



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Aplicación y evaluación de la técnica de  
plastinación para la preservación de nardos  
(*Amaryllidaceae*), rosas (*Rosaceae*) y acantos  
(*Acanthaceae*)**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**B I O L O G O**

P R E S E N T A:

**MONSERRAT GONZÁLEZ GARCIA**

DIRECTORA DE TESIS: M. en D. GABRIELA SANCHEZ FABILA



LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEX.

2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice

Resumen.....	
Abstract.....	
Introducción.....	1
Importancia de las angiospermas.....	1
Características generales de las flores.....	3
Estructura de las flores.....	4
Clase Magnoliopsida y Liliopsida.....	5
Preservación de las flores.....	5
Importancia de la preservación de las flores.....	6
Métodos para la preservación de las flores.....	6
Diagnos de los especímenes florales.....	11
Nardos.....	11
Acantos.....	14
Rosas.....	17
Antecedentes.....	19
Generales.....	19
Plastinación.....	22
Plastinación en plantas.....	24
Importancia de la plastinación como técnica de preservación.....	24
Ventajas de la plastinación.....	26
Justificación.....	27
Objetivos.....	28
Método.....	29
Plastinación.....	29
Cortes histológicos.....	30
Prensado.....	32
Resultados.....	33
Descripción de rosas, nardos y acantos plastinados y prensados.....	35
Comparaciones macroscópicas.....	38

Rosas.....	41
Nardos.....	43
Acantos.....	46
Análisis Cualitativo.....	46
Rosas.....	46
Acantos.....	48
Nardos.....	49
Comparaciones microscópicas.....	50
Cortes histológicos naturales.....	53
Cortes histológicos plastinados.....	56
Discusión.....	58
Conclusión.....	60
Referencias.....	61
Anexos.....	67

## Resumen

La preservación del material biológico es de suma importancia para los investigadores, maestros, estudiantes y personas interesadas en colecciones biológicas ya que facilita el estudio de las estructuras macroscópicas y microscópicas de animales y vegetales. La plastinación es una técnica para la preservación del material biológico destinado a la enseñanza y exhibición museográfica, la cual consiste básicamente en la sustitución de los líquidos tisulares, como son el agua y los lípidos, por resinas elásticas de silicona; en el presente trabajo se investigó si la plastinación se puede utilizar para tejidos vegetales tanto para las estructuras macroscópicas como microscópicas de las rosas, nardos y acantos. Se trabajó con: veinte rosas, veinte nardos y ocho acantos naturales de las cuales se obtuvieron cinco rosas, cinco nardos y dos acantos plastinados y diez rosas, doce nardos y cuatro acantos prensados pudiendo observar su preservación de su estructura tridimensional en los plastinados a diferencia de los prensados. Se realizó un ANOVA para comparar los métodos de preservación. Obteniendo de los estadísticos de las rosas que no existen diferencias significativas entre los dos métodos de preservación. En los nardos plastinados se encontraron diferencias significativas tanto en las flores como en el tallo, sin embargo los nardos prensados presentaron hongos.

Se realizaron cortes histológicos en fresco y plastinados de hoja, tallo y ovario de los nardos, rosas y acantos, los cuales fueron observados en el microscópio óptico a una resolución de 40X; a si mismo se dibujaron en la cámara clara Nikon Sm2800 pudiendo observar algunos tejidos del corte de la rosa tanto en fresco como en plastinado. Por lo que podemos concluir que la técnica es eficaz para la preservación y estudio de los tejidos vegetales

## Abstract

The biological material preservation has a high importance for researches, teachers, students and people who are interested by biological collection because it makes easier animals and vegetables macroscopic and microscopic structures study. Plastination is a technique used to preserve the biological material that is destined to teaching and museum display, it basically consists in the tissue fluids replacement, as water and lipids, for silicone elastic resins. In the present research it was investigated if the plastination can be used for both macroscopic and microscopic roses, nards and acanthus structures. That sample was confirmed by twenty roses, twenty nard and eight acanthus, all natural; from which there were obtained a five roses, four nards and two acanthus both plastinated and preserved being clearly observed tridimensional structure preservation in plastination better than preserved. An ANOVA was realized so preservation methods were checked. It was obtained the statistic of roses that doesn't exist meaningful differences between both preservation methods. Meaningful differences were found in nard all over the flowers and stems, nevertheless the preserved nard had presented fungi. Historical cuts were made in fresh and plastinated leaf, stem and ovary's nard, roses and acanthus, that were and looked under optical macroscopic at 40X resolution, as well they were drawn with camera Nikon Sm2800, watching some tissues from the roses cut in fresh as in plastinated. Furthermore it could be concluded that plastination technique is effective in preservation and study of vegetable's tissues.

A mis padres a quienes quiero y admiro mucho:

Mario González Gómez y Lidia García Mora por su amor, gran apoyo y paciencia sin pedir nada a cambio.

A mis hermanas: Sofía y Nohemí

A mis maestros por haberme brindado sus conocimientos y apoyo

M. en D. Gabriela Sánchez Fabila

Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez.

Dra. Silvia Aguilar Rodríguez.

M. en C. Alberto Arriaga Frías.

M. en C. Ma. Edith López Villafranco.

A todos los profesores que me ayudaron a la realización de este trabajo:

Daleth Guedea Fernández

Héctor Barrera Escorcía

Pablo Ruíz Puga

Manuel Mandujano Piña

## **Introducción**

Las angiospermas conforman el grupo más extenso de plantas con más de 300,000 especies por lo que son una importante fuente de alimento y otros recursos, así mismo su preservación es de suma importancia para el estudio botánico ya que permite una mejor comprensión de la complejidad de las especies vegetales. Existen diferentes técnicas capaces de preservar los tejidos de las angiospermas, una de éstas es el prensado; sin embargo esta técnica modifica considerablemente la estructura física de la flor.

Por otra parte la plastinación, en tejido animal, es una técnica que ha tenido un gran éxito en la preservación de cadáveres y estudios patológicos aplicados a estos, permitiendo la preparación de especímenes reales que están secos, inodoros, durables, manejables y no tóxicos. Estas características permiten manipular los especímenes sin uso de guantes.

Es por eso que en el presente trabajo se tiene como objetivo mantener las estructuras de diferentes especímenes de flores en su aspecto tridimensional basándose en el proceso de plastinación como un método de preservación. En los siguientes apartados se explicarán de manera extensa las siguientes temáticas:

### **Importancia de las angiospermas:**

México se localiza entre las zonas boreales y templadas de Norteamérica y las tropicales de gran parte del centro y Sudamérica, su territorio constituye una amplia franja de transición, propicia para el desarrollo de una gran biodiversidad de angiospermas. Esta peculiar situación geográfica, unida a los

diferentes climas y suelos explica en gran medida el hecho de que existan más de 20 mil especies de plantas con flores mexicanas (Del Paso, 1992), gran variedad de animales, incluyendo abejas, polillas, mariposas y colibríes que se alimentan casi en exclusiva de estas. Lo que atrae a estos insectos son las estructuras reproductoras, el resultado es que transportan su polen de flor en flor, permitiendo cruzarse con individuos lejanos de su propia especie. Esta ventaja selectiva ha permitido que las plantas con flores se conviertan en las plantas dominantes de la Tierra (Audersik, 1997).

Las angiospermas, además, juegan un importante papel para la vida y la supervivencia del hombre, dado que depende de ellas como fuente de alimentos y recursos, ya sea directamente a través de los cultivos agrícolas u hortícolas, o indirectamente por medio de su posibilidad de proveer de pastos o alimentos a los animales de los cuales el ser humano se nutre. Estas plantas se utilizan también como fuente de materiales para construcción, abrigo, fabricación de papel, tejidos, plásticos, obtención de fibras, aceites, ceras, especias, drogas, medicinas, taninos, tóxicos, bebidas; así como fuente de placer y recreo en jardines, parques y decoración doméstica. Han desempeñado también un importante papel en el desarrollo cultural del hombre, en las ceremonias y cultos de sus religiones. Los contornos y formas de los tallos, hojas y flores, han servido de inspiración al arte y a la arquitectura de muchas partes del mundo (Heywood, 1985)

### **Características generales de las flores:**

De todos los órganos de las angiospermas, la flor es la menos afectada por los cambios ambientales. Esta estabilidad de las estructuras florales hace que flores y frutos sean de gran importancia para la clasificación de este grupo (López et al. 2005), por lo que la preservación es uno de los objetivos primordiales en la técnica de plastinación.

