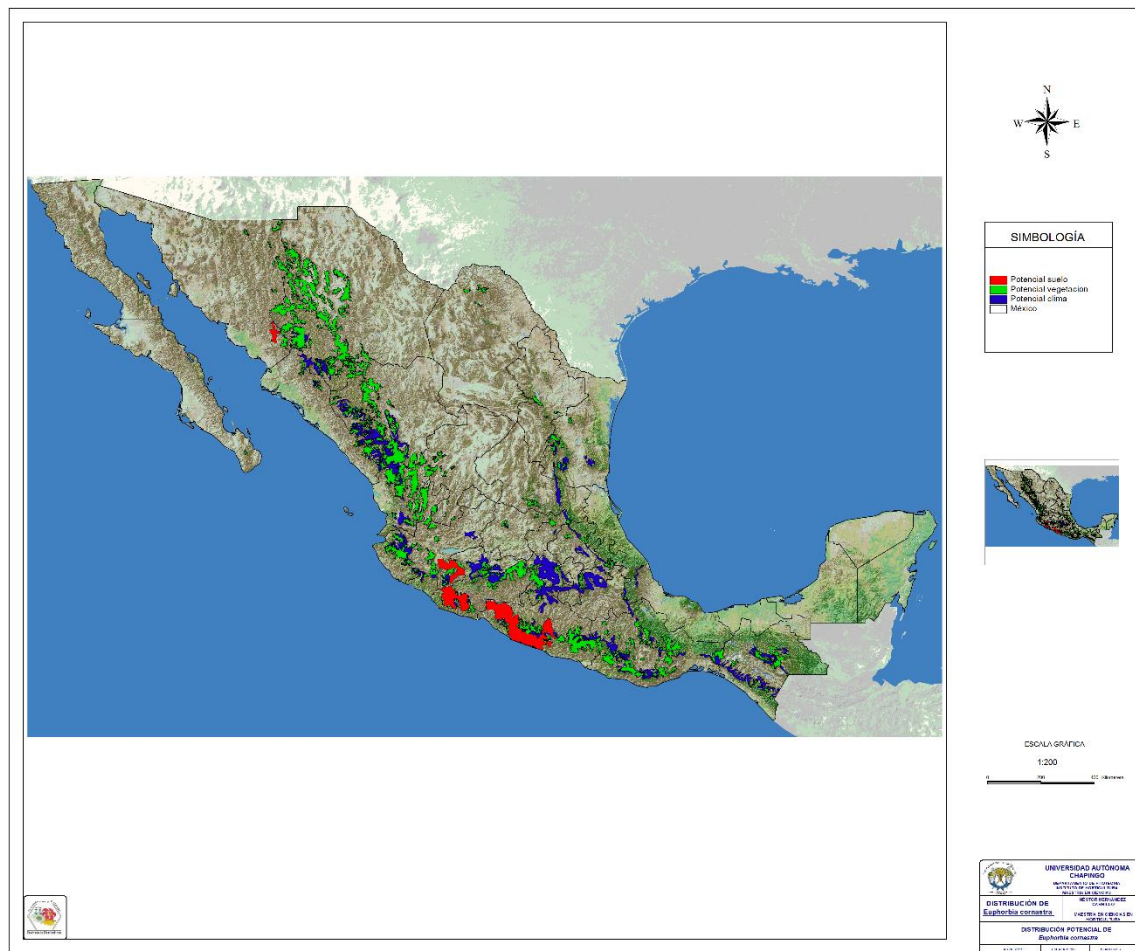


Figura 1. Distribución potencial de *Euphorbia cornastra* elaboración propia con base en datos colectados en campo, considerando suelo, vegetación y clima.

En cuanto a su manejo solo se tiene evidencia de un estudio donde se evaluó el efecto del fotoperiodo sobre la brotación y momento de floración, sin tener resultado significativo alguno (Le duc y Lewnes, 1996).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en el invernadero del Posgrado de Horticultura dentro del campus de la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Estado de México, situado a 19° 29' N y a 98° 53' O, a una altitud de 2240 m.

### **Material vegetal**

Se utilizaron varetas colectadas en la comunidad de origen en la Sierra de Guerrero. Debido a la poca información sobre la especie en cuanto a su manejo, el establecimiento se basó en la información existente para *Euphorbia pulcherrima* (Nochebuena), modificando condiciones de acuerdo a las observaciones durante el desarrollo de la especie.

Las estacas se establecieron en sustrato principalmente poroso, pretendiendo simular el suelo donde se desarrolla de forma natural. Para el enraizamiento, se utilizó Radix® a una concentración de 10, 000 ppm, dosis recomendada para especies leñosas.

### **Número cromosómico y ploidía**

Para determinar el número de cromosomas y consecuentemente el nivel de ploidía se empleó el método “Squash” que involucra varios pasos a seguir desde la

obtención de raíces, hasta la observación de los cromosomas bajo el microscopio óptico:

La recolección de ápices de raíz fue a las 10:00 am por ser una hora de alta actividad meristemática; el corte se realizó a 1 mm por encima de la punta del ápice, y se sumergió inmediatamente en una solución a base de aldehído, con el fin de fijar e inmovilizar las células, principalmente las que se encontraban en división celular.

Después de la fijación, se colocó una pequeña parte del tejido (1-2 mm) sobre un portaobjeto para su posterior tinción con colorante “Rojo carmín”, al agregar unas gotas de este, se pasó por encima de una flama para ayudar a la fijación del colorante.

Una vez teñidas las puntas de raíz, se colocó un cubreobjeto sobre la muestra, y se dieron pequeños golpes sobre éste con la goma de un lápiz con la finalidad de disgregar la punta de raíz. Seguidamente se ejerció presión uniformemente con el pulgar sobre el cubreobjeto para que los cromosomas se dispersaran e hicieran visibles sobre un mismo plano.

La muestra preparada fue analizada bajo un microscopio óptico. Se utiliza inicialmente un aumento de 100X para buscar células que pudieran contarse, luego un aumento mayor 400X con el fin de seleccionar las mejores células y finalmente con el objetivo de inmersión 1000X para realizar el recuento.

## **Variables Morfológicas**

Se le dio seguimiento al desarrollo de la planta evaluando momento de aparición de las hojas, número de hojas antes de la floración, tipo de hoja, grosor y altura del tallo. Debido al poco material que se ha logrado propagar, se evaluaron todos los individuos con todas sus hojas y ramificaciones.

## **Variables Anatómicas**

Para el análisis y observación de las variables se utilizaron dos tipos de microscopia con la intención de complementar la información que cada una genera. La metodología para cada una fue la siguiente:

### Microscopia de luz

Todas las muestras para las diferentes variables se colectaron y se fijaron en una solución FAA (50 % etanol 96° + 5 % ácido acético glacial + 10 % formaldehído con 40 % de pureza + 35 % agua destilada). Después, se deshidrataron en un cambiador automático de tejidos (Tissuematon Fisher) con aumentos graduales en la proporción agua: alcohol y finalmente xileno, para transferirse a parafina (55 °C), donde se realizaron tres cambios con la intención de que la parafina ocupara la mayor cantidad tejido. Posteriormente se acomodaron en unos moldes de modo que quedarán acordes al plano de corte adecuado, se dejó enfriar para que la parafina solidificará.