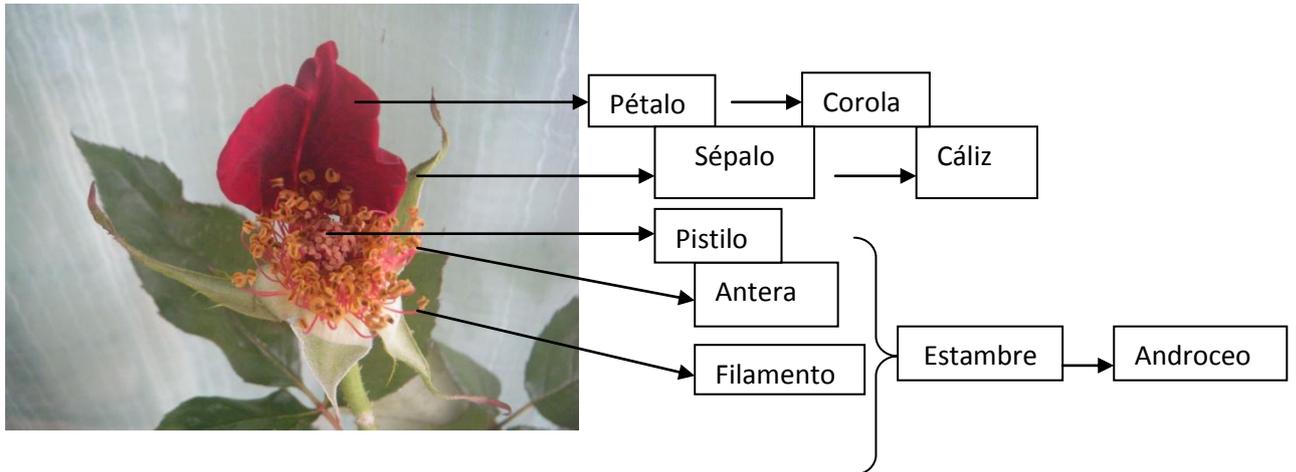
La flor es una estructura especializada para la reproducción sexual de las angiospermas. Se desarrolla a partir de un meristemo apical especializado que se origina de un ápice vegetativo del tallo, tras la inducción por factores externos e internos. Se considera que es un tallo, con los entrenudos acortados, constituido por un conjunto de hojas modificadas que surgen del receptáculo y que se dividen en dos grupos: las hojas protectoras o envolturas florales y las hojas reproductoras. El receptáculo es el extremo modificado del tallo que sostiene a todos los verticilos florales y a las hojas reproductoras (López et al. 2005).

Algunos tipos de plantas tienen flores solitarias, otras nacen en grupos llamados inflorescencias.

## Estructura de las flores:

### Órganos florales

A)



B)

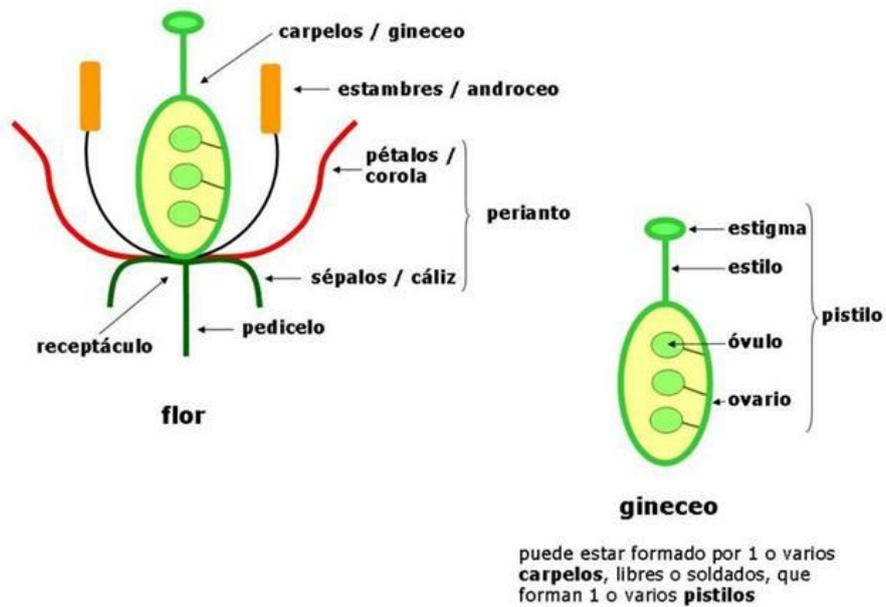


Figura 1.A) Esquema de una flor. B) Morfología de la flor (tomado de [www.unavarra.es/servicio/herbario/invasoras/fotos/flor/image001](http://www.unavarra.es/servicio/herbario/invasoras/fotos/flor/image001))

## Clase Magnoliopsida y Liliopsida

	<b>Magnoliopsida Dicotiledónea</b>	<b>Liliopsida Monocotiledónea</b>
Porte	Árboles y arbustos	Plantas herbáceas
Sistema radical	alorrístico	homorrístico
Ramificación	frecuente	Escasa o nula
Haces vasculares ordenación	eustele	atactostele
Hojas	Polimorfas, pecioladas	Carecen de peciolo. Presentan vaina y lámina.
Nerviación	ramificada	paralela
Flores	Pentámeras, tetrámeras	Trímeras
Número de cotiledones	dos	uno

Diferencia entre la clase magnoliópsida (angiospermas dicotiledóneas) y liliópsida

(angiospermas monocotiledóneas) (E. Strasburger, 1994).

### Preservación de flores

Preservar un espécimen de tal forma que conserve tanto como sea posible su estructura original durante un periodo de tiempo lo suficientemente prolongado para aprovechar al máximo su vida útil, es importante para el mantenimiento de cada organismo y sus datos en óptimas condiciones para su posterior estudio.

La preservación hace referencia a todas aquellas acciones asociadas con el mantenimiento de los ejemplares, encaminadas a su cuidado y conservación por esto, la preservación preventiva se crea como una estrategia constituida por un conjunto de acciones que se desarrollan para hacer que el deterioro sea el mínimo posible. Se trata de acciones muy diversas que pueden aplicarse en la exhibición, almacenamiento, manipulación, limpieza, embalaje y transporte de ejemplares o de colecciones completas, e incluso puede tratarse del manejo del lugar donde se encuentran almacenadas y la formación del personal que la maneje (Jones, 1998).

### **Importancia de la preservación de las flores**

La preservación de flores es de suma importancia para estudios florísticos y taxonómicos. Un herbario se encarga de reguardar las muestras botánicas las cuales son procesadas, organizadas bajo sistemas específicos de acuerdo con las necesidades de cada institución (investigación, enseñanza o servicio) y preservadas permanentemente para su consulta.

### **Métodos para la preservación de las flores**

Existen cuatro técnicas básicas, las cuales pretenden extraer del vegetal el agua que contiene para su mejor conservación:

- 1.- Secado al aire
- 2.- Tratamiento con glicerina
- 3.- Prensado
- 4.- Secado químico con desecantes

## **Secado natural o al aire libre**

Es la técnica más utilizada, sencilla, barata, con la que mejores resultados se obtienen y la que se puede aplicar a mayor número de plantas y flores (Miralles, 1995).

### **Sistemas de secado natural**

**Colgados:** En ramos o individualmente, en celosías de madera o alambradas sujetas al techo. El tiempo de secado varía de una a tres semanas. Algunas flores donde se puede aplicar esta técnica son en rosas (*Rosa spp.*) y bambú (*Bambusa spp.*). (Miralles, 1995).



Figura 2. Flores en seco

**Verticales:** Colocándolas en un recipiente sin agua.

Tendidas sobre una superficie horizontal: Se colocan debajo de las plantas papel absorbente o cartón sobre superficies de cemento, con la precaución de ir moviendo las plantas cada cierto tiempo con el fin de que se vayan secando por igual, si no se formarían mohos. Este método no se debe aplicar en plantas y flores de formas globosas o redondeadas ya que se aplastarían. Se

recomienda para plantas en forma de espiga (*acanthus*) o de consistencia muy fuerte (Miralles, 1995).

**Sobre papel secante:** Este método es ideal para secar musgo y líquenes, se ponen encima de varias capas de papel absorbente. La señal de que ya está seco es cuando al sacar el papel no quedan restos de humedad (Miralles, 1995).

**Sobre una cesta** o una caja cubierta su parte superior con un soporte tipo alambrada: Algunos frutos se dejan secar sobre una cesta durante unos días a temperatura ambiente hasta que desaparezca la humedad entre las escamas (Miralles, 1995).

### **Tratamiento con glicerina**

La glicerina es un alcohol saturado polivalente. Es un líquido incoloro miscible con el agua y con el alcohol.

La mezcla de glicerina con agua es uno de los tratamientos utilizados desde antiguo para conservación de hojas, ramas y algunas flores. La glicerina resulta ser demasiado espesa para ser absorbida por los tallos es por eso que se mezcla con agua.

Este método evita que las hojas se hagan quebradizas y que se deformen.

Se pueden conservar usando glicerina algunas flores tales como la molucella (*Moluccella laevis*) y el brezo (*Erica* spp) pero los mejores resultados se consiguen con hojas.

El material tratado con glicerina queda flexible, aunque existe el inconveniente de que se pierda el color verde de las hojas transformándose en un tono marrón (Miralles, 1995).



Figura 3. Flores en glicerina

### **Prensado**

El material queda solo con dos dimensiones al secarse por presión pero se mantiene bien su color natural (Miralles, 1995). Esta técnica se emplea comúnmente en estudios para identificación de especies.

El secado se hace por medio del aplanado y deshidratado rápido por medio de calor de los ejemplares recién recolectados con el fin de preservar las estructuras de las plantas que permitan su identificación; estos ejemplares son mantenidos en papel absorbente (periódico) y colocados entre dos cartones corrugados; tanto el papel, como los cartones y la prensa deben ser del mismo tamaño (45 x 30 cm).

La manera de armar el aparato de secado es la siguiente: se coloca encima de una de las rejillas de la prensa un cartón, el ejemplar (previamente envuelto en el papel) y otro cartón; se continúa con esta operación hasta terminar de apilar todos los ejemplares; se cubre con la otra rejilla, se amarra con dos cintas resistentes para que quede fija la prensa, y se mantiene así de 168 a 336 horas, se coloca bajo una fuente de calor, en la parte baja de la secadora para que el calor suba a la prensa (Lot y Chiang, 1986).

El material destinado a ser prensado debe presentar características tales como pétalos y hojas delgadas; las plantas con alto contenido de agua no son

adecuadas y tienen poco éxito. Para este método se prefieren flores simples (Orduño, 1995).

### **Secado químico con desecantes**

La flor tratada con secantes pierde mucho, el pétalo se queda lacio, hay que previamente alambrear el tallo y sujetarlo a la cabeza pues sin este procedimiento no se sujetan bien y resultarían caídas.

Existen varios productos que se pueden utilizar con este fin; uno de ellos es gel de sílice, el cual se puede deshidratar por calentamiento y tiene propiedades absorbentes sin embargo es muy costoso (Miralles,1995)

Existen otras técnicas como liofilización y secado en cámaras utilizados por industrias dedicadas a esta actividad comercial, pero estos métodos no están al alcance del aficionado.

## Diagnos de los especímenes estudiadas

Los siguientes especímenes se eligieron de acuerdo a su resistencia, en este punto describiremos su historia, sus usos, el tipo de inflorescencia (si la presentan), así como la clasificación taxonómica de nardos, rosas y acantos.

### Nardo:



Clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Monocotyledoneae

Orden: Liliales

Familia: Amaryllidaceae

Género: Polianthes

Especie: *Polianthes tuberosa* (Herrera, 1990)

### Nombres populares:

Se le conoce también con los nombres de: Tuberosa, Flor de Hueso, Atrapa novias, Amigas de la noche, Flor de novia, Vara de San José, Vara de San Antonio, Jacinto de las novias, Margarita blanca, Margarita Olorosa, y otras (Herrera, 1990).

**Origen:**

El nardo no tiene un hábitat nativo y su origen verdadero es desconocido, pero este puede ser de los Andes en Sudamérica o de México (Herrera, 1990).

Se encuentra en los jardines del mundo, en donde se ama su flor por su suave perfume tan agradable; también por su atractivo color blanco perla y la suavidad de sus pétalos, además de que la vara y tallo floral se presta para variados arreglos (Herrera, 1990).

**Usos:**

En Francia, algunos floricultores las cortan y las venden a la industria del perfume, que las utilizan para extraerles la perfumada esencia. En el norte de EE.UU., el nardo es muy solicitado para arreglos en adornos florales por el intenso y exótico aroma, el bonito tono blanco de cera y la inflorescencia en espiga.

**Descripción botánica:**

Es una planta herbácea que tiene las siguientes características:

- a) Tubérculo: Son oblongos, redondos o alargados; desarrollan nuevas yemas que forman otros tubérculos, los más grandes son los que en el período siguiente pueden producir y dar mayor cantidad y calidad de flor que requiere un cultivo comercial.
- b) Tallo Floral: Es de aproximadamente 0.60m a 1.40m, el cuál puede cambiar según la variedad o el corte.

c) La apertura de las flores de la inflorescencia se inicia desde la base de la espiga hasta llegar a las flores terminales.

Las flores colocadas en la espiga, solitarias tienen una bráctea que las envuelve en su base, el perianto es carnosos, con el pedúnculo ligeramente arqueado hacia afuera; la flor puede ser sencilla o doble.

d) Hojas: Las hojas son basales, de aproximadamente 50 cm de largo, son estrechas y acanaladas, se originan de un tallo acaule en forma arrosetada.

## Acantos:



Clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laminales

Familia: Acanthaceae

Género: Acanthus

Especie: *Acanthus mollis*

## Nombres populares:

Hierba gigante, ala de ángel, oreja gigante, gigante o giganta, hierba carnerona, hierba carderona, hoja de cucaracha.

En esta familia se incluyen cerca de dos millones de especies. Se trata de plantas herbáceas o arbustivas, raras veces árboles, con las hojas opuestas o reunidas en una roseta basal.

## Origen:

El acanto es nativo del sur de Europa (Elliot 1994)

**Descripción:**

El acanto es una hierba gigante, vivaz con hojas verdinegras y relucientes que alcanzan hasta 1m de largo, lampiñas o con una ligerísima pelusilla en las venas y en su largo robillo, recortadas en profundos gajos, todas las cuales se recogen en la base de la planta y forman un gran y decorativo rosetón (Quer, 1980).

Es una planta perenne, muy decorativa y de hermoso follaje. Las altas espigas florales “en candelabro” están densamente recubiertas de flores blancas y púrpuras, tubulares; aparecen en Agosto y en Septiembre. Las anchas hojas de color verde brillante son profundamente pinnatífidas. Naturales de las regiones mediterráneas, estas plantas son cultivadas en las regiones de todo el mundo ya que son muy resistentes (Loewenfeld, 1980)

Su porte es generalmente herbáceo, con hojas simples, enteras, opuestas y decusadas y carentes de estípulas. Las flores suelen ser pentámeras, zigomorfas y hermafroditas, con brácteas muy llamativas, y las inflorescencias, cimosas o racimosas. El cáliz generalmente es campanulado o bilabiado.

El androceo corresponde a 2 ó 4 estambres didínamos, con un polen muy variable en morfología. El gineceo es súpero y lo forman dos carpelos soldados. El fruto es generalmente una cápsula loculicida (Martínez, 1987).

La corola es de color blanquecino y una sola pieza, forma un tubo cortísimo y se extiende solo al lado delantero (Quer, 1980).

**Usos:**

Las hojas de acanto fueron uno de los motivos ornamentales de los capiteles de las columnas de la antigua Grecia. La planta tiene un follaje arqueado, profundamente dividido, que rodea las altas espigas de flores tubulares de

color púrpura y blanco que aparecen a mediados de verano. Es una planta perenne que necesita mucho espacio. Después de la floración las hojas deben ser cortadas. Es una planta de vida larga, siempre que el suelo sea ligero y permeable (Hessayon, 1985).

Tenía fama de ser una hierba con efectos calmantes y era utilizada en los casos de gota y quemaduras. Actualmente ya no es aplicada con estos fines y parece que no tiene utilidad culinaria alguna (Loewenfeld, 1980).

## **Rosas:**



### **Clasificación:**

Reino: Plantae

División: Magnoliidae

Clase: Dicotiledóneas

Subclase: Rosidae

Orden: Rosa

Familia: Rosacea

Género: Rosa

Especie: *Rosa* sp

### **Nombre popular:** Rosa

### **Distribución:**

Existen aproximadamente 115 géneros y 3200 especies distribuidas en todo el mundo, abundantes en el este de Asia, Norteamérica y Europa (Cano, 1994). Se extienden en el mundo entero, pero su máximo desarrollo lo alcanza en las regiones templadas del norte (Goaman, et al, 1998).

### **Origen:** Desconocido

### **Descripción:**

Flores radiadas, hermafroditas. Presenta un cáliz de cuatro a cinco sépalos, unidos al eje floral en forma de cántaro. Corola con 5 pétalos, aunque se han desarrollado para ornamentales son frecuentes las flores dobles que se originan por sustitución de los estambres los cuales son numerosos, insertados en el borde del cáliz. El gineceo con uno o muchos carpelos. La rosa es el

único género que tiene carpelos libres. Son consideradas plantas herbáceas y leñosas, con las hojas alternas y estipuladas sencillas o compuestas. Se encuentran de manera solitaria o en inflorescencias (Rzedowski, 1963).

La gama de colores es muy amplia, pero falta completamente el azul.

Las flores de la familia *Rosaceas* se encuentran entre las más sencillas y las menos especializadas en cuanto a la polinización, produciendo mucho polen que atrae a gran número de insectos, grandes y pequeños (Goaman, et al 1998).

### **Usos:**

Las propiedades medicinales de la rosa también desempeñaron un papel importante en la terapéutica antigua. El agua y la esencia de rosas son muy conocidas y se emplean en perfumería desde hace muchos siglos ( Tiscornia, et al, 1963).

De las rosas se extrae la esencia de rosa y su producción constituye una gran industria en Bulgaria y en algunas partes de Asia ( Goaman, et al, 1998).

La rosa contribuyó también a enriquecer la antigua farmacopea con Rumania y Bulgaria donde la rosa es la flor nacional, lo mismo que en Francia e Inglaterra, son los países donde se logran las mejores variedades ( Tiscornia, et al, 1963)

## Antecedentes

Existen estudios realizados como las técnicas tradicionales para conservar las flores, así como publicaciones de plastinación en órganos animales y muy poco se sabe de las técnicas de preservación alternativas como la plastinación en tejido vegetal como se muestra a continuación:

### Generales.

#### Preservación de flores:

- Cano (1984) realizó un efecto de 8 hidroxiquinolininas citrato y sacarosa en la conservación refrigerada de la flor cortada de gladiola (*Gladiolus* sp). Utilizaron espigas de gladiola en estado de botón, con una longitud de 90-100 cm, las cuales fueron almacenadas en seco bajo condiciones de refrigeración indirecta. La calidad en cuanto a “apariencia” y duración de la espiga se evaluó por método estadístico. Obteniendo como resultados que las condiciones de almacenamiento con refrigeración indirecta, no retardan la degradación de clorofila total pero sí la de carbohidratos en hojas y flores.
- Moreno y Eleazar (1990), realizaron la conservación de tallos florales de clavel (*Dianthus caryophyllus*), mediante el uso de soluciones preservativas con tiosulfato de plata, ácido cítrico con un pH de 3.5, sacarosa y almacenamiento refrigerado. Obteniendo que no todos los productos empleados, tienen el mismo efecto en el período de almacenamiento de los tallos florales de clavel y que las condiciones de refrigeración y duración de la misma reducen la vida útil de la flor. De

manera general se obtuvo que la respuesta de la flor a los diferentes tratamientos está en función de cada cultivar.