Se elaboró un taquete y pirámide de parafina de acuerdo con la metodología propuesta por Sass (1968). En un micrótopo rotatorio (American Optical Modelo

820) se realizaron cortes con un grosor de 10  $\mu\text{m}$ , los cuales se montaron con adhesivo Haupt y formol al 10 % sobre el porta objeto para su posterior tinción con safranina y verde fijo.

### Microscopia electrónica

Se cortaron fragmentos de 2 mm de ancho por 2 mm de largo de tallo en corte transversal; dichas muestras se fijaron en glutaraldehído 3% en amortiguador de fosfatos Sorensen's 0.1M pH 7.2 durante 24 horas. Posteriormente se realizaron tres lavados seriados con amortiguador de fosfatos antes mencionado, cinco minutos en cada cambio. Los tejidos se deshidrataron en una serie de acetonas graduales (30%, 40%, 50%, 60%, 70%) por dos horas en cada concentración. Estando las muestras en acetona 70%, posteriormente se continuó con la deshidratación (80% 90%, 100%, 100%) por cuatro horas en cada cambio. En el caso de las muestras de hoja; en el último cambio se introdujeron a la estufa en un lapso de 24 horas a una temperatura de 40 °C con la finalidad de desprender la capa de cera que se tiene sobre la epidermis que en procesos anteriores no permitía observar la superficie. Posteriormente, todas las muestras se secaron en una secadora de punto crítico (Sandri-780A); se colocaron y orientaron sobre portamuestras usando una cinta doble adhesiva de carbón y se recubrieron con oro durante cuatro minutos en una ionizadora (Ion Sputter JFC-1100, Jeol, Fine Coat).

Las muestras se observaron y fotografiaron en un Microscopio Electrónico de Barrido (JEOL JSM 6390) operando a 10 Kv.d.

Al tratar de observar estomas en la cara abaxial, se dificultó el campo visual debido a la alta presencia de tricomas, por lo que en las siguientes preparaciones se removieron con cinta adhesiva la mayor cantidad de tricomas.

### **Variables Fisiológicas**

Antes de realizar los cortes anatómicos en los individuos seleccionados y previamente identificados con una etiqueta, se evaluaron mediante un analizador de gases infrarrojo (IRGA; modelo LI-COR 6200) las variables: tasa de asimilación de CO<sub>2</sub>, conductancia estomática, concentración interna de CO<sub>2</sub>, resistencia estomática, tasa de transpiración y temperatura de la hoja. Las mediciones se hicieron cada semana entre las 10:00 y 13:00 horas.

### **Variables Bioquímicas**

Debido al poco material con el que se realizó el experimento y la distancia a la que se encuentra la comunidad solo se trabajó con una toma de muestras para la evaluación de azúcares.

#### Azúcares totales

Se siguió la metodología por el método de Antrona (Witham *et al.*, 1971):

1. Se pesó un gramo de material vegetal (hoja y tallo), se cortaron en trozos pequeños y después se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 125 ml con 40 ml de etanol al 80%, se puso a hervir durante 30 min. Se filtró el contenido y los residuos se usaron posteriormente para evaluar almidones. El filtrado se colocó en tubos de ensaye.

2. Se evaporó el sobrenadante en baño María cuidando de no caramelizar la muestra.
3. Una vez que se evaporó el sobrenadante, los residuos se disolvieron con 20 ml de agua destilada.
4. Se tomó 60  $\mu$ l de esta disolución y se colocó en tubos de fondo plano para ajustar el volumen a 3 ml.
5. Se agregaron 6 ml de Antrona-ácido sulfúrico teniendo los tubos en baño de hielo, dejando resbalar la antrona por las paredes del tubo; al tener todas las muestras frías, se colocaron a baño María por tres minutos, posteriormente se dejó enfriar la muestra. Se preparó adicional un blanco solo con 3 ml de agua destilada y 6 ml de Antrona.
6. Se leyó absorbancia a 600 nm en un espectrofotómetro.

Para tener una base con la que determinar las concentraciones se realizó una curva patrón con diferentes concentraciones de glucosa (15 mg de glucosa aforada a 100 ml con agua destilada). Las concentraciones utilizadas se muestran en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Concentraciones de glucosa utilizadas para realizar la curva patrón. Realizado por el método de antrona para la evaluación de azúcares totales.

| Glucosa (ml) | Agua (ml) | Antrona (ml) |
|--------------|-----------|--------------|
| 0.1          | 2.9       | 6            |
| 0.2          | 2.8       | 6            |
| 0.3          | 2.7       | 6            |
| 0.4          | 2.6       | 6            |
| 0.5          | 2.5       | 6            |
| 0.6          | 2.4       | 6            |
| 0.7          | 2.3       | 6            |
| 0.8          | 2.2       | 6            |
| 0.9          | 2.1       | 6            |
| 1.0          | 2.0       | 6            |

### Azúcares reductores

Se determinó por el método de Nelson Somogy:

1. Se tomaron 100 µl de la muestra ya disuelta utilizada para azúcares totales, se colocaron en tubos de vidrio de fondo plano y se ajustaron a 1 ml con agua destilada.
2. Se agregó 1 ml de reactivo (A<sub>2</sub>+B<sup>3</sup>) y después de agitar vigorosamente se calentó a baño María en ebullición por un tiempo de 20 min, cubriendo cada tubo con papel aluminio pues el reactivo se degrada con la luz.
3. Después de dejar enfriar las muestras se agregó 1 ml de arsenomolibdato, se agitó vigorosamente y se aforó a 10 ml con agua destilada.

4. Por último se leyó la absorbancia a 540 nm en un espectofotómetro, se incluyó también un blanco para ajustar el instrumento el cual es preparado con el procedimiento anterior menos la muestra.

La curva patrón para la determinación de las concentraciones se realizó con diferentes cantidades de glucosa, siguiendo el mismo procedimiento que las muestras usando las concentraciones que se resumen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Concentraciones de Glucosa utilizadas para la elaboración de la curva patrón para la evaluación de azúcares reductores.

| Glucosa<br>ml | Agua<br>destilada<br>ml | Reactivo<br>(A2+B <sup>3</sup> )<br>ml | Arsenomolibdato<br>ml | Agua<br>ml |
|---------------|-------------------------|----------------------------------------|-----------------------|------------|
| 0.1           | 0.9                     | 1.0                                    | 1.0                   | 1.0        |
| 0.2           | 0.8                     | 1.0                                    | 1.0                   | 1.0        |
| 0.3           | 0.7                     | 1.0                                    | 1.0                   | 1.0        |
| 0.4           | 0.6                     | 1.0                                    | 1.0                   | 1.0        |
| 0.5           | 0.5                     | 1.0                                    | 1.0                   | 1.0        |
| 0.6           | 0.4                     | 1.0                                    | 1.0                   | 1.0        |
| 0.7           | 0.3                     | 1.0                                    | 1.0                   | 1.0        |
| 0.8           | 0.2                     | 1.0                                    | 1.0                   | 1.0        |
| 0.9           | 0.1                     | 1.0                                    | 1.0                   | 1.0        |

### Almidón

Para la evaluación del contenido de almidón, se utilizaron los residuos del material vegetal de la extracción alcohólica de azúcares realizando el procedimiento propuesto por Ortega y Rodríguez (1979):