- Orduño (1995) evaluó el efecto de diferentes tratamientos granulares (Mezclas de arena y bórax) en el secado de tres especies de flores (rosa, gerbera y clavel). Encontró que las mezclas desecantes tienen un efecto muy variado para cada una de las especies. En rosa y clavel se obtuvieron efectos favorables al secado con arena de río y altas proporciones de borax en la mezcla desecante (3.1) con 20 días de tratamiento, mientras que para gerbera y arena de mar y bajas proporciones de borax (1.1) más 10 días de tratamiento resultaron ser los mejores, aunque para esta especie los resultados no fueron satisfactorios estéticamente.
- Pérez (1996) Efecto de secado granular en tres estados de apertura floral en nueve variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Utilizó el método granular, usando para ello borax y arena de río obteniendo que Arevalo e Iliana son las variedades que mejor se comportaron con este tratamiento y que las aperturas florales media (75%) abierta y completamente abierta (100%) presentan menos cambios en la mayoría de las variables evaluadas. La variedad Verele presentó lesiones de quemaduras, abscisión de pétalos y cambios significativos en su color.
- Chavarria (1997). Deshidratación de gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus), con fines decorativos. Obtuvo que la apariencia final de la flor, está determinado por los cambios internos expresados exteriormente,

aunque los cambios fueron significativos no necesariamente son consecuencia directa de una apariencia desagradable en la flor.

- Bernabé (1998) Realizó diferentes métodos de secado en flores de gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus). Evaluaron tres métodos de secado (liofilización, estufa y bórax-arena en una proporción 3:1) en flores de cuatro variedades de gerbera (Oregon, Quebec, Virginia y Arizona), como pre tratamiento una solución de 1 parte de agua + 2 de glicerina + dimetilsulfóxido (DMSO) al 1% a un Ph de 6.5 para estudiar sus efectos en relación al secado. El diseño experimental fue al azar y con arreglo trifactorial. El factor pre tratamiento se compuso de dos niveles: testigo y solución, el factor método de tres y el factor variedad de cuatro. La mejor calidad de secado fue en Oregon en el método de liofilización con el testigo, Quebec en el método bórax-arena con el testigo.
- Martínez y colaboradores (2005) preservaron mediante métodos de secado la flor de rosa evaluando la respuesta al deshidratado de tres cultivares de *Rosa* híbrida: Vega, Ravel y Papillon, con flores de color rosa, rojo y amarillo, con dos mezclas desecantes (harina de maíz-detergente y harina de maíz bórax) y evaluaron los desecantes puros de harina de arroz y sílica gel. En las mezclas desecantes y los desecantes puros los cultivares de Papillon y Revel tuvieron los valores más altos para las variables evaluadas. Los desecantes que conservaron mejor las características de calidad en la rosa deshidratada fueron: sílica gel y harina de arroz respectivamente.

## **Plastinación**

- August Wilhem V. Hofmann (1818-1892) químico alemán, descubre el formol en el año 1868. Con este descubrimiento se produce una innovación en las técnicas de fijación de tejidos, tanto que hasta la fecha ha sido la base de la conservación y fijación de piezas anatómicas tanto en las salas de disección en Facultades de Medicina y Veterinaria, como en la preparación de piezas para estudios de histología y en el sector funerario para embalsamamiento y conservación temporal de cadáveres.
- Von Hagens, (1979), patentó el proceso llamado plastinación, el cual involucra la eliminación de toda el agua del tejido de los especímenes a través del uso adecuado de un agente deshidratante. Entonces, bajo condiciones de vacío, el espécimen se impregna con un polímero de caucho de silicón líquido que se endurece como consecuencia de la polimerización. Los especímenes resultantes son muy realistas, mostrando con gran detalle las estructuras.
- Von Hagens, et al en (1982) Mencionan que es posible plastinar a organismos completos, órganos, sistemas etc. Este tipo de preparaciones han demostrado ser sumamente útiles en el estudio de la enseñanza de la anatomía topológica, neuroanatomía, patología, cirugía, así como en investigaciones embriológicas y ciencias morfológicas.
- Guillen en (1992), reporto que en América latina se han realizado estudios para llevar a cabo la plastinación de especímenes y el primer

laboratorio que ha comenzado a realizar preparaciones de este tipo es el departamento de plastinación y museografía médica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la UNAM.

- Gersenowies y González en 1993, realizaron la plastinación de corazones de cerdo con resinas poliéster de fabricación nacional; no evaluando su importancia tanto en investigación como en docencia.
- Macías (1998) comparó dos resinas sintéticas en la plastinación de elasmobranquias de pleurotremados para obtener que la resina MC -40 permitio un mayor grado de manipulación de la preparación y tiempo de conservación, así como un fácil manejo y mantenimiento que la MF- 100.
- Gersenowies y Sanchez (2004), presentaron un proyecto donde reportan ensayos con polímeros elaborados por Poliformas Plásticas, S. A., para la estandarización de la técnica de plastinación. Estos tipos de polímeros se aplicaron a cordados mexicanos los cuales mostraron poseer ciertas semejanzas con las resinas utilizadas por Von Hagen en 1979.
- Hernández (2006), realizó la evaluación de la técnica de plástinación aplicada a la preservación de reptiles, obteniendo que los especímenes plastinados son útiles como material anatómico, colecciones de referencia y museografía.
- Ortiz (2006), realizó una evaluación de la técnica de plastinación aplicada en la conservación de peces óseos. Subdividiendo los peces en dos grupos de 50 organismos. Preparó el primer grupo por vía húmeda, preservando los organismos en formol. El segundo grupo se preservaron por la técnica de plastinación con resina poliéster logrando

con ésta conservar en buenas condiciones a los especímenes completos, plastinados manipulándolos para la enseñanza de Morfología Animal.

- Silva (2007), realizó un análisis de la técnica de plastinación aplicada a corazones de cerdo, obteniendo como resultados tanto la manipulación como la preservación del material didáctico para uso en laboratorios
- Calderón (2010), evaluó el proceso de plastinación en *Echinocactus grusonii* Hildmann, Manats (Cactaceae) obteniendo que preserva las características originales y que altera poco la morfología de los organismos.

### **Plastinación de plantas**

De la plastinación en plantas sólo se tiene el registro de:

- Castellanos et al. (2005), realizaron la evaluación de la técnica de plastinación aplicada a la hoja de castilla, observando las estructuras microscópicas en los tejidos vegetales.

### **Importancia de la plastinación como técnica de preservación**

La plastinación es una técnica que se inventó en 1978 por el Doctor Gunter Von Hagens. **Esta técnica ha tenido un gran éxito en la preservación de cadáveres y estudios patológicos** que permite la preparación de especímenes "reales" que están secos, inodoros, durables, y no son tóxicos, y que puede usarse tanto en el aula como en el laboratorio. Estas características

permiten manipular los especímenes sin el uso de equipo protector por parte de los maestros y estudiantes.

La plastinación, involucra la eliminación de toda el agua del tejido de los especímenes a través del uso adecuado de un agente deshidratante. Entonces, bajo condiciones de vacío, el espécimen se impregna con un polímero de caucho de silicón líquido que se endurece como consecuencia de la polimerización. Los especímenes resultantes son muy realistas, mostrando con gran detalle las estructuras. Es posible plastinar a los organismos enteros, solo órganos, o cualquier combinación que pueda disecarse, por ejemplo un sistema completo de órganos como aquéllos involucrados en la digestión, excreción, o reproducción. Este tipo de preparación ha demostrado ser sumamente útil en el estudio de la anatomía, enseñanza de la anatomía por regiones, neuroanatomía, Patología, investigación embriológica, ciencias morfológicas y patológicas.

## **Ventajas de la plastinación.**

Algunas de las ventajas de los especímenes plastinados son:

1. Están secos y pueden manejarse sin guantes.
2. No son tóxicos y no liberan vapores o fluidos.
3. Pueden utilizarse en el laboratorio y en el aula aumentando los diálogos y ayuda en la revisión.
4. Pueden disecarse o seccionarse para exponer estructuras difíciles y sus relaciones.
5. Pueden usarse para desarrollar una colección de especímenes especiales que demuestren patologías o defectos de desarrollo raramente vistos.
6. Pueden usarse con rótulos y diagramas descriptivos para aumentar la eficacia de aprendizaje del estudiante.
7. Pueden utilizarse para propósitos de investigación.
8. Pueden usarse en combinación con software de computadora o imágenes digitalizadas para utilizarse en programas de auto aprendizaje en computadoras individuales.
9. Pueden almacenarse con facilidad en las bolsas de plástico cuando no están en uso.
10. Son durables y, si se manejan propiamente, resistirán años de uso continuo.

## **Justificación**

La técnica de plastinación solo ha sido utilizada en la preservación de estructuras macroscópicas de animales, siendo considerado un nuevo método para preservación con resultados favorables.

Por lo antes mencionado se propone estandarizar dicha técnica como una manera de preservar las estructuras reproductoras (flores) y para compararla con otra técnica de preservación existente la de prensado, evaluando su efecto sobre los caracteres cualitativos y cuantitativos de los tejidos vegetales.

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

Preservar las estructuras de diferentes flores nardos, rosas y acantos en su aspecto tridimensional basándose el proceso de plastinación como un método de preservación.

### **Objetivos Particulares:**

- Describir y comparar la aplicación de la técnica de plastinación de estructuras macroscópicas en rosas, nardos y acantos en relación con la técnica de prensado.
- Comparar la aplicación de la técnica de plastinación de estructuras microscópicas en rosas, nardos y acantos en relación con las flores naturales.
- Evaluar y comparar la aplicación de la técnica de plastinación en la preservación de tejidos vegetales macroscópicos y microscópicos en rosas, nardos y acantos.

## **MÉTODO**

Para llevar a cabo el presente trabajo se realizaron los siguientes pasos:

Obtención del material:

1.- Se obtuvieron 10 nardos y 10 rosas naturales en centros de distribución comercial, y 6 acantos naturales en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

2.-Las medidas fueron tomadas con cinta métrica, 12cm para tallo de rosa, 5cm para tallo de acanto y 7cm para el del nardo.

### **Plastinación**

1.-Los especímenes fueron colocados en recipientes de plástico con solución de acetona pura al 100% (deshidratación)

2.- Se etiquetaron los recipientes y se dejaron reposar en acetona pura durante un mes en refrigeración a una temperatura de -25°C para que las muestras se deshidraten gradualmente.

3.- Después del mes se colocaron en acetona – resina poliéster MC-40 al 50:50 por un periodo de un mes manteniéndose en refrigeración (impregnación).

4.-Se cambiaron las flores a resina poliester pura, a temperatura ambiente durante un mes.

5.-Posteriormente se enjuagaron con acetona y con el acelerador metil-etil para que la polimerización no destruya el tejido; se les roció esmalte acrílico transparente en espray (curado).

6.- Ya preparados los organismos se procedió a realizar un estudio cualitativo que consiste en observar el color y forma, y un estudio cuantitativo que consta en medir tamaño y volumen del antes y después de aplicar la técnica de plastinación.

### **Cortes histológicos**

Se realizaron cortes histológicos en fresco y plastinados de hoja, tallo y ovario de los nardos, rosas y acantos siguiendo los siguientes pasos.

En fresco

- 1.- Se realizaron cortes finos de tallo, ovario y hoja con una navaja de afeitar
- 2.- Los cortes se realizaron de manera transversal con relación al eje principal
- 3.- Se colocaron los cortes sobre un portaobjetos, para luego montarlos con gelatina glicerinada con colorante azul toluidina, pasando la lámina por la parrilla con el fin de que se extendiera mejor.
- 4.- Los cortes se observaron en el microscopio óptico a una resolución de 4X, 10X y 40X.
- 5.- Se dibujaron los cortes en la cámara clara (Nikon Sm2800).
- 5.- Se utilizó el Microscopio óptico marca Carl Zeiss a 10,20, 40, 100 y con el analizador de imágenes NIS-Elements BR2.33 (Nikon Corporation, 1991-2006)



Figura 4. Montaje con colorante azul toluidina



Figura 5. Microscopio óptico

### **Cortes plastinados**

- 1.- De las flores plastinadas se realizaron cortes delgados de ovario, tallo y hoja de manera transversal con una navaja de afeitar, posteriormente se desplastificaron con acetona.
- 2.- Sin dejar secar se les agregó una gota de acetona y alcohol etílico empezando por 100,90, 80, 70 y agua.
- 3.- Se tiñeron con azul toluidina posteriormente fueron montados en portaobjetos.
- 4.- Los cortes fueron observados en el microscopio óptico a una resolución de 40X.
- 5.- Se dibujaron los cortes en la cámara clara Nikon Sm2800

## Prensado

Algunos ejemplares se prensaron y de ellos se obtuvo lo siguiente:

1.- Las medidas fueron tomadas con cinta métrica, dejando un tallo considerado de 12 cm a cada tallo de rosa 5 cm a la acantácea y 7 cm al nardo.

2.- Se pusieron a secar con la técnica de prensado 10 nardos, 8 rosas y 5 acantáceas durante dos semanas.

3.- Las muestras se colocaron en medio de una hoja de papel periódico doblado por la mitad, con su respectiva etiqueta o anotación y se pusieron en la prensa de rejillas entre dos hojas de papel secante (cartoncillo). Los ejemplares fueron separados por varias hojas de papel y sin estar en contacto con las rejillas.

Usando: Una hoja de cartón corrugado, un periódico; la muestra botánica en medio de este, otra de cartón corrugado y así sucesivamente (Granados, 1982).



Figura 8. Acantos prensada



Figura 9. Nardo listo para prensa

4.-Se cambió el papel cada tercer día.

5.-Se dejó la prensa en la estufa del laboratorio de anatomía vegetal. Unidad de morfofisiología durante dos semanas. Posteriormente se observó la textura, el color, así como su volumen y tamaño.

## **Resultados:**

Los resultados se presentaran de la siguiente manera:

### **1. Los diferentes técnicas que se aplicaron en las flores**

Las flores plastinadas y los logros alcanzados con esta técnica

Las flores prensadas y los logros obtenidos

### **2. Las comparaciones macroscópicas**

Comparaciones cuantitativas

Comparaciones cualitativas

### **3. Las comparaciones microscópicas**

Comparaciones cualitativas

Especímenes plastinados y prensados

Especie	Características plastinadas	Características prensadas
Rosa	<p>Se reconocen todos los verticilos externos esto es sépalos y los pétalos a simple vista. Figura 5 a)</p> <p>El color perdió intensidad debido a la acetona que se empleó. Las rojas cambiaron de rojo a purpura. Figura 5 b). En las rosas disminuyó ligeramente su tonalidad. Figura 5 a)</p> <p>Las blancas adquirieron un tono nacarado, tipo cristal Figura 5 d).</p> <p>El tallo y las hojas cambiaron a un tono blanco figura 5.</p>	<p>Los pétalos cambiaron de color rojo a vino Figura 5 c), en el caso de las rosas el color permaneció Figura, en las rosas blancas cambiaron el tono los pétalos blancos a ámbar, el tallo al perder agua disminuyó su tamaño.</p>
Nardo	<p>Se observan solamente los pétalos en forma de botón modificando su color natural blanco perla a ámbar Figura 6 e)</p> <p>Los tallos mostraron una tonalidad blanquesina, según las tablas de color de la Royal Horticultural Society (RHS)</p>	<p>Presentaron hongos en sus pétalos, se le aplicó un fijador Formaldehido Alcohol Acido acetico (FAA), Sin embargo no se logró que desaparecieran los hongos debido a que la planta es muy succulenta. Algunos pétalos que se lograron cambiaron de color blanco perla a café Figura 6 f)</p>
Acanto	<p>Presentaron un color nacarado, sus flores se desprendieron, no obstante debido a la rigidez adquirida con la plastinación se podían acomodar nuevamente, pudiéndose observar en detalle sus estructuras, (los pistilos, las anteras) y las hojas a simple vista. Figura 7 h)</p>	<p>El calor cambió de verde claro a verde oscuro, mostrando sus estructuras florales, es difícil apreciarla debido a que perdió sus dimensiones, como es una inflorescencia no se pueden observar con detalle sus estructuras ya que son aplastadas. Figura 7 g)</p>

Esquema 1 Descripción de las rosas, nardos y acantos plastinadas y prensadas



a)



b)



c)



d)

Figura 5 a) rosa plastinada, b) roja plastinada, c) roja prensada d) blanca plastinadas



e)



f

Figura 6 e) Nardo plastinado, f) nardo prensado



g)



h)

Figura 7 g) Acanto prensado, h) acanto plastinado

## Comparaciones macroscópicas

### Comparaciones cuantitativas

1.-Se obtuvieron diez rosas, cinco nardos y dos acantos tanto plastinadas y prensadas como se muestra en las siguientes imágenes



Figura 8. Rosa i) natural, j) Plastinada, k) prensada



l)



m)



n)

Figura 9 l) natural, m) plastinada, n) prensada



o)



p)



q)

Figura 9 Nardos o) natural, p) plastinado, q) prensado

Se realizó un estadístico ANOVA entre los dos métodos de preservación

Los datos para llevar a cabo los estadísticos se encuentran en los anexos

## Rosas

2.- Análisis cuantitativo de las rosas. Se realizó un ANOVA de medidas repetitivas.

## Tamaño y volumen

Flor y tallo

### ANOVA DE MEDIDAS REPETIDAS

Adjusted Univariate Tests for Repeated Measure: DV_1 (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
	F	p	G-G - Adj. P
<b>METODO</b>	1.382981	0.276238	0.269904

2.1.- Para la flor y tallo se observó una  $F = 1.382981$ ,  $p = 0.269904$  lo que nos indica que no existen diferencias significativas entre los métodos para esa media.

Tallo

Adjusted Univariate Tests for Repeated Measure: DV_1 (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
	F	p	G-G - Adj. P
<b>METODO</b>	0.715909	0.502148	0.421159

2.2.- Para el caso del tallo se observó una  $F = 0.715909$ ,  $p = 0.421159$ , lo que nos indica que en las medidas de tallo no existen diferencias significativas entre los dos métodos para esa medida.

## Flor

Adjusted Univariate Tests for Repeated Measure: DV_1 (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>G-G - Adj. P</b>
<b>METODO</b>	10.39217	0.001281	0.003886

LSD test; variable DV_1 (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Within MSE = 13.017, df = 16.000			
<b>METODO</b>	<b>{Natural} - 31.133</b>	<b>{Prensado} - 38.811</b>	<b>{Plastinado} - 34.033</b>
Natural		0.000353	0.107516
Prensado	0.000353		0.012602
Plastinado	0.107516	0.012602	

2.3.- Para la flor se observó una  $F = 10.40$ ,  $p = 0.0039$ , lo que indica que en las medidas de flor existen diferencias significativas por lo que se procedió a realizar el análisis LSD en donde se observa que las prensadas son significativamente mayores que las otras dos medidas (prensada = 38.84; y plastinada = 34.033; y natural = 31.133), dado que no existen diferencias entre las naturales y plastinadas, mientras que en las prensadas si presentan diferencias significativas esto nos permite sostener que el método de plastinación altera menos la medida y la forma de la flor que el prensado.