1. Se colocó la muestra en frascos, añadiéndoles 30 ml de agua destilada para posteriormente colocarla a ebullición durante 20 min.
2. Pasados los 20 min las muestras se pasaron a una tina con agua caliente a 55 °C, cuando las muestras alcanzaron esa temperatura se agregaron 10 ml de Diastasa al 1% p/v. A partir de este momento se tomaron 30 minutos.
3. Pasado el tiempo, se filtró y se midió el volumen del filtrado; posteriormente se tomó una alícuota de 10 ml, se colocó en un tubo de ensaye de fondo plano y se adicionaron 5 ml de HCL 1.125 N; enseguida se colocaron en baño María por 2.5 horas, para finalmente registrar el volumen resultante.
4. Por último se ajustó el pH a 8 con NaOH; primero al 50% y luego al 10%. Una vez ajustado el pH, se prosiguió a evaluar la cantidad de azúcares con el método utilizado para azúcares totales previamente referido.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Número cromosómico y ploidía

El procedimiento para la determinación del número cromosómico mostró que *Euphorbia cornastra* cuenta con 13 pares de cromosomas lo que indica que es una especie diploide:  $2n=26$ , que nos muestra su relación con *Euphorbia pulcherrima* que posee  $2n=28$ , lo que puede explicar porque el híbrido resultante entre estas dos especies puede ser estéril. En el género *Euphorbia* no hay uniformidad en cuanto al número cromosómico, como lo mencionan Molero y Rovira (1992) y Aarestrup *et al.*, (2008); por ejemplo *E. heterophylla* muestra  $2n=24$  cromosomas, *E. nevadensis* muestra  $2n=40$ , *E. esula* muestra  $2n=20$ . Dichos autores mencionan que la diferencia en cuanto número de cromosomas se debe a la presión que han sufrido las especies en su entorno para prevalecer su descendencia donde solo sirven aquellos genes que permitan la subsistencia de la especie y aquellos que no, por evolución se han ido desplazando.

### Variables Morfológicas

Con base en los caracteres evaluados se puede realizar la siguiente descripción morfológica de la especie:

Arbusto erecto de 1 a 2.5 m, con ramificaciones presentes en estado natural a 10 cm de la base.

Cuadro 3. Promedio de Grosor del tallo, hojas por tallo diámetro de inflorescencias y número de nudos en individuos de *Euphorbia cornastra*.

| Grosor<br>del tallo<br>(mm) | Hojas por<br>tallo (mm) | Diámetro de<br>inflorescencia<br>(mm) | Número<br>de nudos |
|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 15.93                       | 34.875                  | 123.5                                 | 56                 |

Cuadro 4. Promedio de Grosor del tallo, hojas por tallo y número de nudos en individuos de *Euphorbia cornastra*.

| Largo de<br>la hoja<br>(mm) | Largo de<br>la lámina<br>(mm) | Ancho de<br>la lámina<br>(mm) |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 62.8                        | 53.7                          | 25                            |

No se tiene una filotaxia definida pero se puede decir que las hojas tienen un arreglo alterno, y las superiores subopuestas o ternadas, pecíolos pubescentes, de aproximadamente 1 cm de largo, las láminas anchamente lanceoladas hasta estrechamente ovadas, se tiene otro tipo de hoja con 1 o a veces 2 lóbulos deltoides hasta de 2 cm de largo en cada lado (Figura 2), el largo de la lámina varia de 4.7-10 cm, con ancho de 2.5-3 cm, la base obtusa, el ápice agudo, los bordes enteros o a veces serrados (especialmente hacia la base), la superficie escasamente pubescente por encima, hasta densamente en el envés.

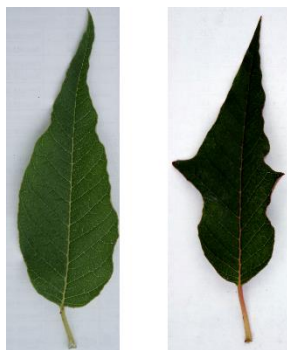


Figura 2. Tipos de hoja presentes en *Euphorbia cornastra*

Inflorescencia terminal, generalmente un pleocasio de 3 o 4 ramas; brácteas blancas, glabrescentes, enteras o escasamente aserradas, ovadas hasta lanceoladas o elípticas, agudas de 1.5-6 cm de largo, de 0.5-2.5 cm de ancho. En el centro del peoclasio hay presencia de un involucro con un pedicelo de 5-13 mm de largo (Figura 3), los otros con pedicelos mucho más cortos o subsésiles, los primeros involucros estaminados, con la flor pistilada abortiva dentro de los primeros 4 o 5 días después de la apertura.



Figura 3. Inflorescencia peoclasio de *Euphorbia cornastra*.

El momento de floración es de aproximadamente tres meses después de iniciada la brotación en estacas. La descripción de las estructuras florales se realizó a detalle en la caracterización anatómica.

### **Variables anatómicas**

En cuanto a anatomía se observó que *Euphorbia coranstra* presenta características generales de dicotiledóneas como son:

#### Hoja

Epidermis adaxial simple con presencia de tricomas simples pluricelulares con un promedio 6 tricomas por mm<sup>2</sup> no mayores a 150 µm de longitud, sin presencia de estomas en esta cara, por lo que se considera una especie epistomática (Figura4).

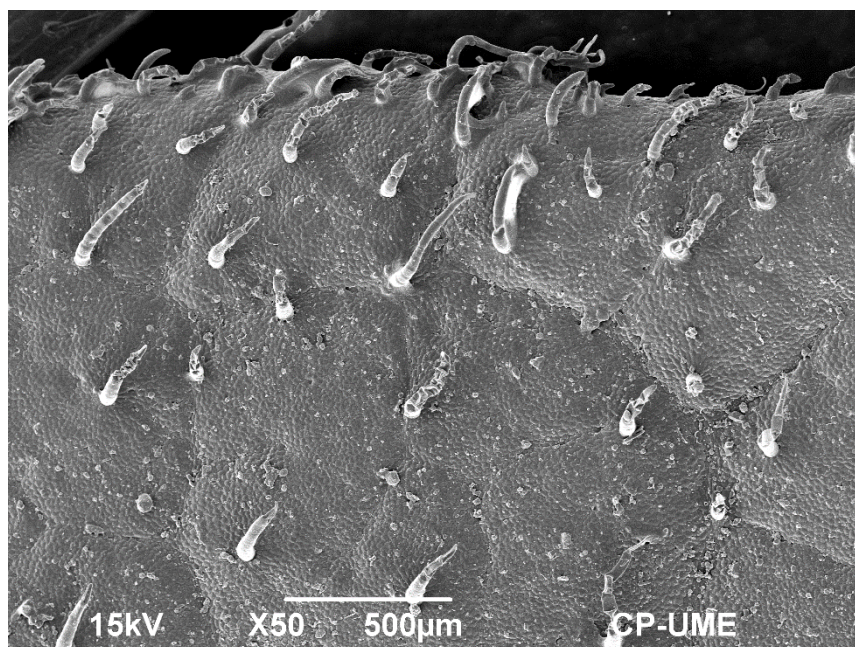


Figura 4. Cara adaxial de una hoja de *Euphorbia coranstra* sin presencia de estomas y con baja densidad de tricomas, los cuales no son mayores a 150 µm.

Epidermis abaxial simple, con una densidad de tricomas simples pluricelulares con un promedio de 268 tricomas por  $\text{cm}^2$ , con longitudes de hasta 1, 400  $\mu\text{m}$  de longitud (Figura 5); esta cara foliar muestra presencia de estomas anomosticos en promedio de 233 por  $\text{mm}^2$  (Figura 6).