## Análisis cuantitativo de los nardos.

Se realizó un ANOVA de medidas repetitivas:

### Tamaño y volumen

#### FLOR Y TALLO

Adjusted Univariate Tests for Repeated Measure: DV_1 (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>G-G - Adj. P</b>
<b>METODO</b>	29.89890	0.000194	0.005441

LSD test; variable DV_1 (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Within MSE = 33.569, df = 8.0000				
	<b>METODO</b>	<b>{ Natural } - 46.180</b>	<b>{ Prensado } - 46.180</b>	<b>{ Plastinado } - 21.640</b>
<b>1</b>	Natural		1.000000	0.000153
<b>2</b>	Prensado	1.000000		0.000153
<b>3</b>	Plastinado	0.000153	0.000153	

2.5.- Para la flor y el tallo se observó una  $F=29.90$ ,  $p=0.0054$  lo que nos indica que existe una diferencia significativa por lo que se realizó el análisis de LSD en donde se observan que no existen diferencias en las medidas entre las flores naturales y prensadas pero se observa que las plastinadas son significativamente menores que ambas (plastinada= 21.640; y natural= 46.180; y prensada= 46.180).

## TALLO

Adjusted Univariate Tests for Repeated Measure: DV_1 (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>G-G - Adj. P</b>
<b>METODO</b>	12.42472	0.003518	0.024343
<b>Error</b>			

LSD test; variable DV_1 (Spreadsheet1) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Within MSE = 1.0517, df = 8.0000			
<b>METODO</b>	<b>{ Natural } - 7.0000</b>	<b>{ Prensado } - 7.0000</b>	<b>{ Plastinado } - 4.2000</b>
Natural		1.000000	0.002556
Prensado	1.000000		0.002556
Plastinado	0.002556	0.002556	

2.6.- Para el tallo se observó una  $F = 12.4248$ ,  $p = 0.024343$  por lo que nos indica que existen diferencias significativas por lo que se procedió a realizar el análisis de LSD en donde se observan que no existen diferencias en las medidas entre las flores naturales y prensadas pero se observa que las plastinadas son significativamente menores que ambas (y plastinada = 4.2000; y natural = 7.0000; y prensada = 7.0000). Apoyando la observación para la medida flor- tallo, que el método plastinación alteró drásticamente esta medida según el estadístico de varianza.

## FLOR ABIERTA

Adjusted Univariate Tests for Repeated Measure: DV_1 (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>G-G - Adj. P</b>
<b>METODO</b>	1.735919	0.236498	0.240857

### 2.7.- Flor abierta

Para la flor abierta se observó una  $F= 1.7360$ ,  $p= 0.240857$  lo que indica que en las medidas de flor abierta no existen diferencias significativas entre los métodos, lo que nos muestra que el método de plastinación es tan eficiente para preservar la medida como el método de prensado.

## FLOR CERRADA

Adjusted Univariate Tests for Repeated Measure: DV_1 (Spreadsheet1) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition			
	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>G-G - Adj. P</b>
<b>METODO</b>	4.385844	0.051767	0.086277

### 2.8.- Flor cerrada

En la flor cerrada se observó:  $F= 4.3858$ ,  $p= 0.08627$  que nos indica que en las medidas de flor cerrada no existen diferencias significativas entre los dos métodos, lo que nos muestra que el método de plastinación es igual de eficiente para preservar las medidas que el método de prensado.

## Acantos

No se pudo realizar el análisis cuantitativo por la cantidad de especímenes.

## Análisis cualitativo

### Rosas

Para el análisis cualitativo se procedió a realizar una prueba de Ji cuadrada para un análisis de dependencia de doble entrada del método contra la escala de Orduño 1995.

1	3	5	7
Muy buena	Buena	Regular	Mala

Escala de Orduño 1995 para la apariencia

Obteniendo:

### Rosas:

Al comparar la apariencia entre las especies, la prueba de Ji cuadrada ( $X^2=24$ ,  $P < 0.05$ ) nos indica que depende del método, así observamos que el 100% de las rosas en estado natural poseen una apariencia muy buena.

El 100% presenta una apariencia regular cuando son prensadas. Sin embargo cuando están plastinadas el 50% presenta una apariencia buena, pero el otro 50% presenta una apariencia mala. Lo que nos indica que el método de plastinación obtiene al menos un 50% de especímenes con mejor apariencia que el método de prensado como se muestra en la siguiente tabla.

		1	3	5	7
Rosa	Natural	100%			
	Prensado			100%	
	Plastinado		50%		50%

**Acantos:**

1	3	5	7
Muy buena	Buena	Regular	Mala

Escala de Orduño 1995 para la apariencia

**Acantos:**

Al comparar la apariencia entre las especies, la prueba de Ji cuadrada ( $X^2 = 20$ ,  $P < 0.05$ ) nos indica que depende del método, así observamos que el 100% de los acantos en estado natural poseen una apariencia muy buena. El 100% presenta una apariencia buena cuando son prensadas. Sin embargo cuando están plastinadas presentan un 50% con apariencia regular. Lo que nos indica que el método de plastinación no es tan eficiente en mantener la apariencia como el método de prensado. Sin embargo el otro 50% de acantáceas plastinadas presenta su forma tridimensional como la forma natural.

		1	3	5	7
Acanto	Natural	100%			
	Prensado		100%		
	Plastinado	50%		50%	

**Nardos:**

1	3	5	7
Muy buena	Buena	Regular	Mala

Escala de Orduño 1995 para la apariencia

Al comparar la apariencia entre las especies, la prueba de Ji cuadrada ( $X^2=28.0462922$   $P < 0.05$ ) nos indica que depende del método, así observamos que el 100% de los nardos en estado natural poseen una apariencia muy buena. El 100% presenta una apariencia buena cuando son plastinadas. Cuando están prensadas el 100% presenta una apariencia muy mala (de acuerdo a la escala de Orduño). Esto nos muestra que el método de plastinación es mucho más eficiente para mantener la apariencia que el método de prensado.

		1	3	5	7
Nardos	Natural	100%			
	Prensado				100%
	Plastinado		100%		

## Las comparaciones microscópicas

De los cortes naturales se obtuvieron:



Fig. 10 Rosa. A), hoja, vena media de rosa en sección transversal. B), tallo de rosa en sección transversal

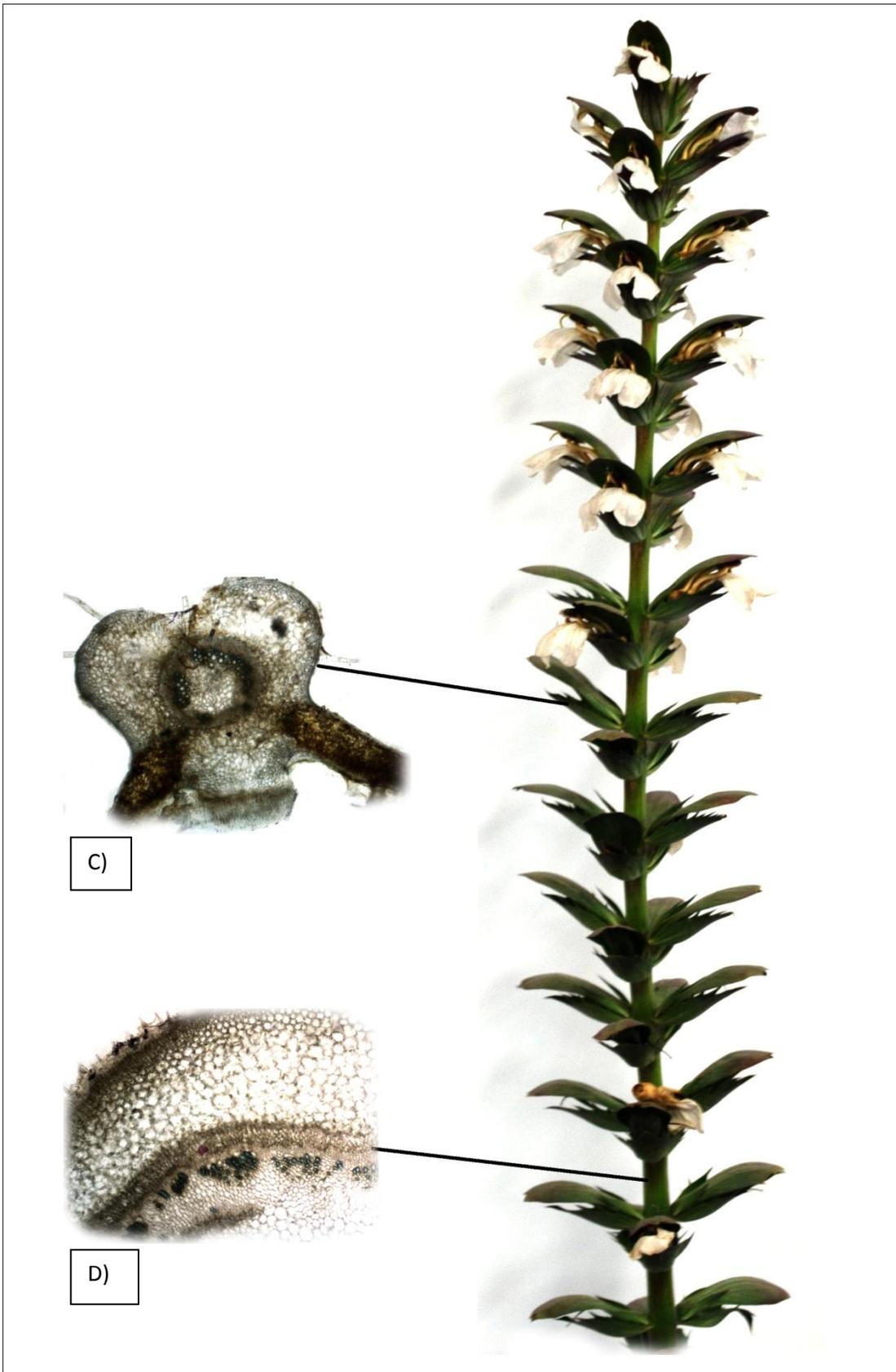


Fig.10 Acanto. C), hoja de acantácea en sección transversal. D), tallo de acantácea en sección transversal.