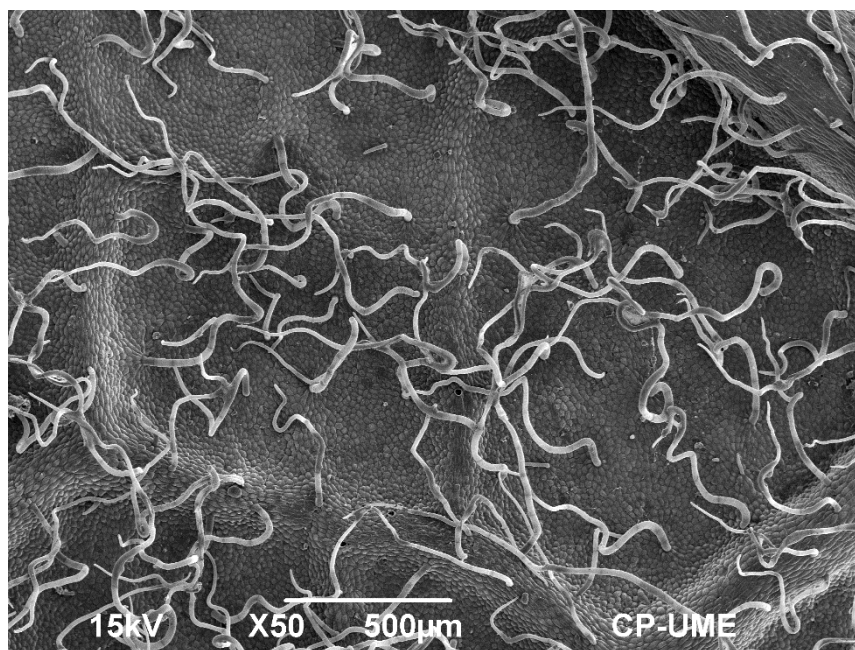


Figura 5. Cara abaxial de una hoja de *Euphobia corناstra* con presencia de estomas y alta densidad de tricomas, con longitud de hasta a 1, 400  $\mu\text{m}$ .

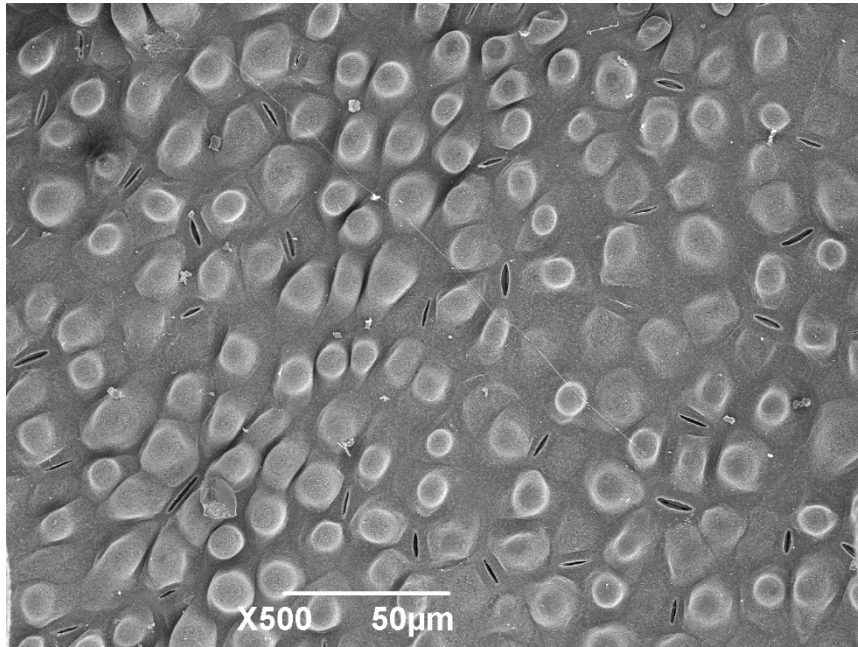


Figura 6. Cara abaxial, sin tricomas de una hoja de *Euphorbia cornastra*, se observan los estomas.

Mesófilo dorsiventral con parénquima de empalizada bisegmentado con una longitud promedio de 59.6 µm y parénquima esponjoso con una longitud promedio de 32.6 µm (Figura 7).

Haces vasculares colaterales con el xilema orientado hacia la cara adaxial y el floema hacia la cara abaxial. De tamaño no mayor a 57.2 µm y ancho promedio 48.5 µm.

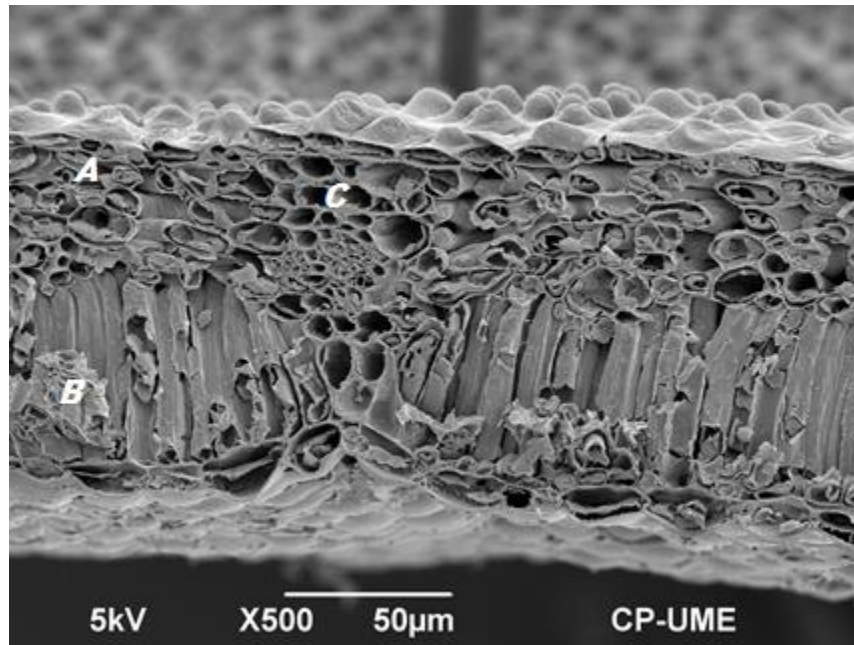


Figura 7. Corte transversal de hoja de *Euphorbia corollata* donde se aprecia: A. Parénquima esponjoso; B. Parénquima de empalizada; C. Haz vascular.

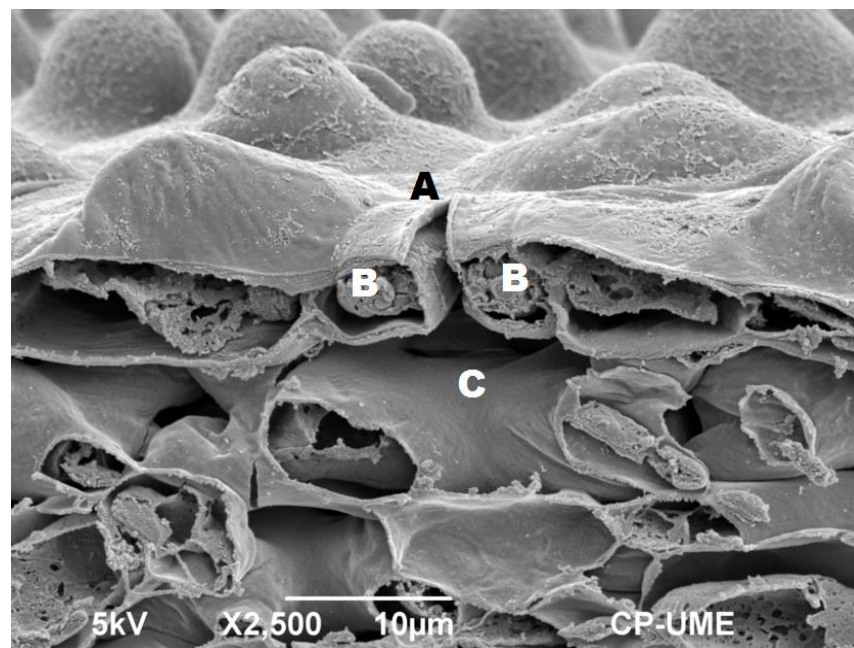


Figura 8. Corte transversal de hoja de *Euphorbia corollata* donde se aprecia: A. ostiolo; B. células oclusivas; C. cámara subestomática.

Como se observa la anatomía de la hoja corresponde a la que presentan especies con metabolismo  $C_3$  al presentar mesófilo diferenciado en esponjoso y en empalizada (Figuras 7 y 8). Los estomas parecen ser del tipo anomocítico lo que indica que están rodeados por un bajo número de células que no se alcanzan a diferenciar en tamaño y forma de las del resto de la epidermis (Judd *et al.*, 1999). Estas características son de utilidad en estudios filogenéticos.

### Tallo

Para la evaluación del tallo se realizaron cortes solamente en partes con crecimiento primario, de las observaciones realizadas se obtuvo lo siguiente: sección transversal cilíndrica con la medula hueca (Figura 9); una capa de epidermis unicelular de más de 3  $\mu\text{m}$  de espesor. Haces vasculares abiertos (conservan restos del procambium que los originó) dispuestos en un solo anillo llamado eustele (Judd *et al.*, 1999). En cada haz se puede apreciar el xilema, el floema (acompañado por un pequeño grupo de células de esclerénquima con las paredes engrosadas hacia su parte exterior) y el cámbium en formación (Figura 10).

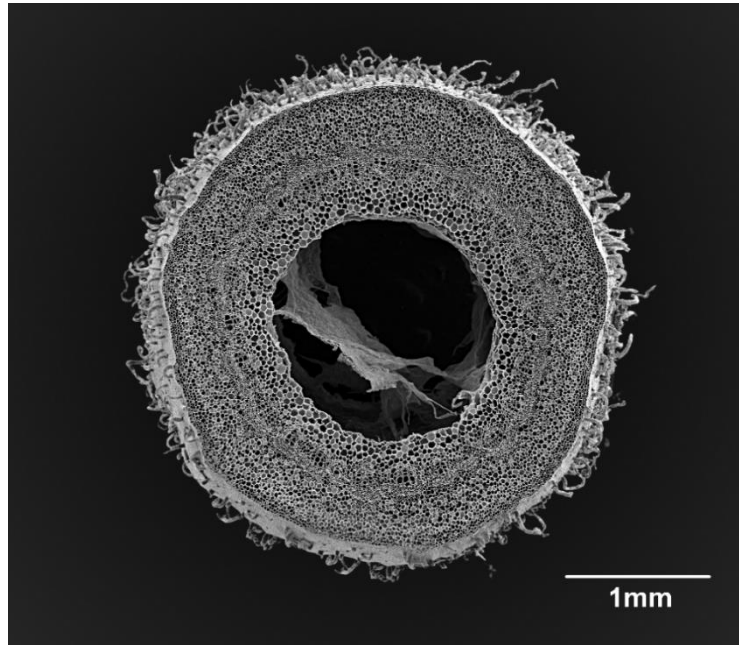


Figura 9. Corte transversal de tallo de *Euphorbia corollata* se aprecia la medula hueca y los haces vasculares formando un anillo continuo.

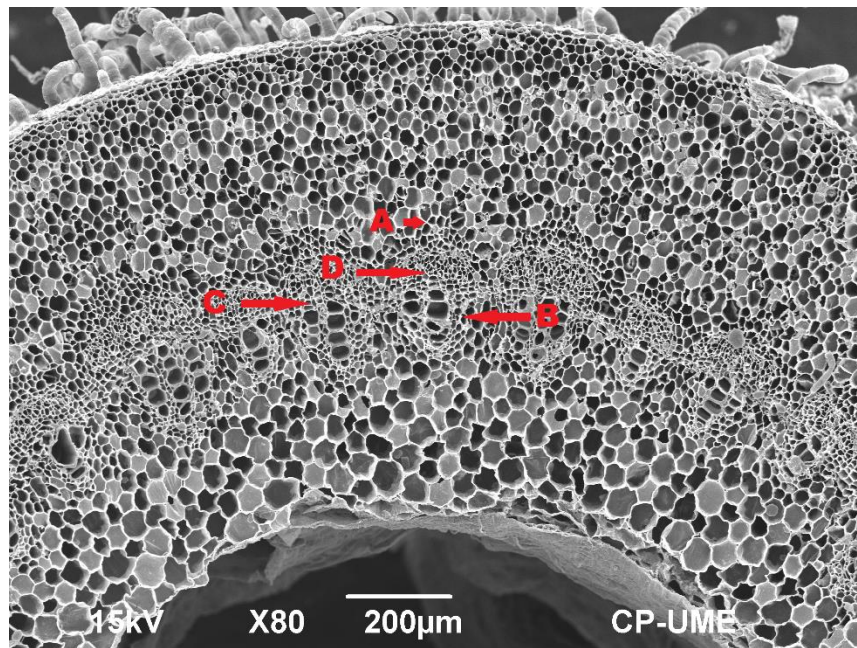


Figura 10. Acercamiento de un corte transversal de tallo con crecimiento primario de *Euphorbia corollata* donde se aprecia: A. Células de esclerénquima; B. Células de xilema; C. Cámbium en formación y D. Células de floema.

Al observar la parte interna del tallo (Figura 11) mediante un corte longitudinal se puede apreciar una cantidad considerable de drusas (Figura 12) compuestas principalmente de fósforo y calcio (los elementos se determinaron mediante un detector de Rayos X INCA anexo al microscopio electrónico). En las plantas vasculares los cristales son frecuentes y pueden ser importantes taxonómicamente (Judd *et al.*, 1999)

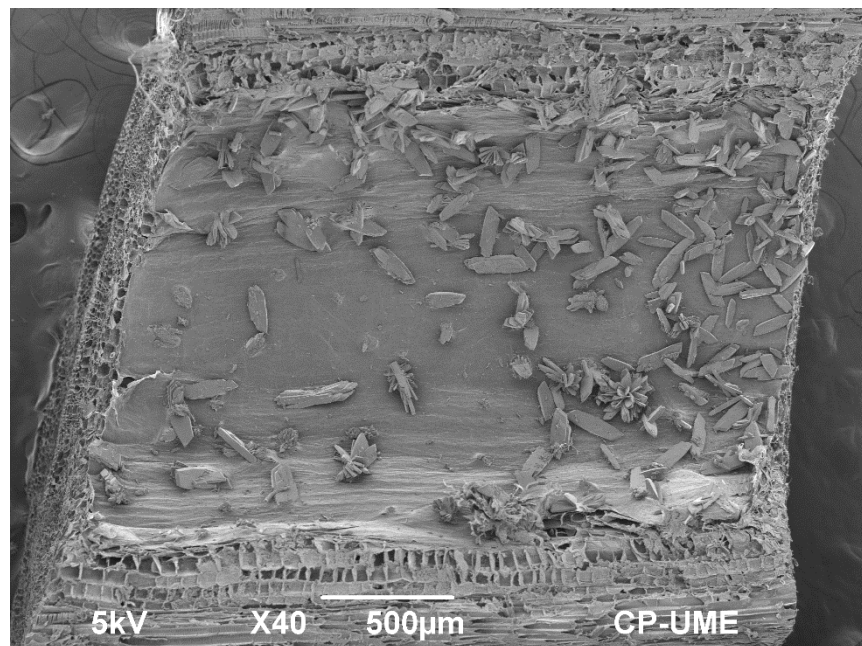


Figura 11. Vista de un corte longitudinal de tallo de *Euphorbia cornastra* donde se observa una alta cantidad de cristales compuestos principalmente de fósforo y calcio.

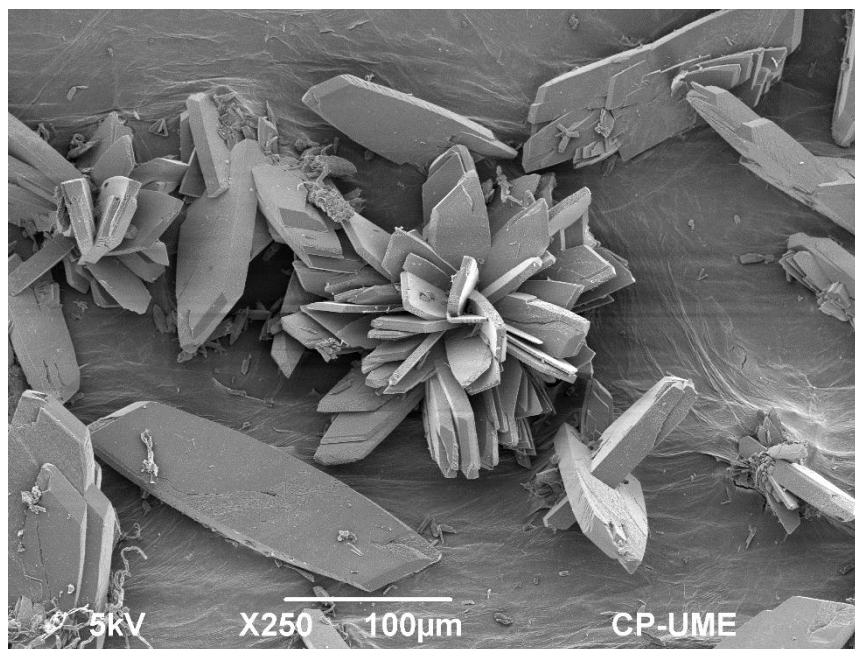


Figura 12. Acercamiento de una drusa en tallo de *Euphorbia corollata*.

### Inflorescencia

*Euphorbia corollata* es una planta monoica con una inflorescencia cimosa terminal en ciatio, con 5-6 brácteas (hipsófilos) de color blanco por inflorescencia, algunas llegan a presentar tonalidades verdes. El ovario con 3-4 lóculos siendo el más común de tres, con uno o dos óvulos cada uno. Presenta estilos libres y pocas veces unidos (Figuras 13 y 14).

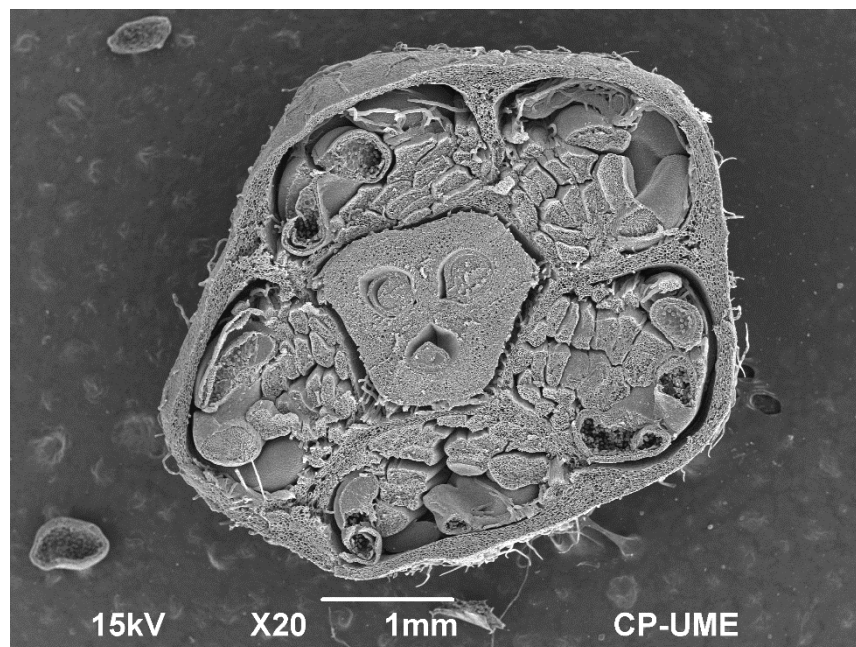


Figura 13. Corte transversal de un ciatio. Vista de ovario trilobular. Alrededor se pueden observar las bases de los filamentos de las anteras y algunas anteras dañadas por el corte.

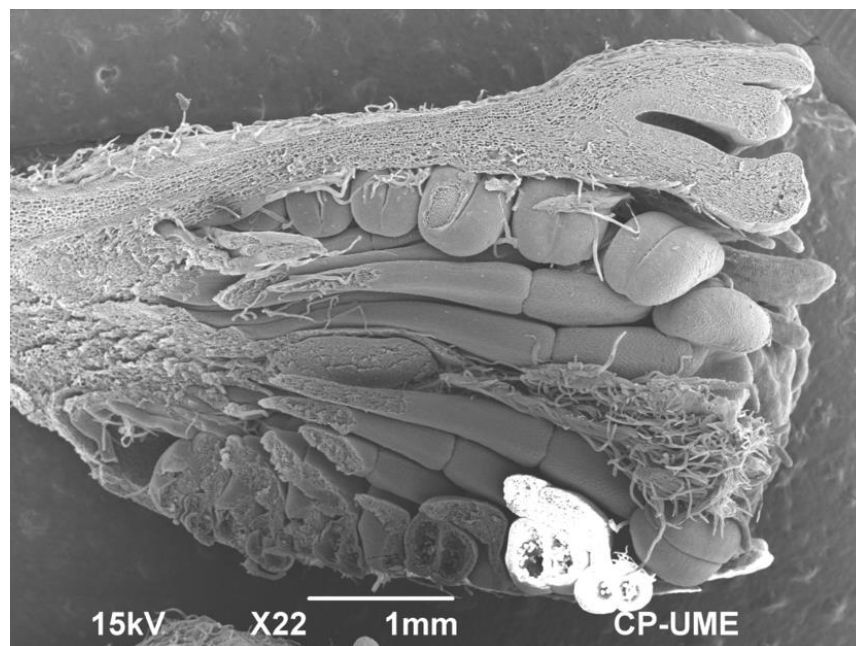


Figura 14. Vista longitudinal de una inflorescencia de *Euphorbia cornastra* donde se aprecia la apertura de estambres, uno tras otro.

Estambres unidos sobre un disco nectarífero con anteras bitecas (Figura 17) y dehiscencia longitudinal, presenta en promedio 740 granos de polen por antera (Figura 15). Antera con una capa unicelular de epidermis y una de endotecio. Granos de polen tricolpados, con ornamentación de exina estriada con radio promedio de 17  $\mu\text{m}$  (Figura 16).

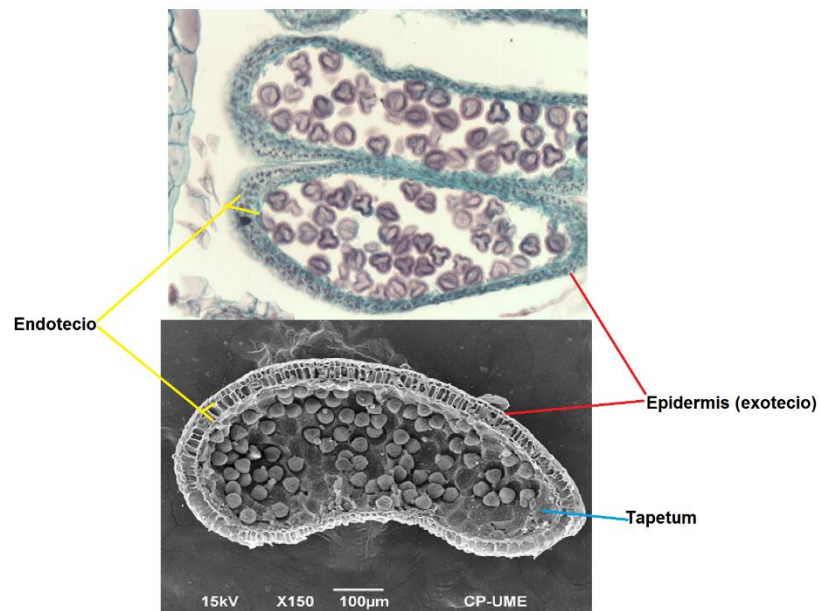


Figura 15. Vista de un corte longitudinal en microscopia electrónica y de luz, de una teca donde se observa la disposición de los estambres. El grosor de la epidermis y del endotecio.

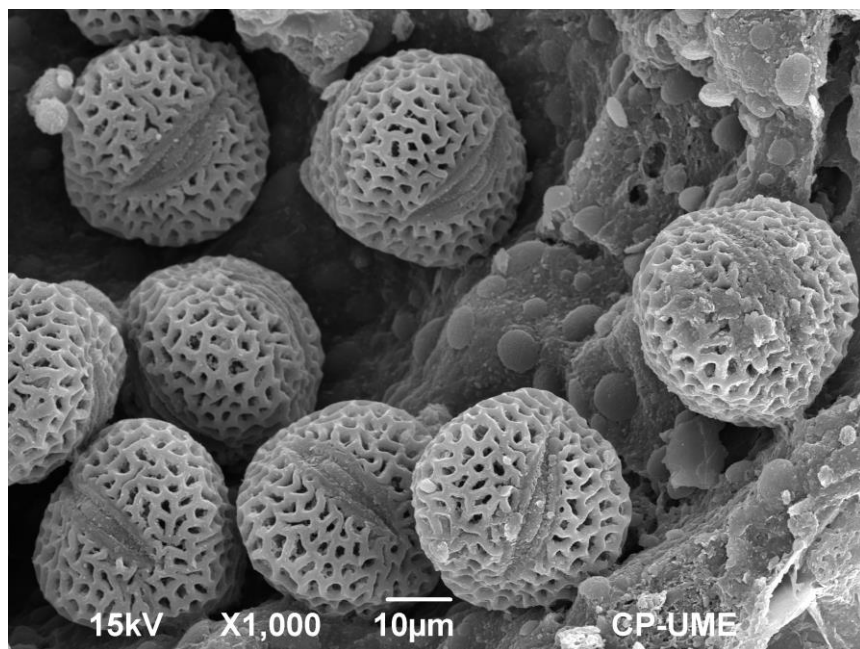


Figura 16. Detalles del grano de polen de *Euphorbia cornastra*.

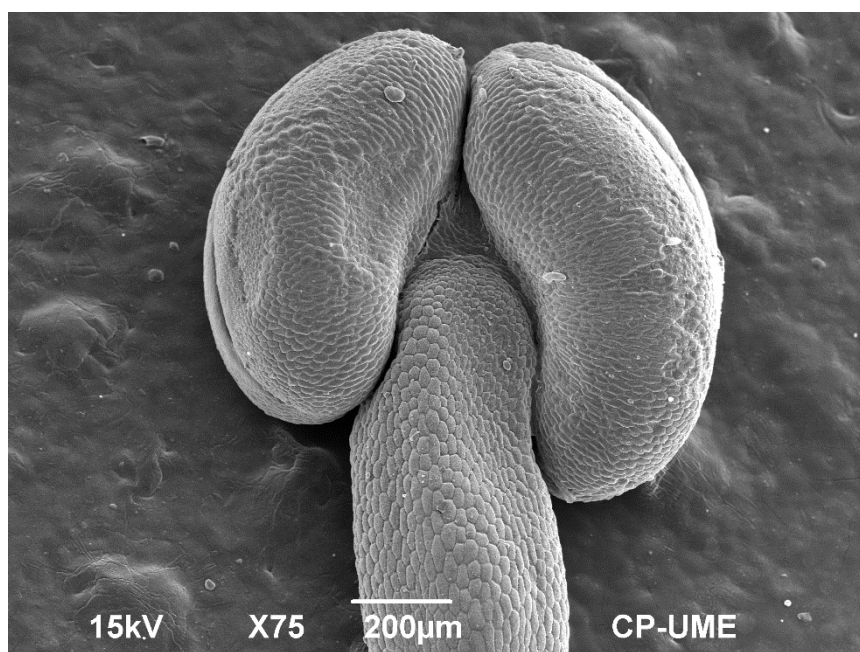


Figura 17. Vista de una antera de *Euphorbia cornastra*, consta de dos tecas unidas al filamento.

## Variables fisiológicas

En el cuadro 5 se muestran los promedios de diez repeticiones de las tasas evaluadas con el IRGA en los individuos que se encontraban en el invernadero de Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo el día 30 de Agosto a las 11:00 h, con una PAR (luz fotosintéticamente activa) promedio de  $234 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , con una temperatura ambiental de  $24.2^\circ\text{C}$  y una temperatura interna de la hoja de  $23.4^\circ\text{C}$ .

Cuadro 5. Datos registrados con el IRGA en individuos de *Euphorbia corneastra* que se encontraban dentro del invernadero experimental tomados el 30 de Agosto.

| Especie                     | Tasa de fotosíntesis<br>( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) | Tasa de<br>transpiración<br>( $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) | Relación T/R |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <i>Euphorbia corneastra</i> | 6.58                                                                            | 4.9                                                                               | 744.7        |

En el Cuadro 6 se muestran los promedios de diez repeticiones de las tasas evaluadas con el IRGA en los individuos que se encontraban en el invernadero de Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo el día 6 de Septiembre a las 11:00 h, con una PAR (luz fotosintéticamente activa) promedio de  $267 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , con una temperatura ambiental de  $23.2^\circ\text{C}$  y una temperatura interna de la hoja de  $21.4^\circ\text{C}$ .

Cuadro 6. Datos registrados con el IRGA en individuos de *Euphorbia cornastra* que se encontraban dentro del invernadero experimental tomados el 6 de Septiembre.

| Especie                    | Tasa de fotosíntesis<br>( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) | Tasa de transpiración<br>( $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) | Relación<br>T/F |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <i>Euphorbia cornastra</i> | 6.12                                                                            | 3.71                                                                           | 606.2           |

En el Cuadro 7 se muestran los promedios de las tasas evaluadas con el IRGA en individuos de la comunidad el día 31 de Octubre a las 13:12 h, con una PAR (luz fotosintéticamente activa) promedio de  $134 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , con una temperatura ambiental de  $28.4^\circ\text{C}$  y una temperatura interna de la hoja de  $27.6^\circ\text{C}$ .

Cuadro 7. Datos registrados con el IRGA en individuos de *Euphorbia cornastra* de la comunidad de origen tomados el 31 de Octubre.

| Especie                    | Tasa de fotosíntesis<br>( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) | Tasa de transpiración<br>( $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) | Relación<br>T/F |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <i>Euphorbia cornastra</i> | 4.83                                                                            | 3.2                                                                            | 662.5           |

Como se observa la tasa de respiración y fotosintética de *Euphorbia cornastra* son muy bajas en comparación con su congénere *Euphorbia pulcherrima*, posiblemente la especie tenga baja fotosíntesis debido a que se desarrolla en zonas de poca luz (en promedio  $195 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de fotones de radiación

fotosintéticamente activa<sup>1</sup>). Además, complementando con la información de la anatomía foliar, se confirma que es una especie con metabolismo C<sub>3</sub>, ya que presenta una relación Transpiración/Fotosíntesis que entra dentro de los reportados para este grupo de plantas por God y Duncan (1980), siendo los valores más bajos el betabel (628) y el girasol (692), indicando una mayor eficiencia en el uso del agua.

### Variables bioquímicas

En el Cuadro 8 se muestran los resultados promedio de cinco repeticiones realizadas para la evaluación de azúcares:

Cuadro 8. Concentraciones de azúcares solubles totales, reductores y almidón (mg g<sup>-1</sup>) en hojas de *Euphorbia coranstra*.

|           | Almidón<br>(mg g <sup>-1</sup> ) | Azúcares<br>totales<br>(mg g <sup>-1</sup> ) | Azúcares<br>reductores<br>(mg g <sup>-1</sup> ) |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Tallo     | 80.3                             | 172.1                                        | 29.2                                            |
| Hoja      | 69.9                             | 261.1                                        | 134.2                                           |
| Sumatoria | 150.2                            | 433.2                                        | 163.4                                           |

<sup>1</sup> Evaluado con un Medidor de radicación fotosintéticamente activa (PAR)

Las concentraciones de azúcares obtenidos son mayores en comparación de otros experimentos realizados con Nochebuena:

Cuadro 9. Concentraciones de azúcares totales, reductores y almidón ( $\text{mg g}^{-1}$ ) en hojas en diferentes cultivares de *Euphorbia pulcherrima*. (Elaboración propia con datos de Colinas-León *et al.*, 2006)

|      | Almidón<br>( $\text{mg g}^{-1}$ ) | Azúcares<br>totales<br>( $\text{mg g}^{-1}$ ) | Azúcares<br>reductores<br>( $\text{mg g}^{-1}$ ) |
|------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Hoja | 33.2                              | 22.8                                          | 3.2                                              |

Como se observa, la diferencia es considerable con respecto a otras evaluaciones realizadas la especie más cercana, esto posiblemente explicado al considerar que *Euphorbia coranstra* es una especie silvestre por lo que la acumulación que tiene que realizar para asegurar la brotación posterior a su periodo de letargo es mayor comparada a *Euphorbia pulcherrima* que es una especie cultivada y está acostumbrada a que se le proporcione todo durante su cultivo.

Por otro lado, se observa que la concentración de azúcares en las hojas es mayor que en el tallo lo que confirma que las hojas son importantes órganos de almacenamiento de carbohidratos de reserva como señalaron Dey y Harborne (1997).

## CONCLUSIONES

Su caracterización anatómica es útil para ayudar en la ubicación taxonómica dentro del género *Euphorbia*

Especie con metabolismo  $C_3$ , con baja actividad fotosintética. Que presenta estrés en condiciones de luz (radiación fotosintéticamente activa superior a los  $600 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

Siendo una planta  $C_3$  presenta un buen nivel de eficiencia en el uso del agua.

Es una especie que tiende a la acumulación de carbohidratos en hojas y tallos. Esto asociado a su naturaleza silvestre en contraste con su congénere cultivada *Euphorbia pulcherrima*

Presenta un alto potencial ornamental por su época de floración, en los meses de junio a agosto

Es una especie con probabilidades de cruza con diferentes especies del Genero *Euphorbia* por su número cromosómico y dado el antecedente que se tiene en su cruza con *Euphorbia pulcherrima*.

## LITERATURA CITADA

- Colinas-León, M.T. 2003. Importancia de los estudios postcosecha de plantas ornamentales nativas de México. En: J.M. Mejía Muñoz y A. Espinosa flores (compiladores). Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental. Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo y Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental A. C.
- Cox, A.V., G.J. Abdelnour, M.D. Bennett y L.J. Leitch. 1998. Genome size and karyotypic evolution in the slipper orchids (Cypripedioidea: Orchidaceae). *Am. J. Bot.* 85:681-687. Dey, P.M. y J.B. Harborne. 1997. Academic Press. USA.
- Dressler, R.L. 1975. A new and attractive poinsettia, Euphorbiaceae, from Guerrero, Mexico. *Bol. Soc. Bot. Mexico* 35:17.
- Ecke, P. III. J.E. Faust, A. Higgins, y J. Williams. 2004. The Ecke Poinsettia Manual. Ball Publishing. Batavia, Ill. USA. 287p.
- Flores, V. O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. (2ª edición). CONABIO-UNAM. México. 446 p.

- Le Duc, A. y M. Lewnes. 1996. Dogwood poinsettia (*Euphorbia cornastra* (Dressler) A. Rdcliffe-Smith), a new floral pot crop. HortScience 31:472.
- Mayfield, M.H. 1997. A systematic treatment of *Euphorbia* subgenus *Poinsttia* (Euphorbiaceae). Dissertation Ph. D. The University of Texas at Austin. USA. 230 p.
- Ortega, D. M.L. y C. Rodríguez. 1979. Estudio de carbohidratos en variedades Mexicanas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. y *Phaseolus coccinea* L.). Agrociencia
- Rzedowski, J., 1995. Aspectos de las plantas ornamentales Mexicanas. Revista Chapingo. Serie Horticultura, 1(3): 5-7.
- SASS, J. E. 1968. Botanical Microtechnique. 3rd. Edition. The Iowa State University Press. Iowa, USA. 227 p.
- Somogyi, 1952. Notes on sugar determination. J. Biological Chemistry. 195:19-23.
- Steinmann, W.V. 2002. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. Acta Botánica Mexicana. 61:61-93
- Webster, G.L. 1994. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. Ann. Missouri Bot. Garden 81:33-144.
- Witham, F.H., D.F. Blaydes, y R.M. Devlin. 1971. Experiments in Plant Physiology. Van Nostrand and Reinhold Company. Nueva York. USA. 245 p.