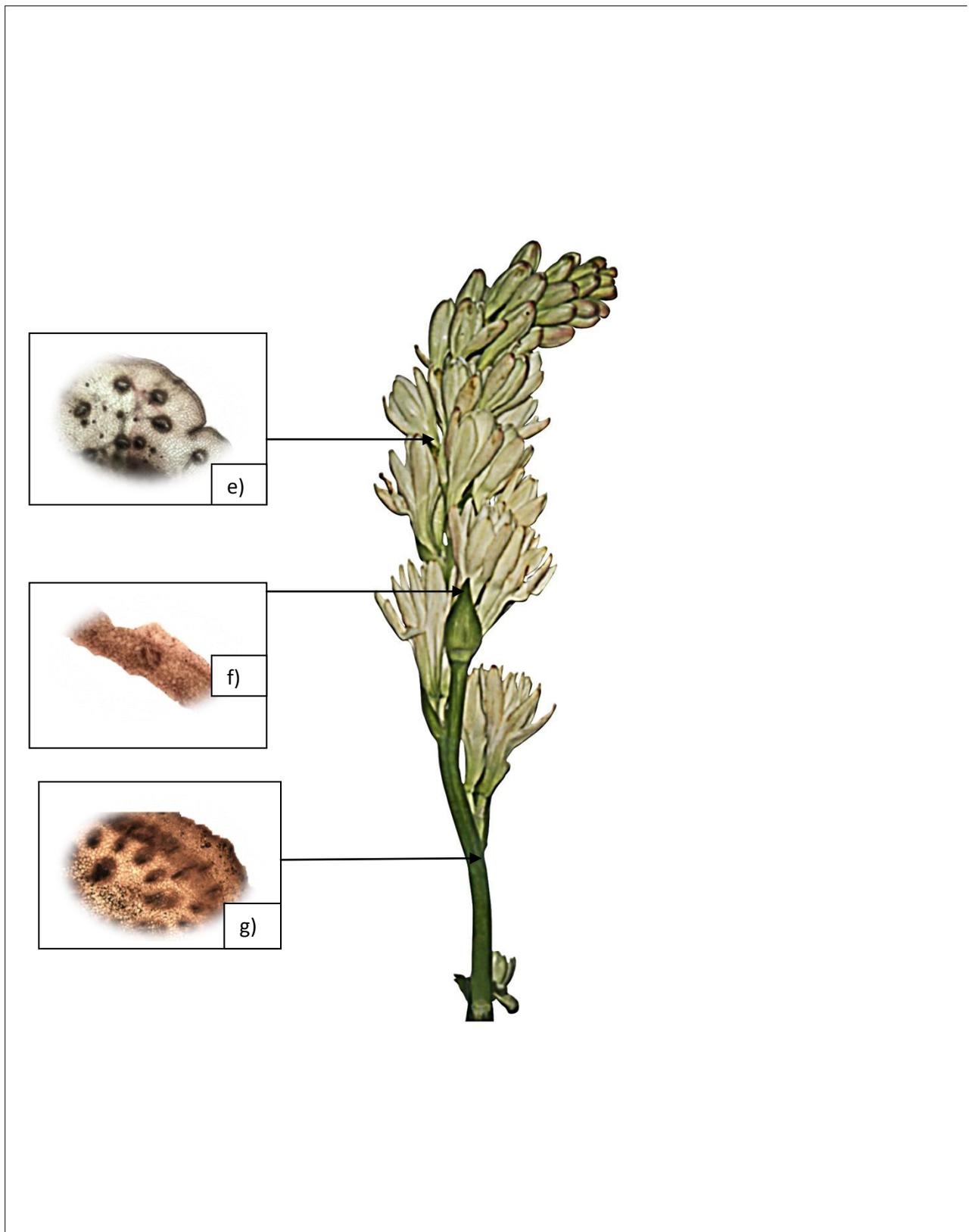


Fig 11. Nardo. e) ovario de nardo en sección transversal, f) hoja de nardo en sección transversal, g) tallo de nardo en sección transversal

De los cortes histológicos realizados a mano de las flores naturales se obtuvieron de la cámara clara:

Rosa:

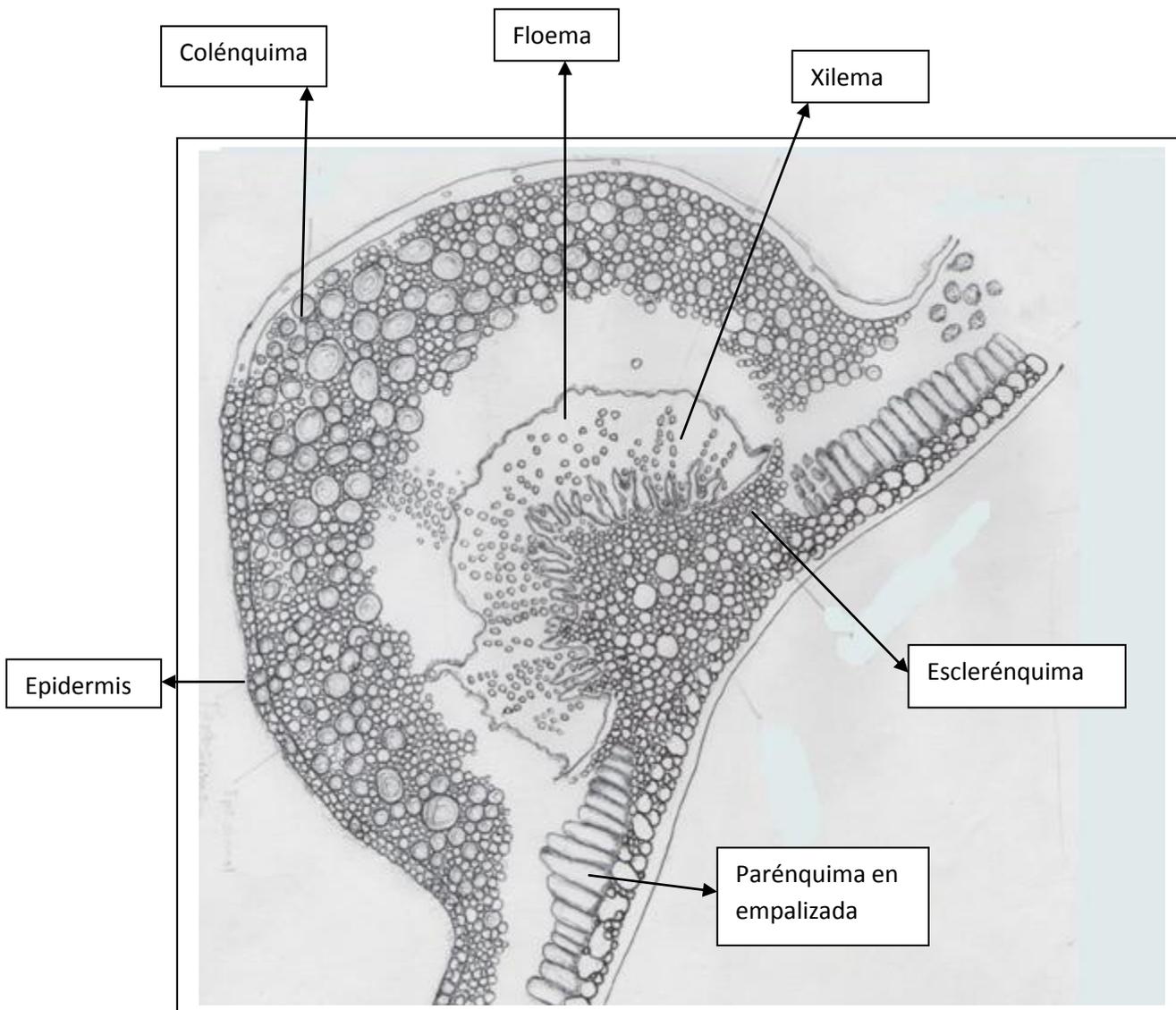


Figura 12 Vena media de rosa natural

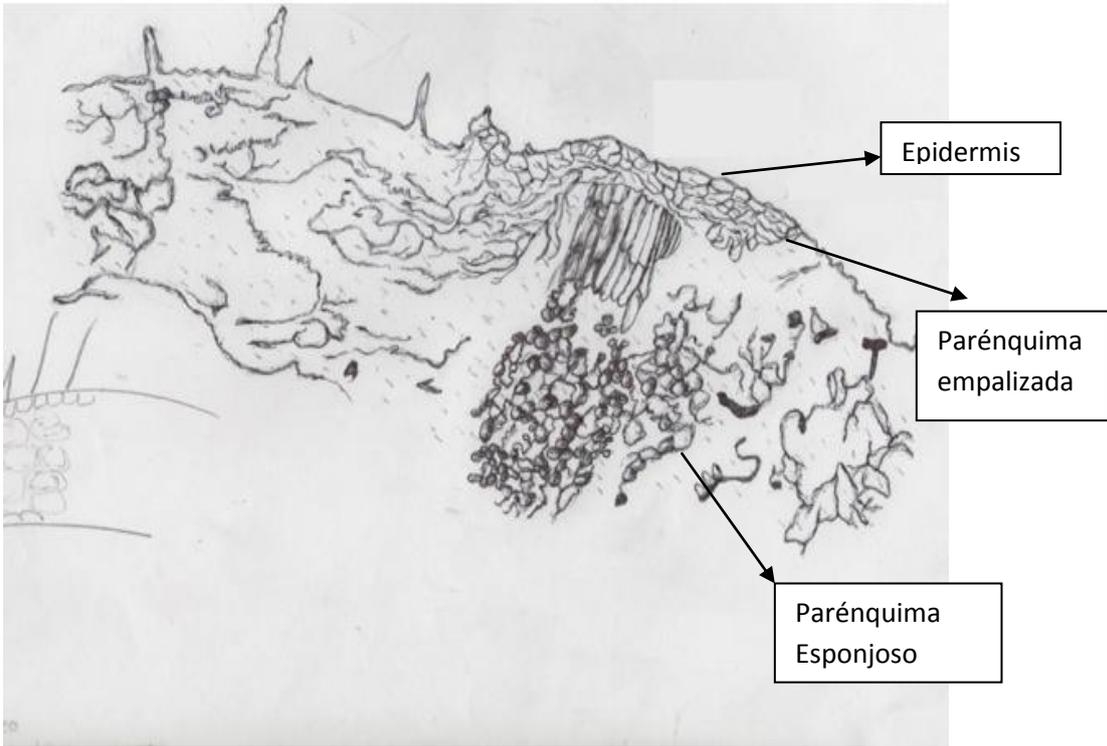


Figura 13 Hoja de acanto natural

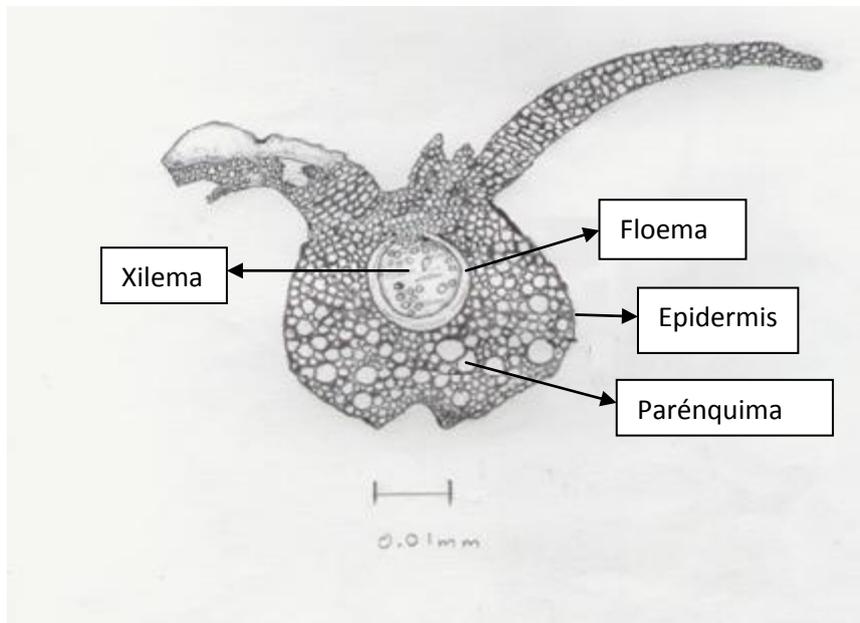


Figura 13.1 Hoja de acanto natural

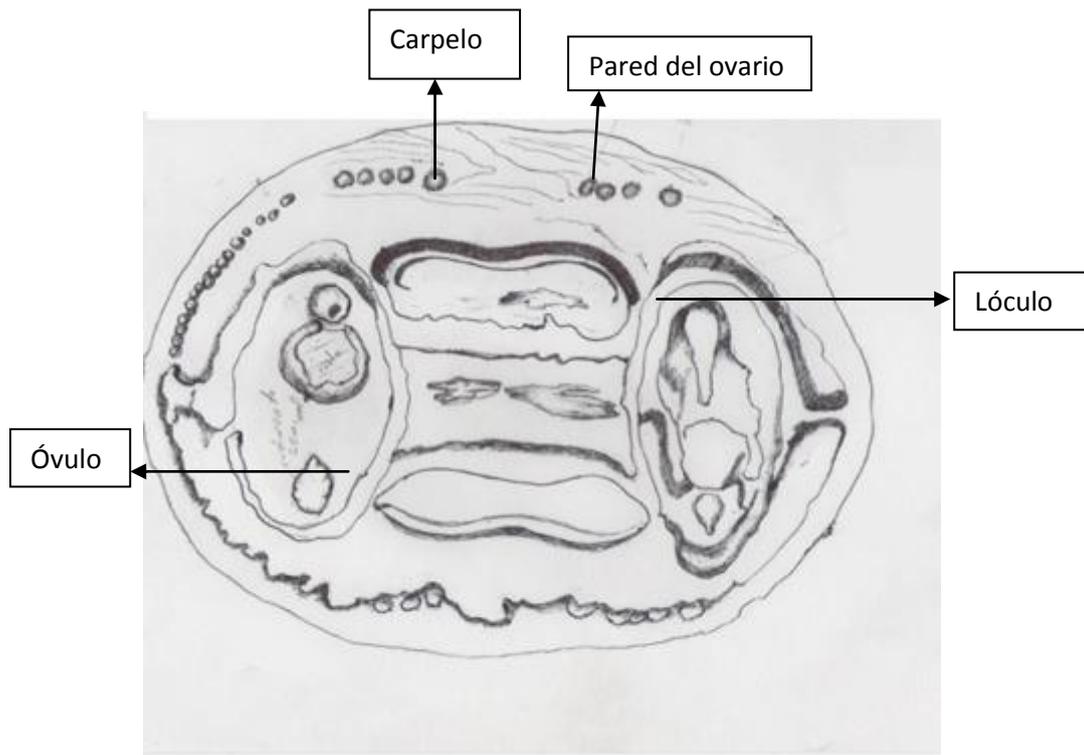


Figura 13.2 Ovario de acanto natural

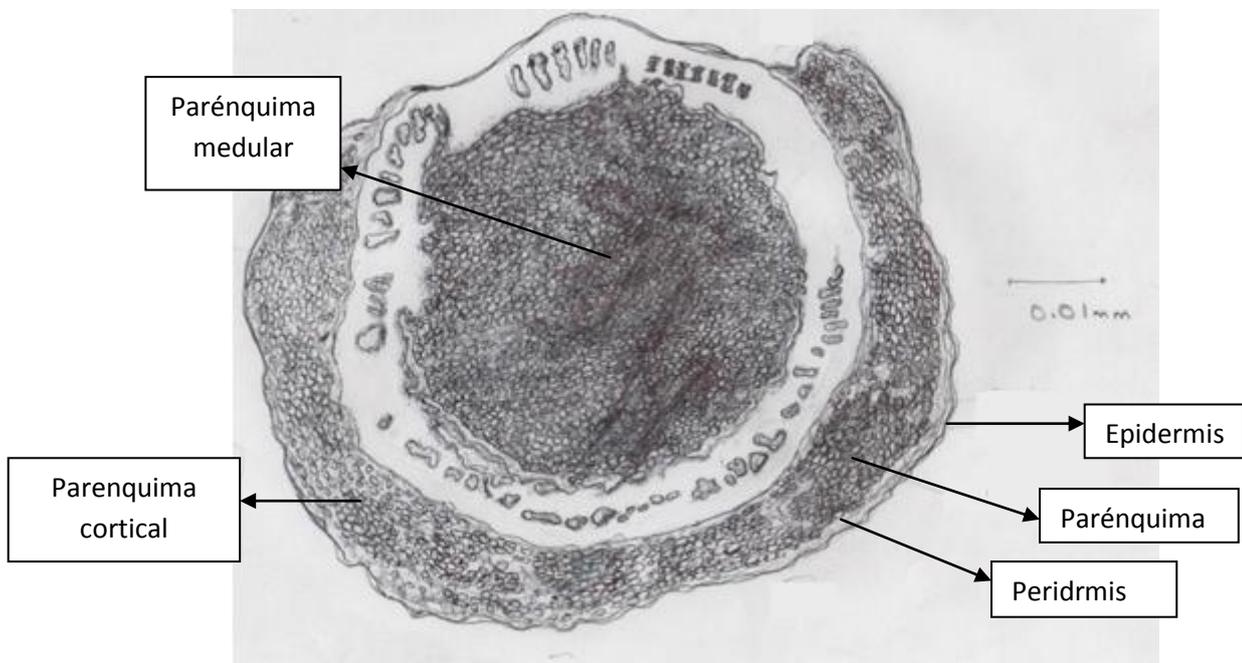


Figura 13.3 Tallo de acanto natural

Del corte histológico de la rosa natural realizado a mano bajo el microscopio óptico se obtuvo:

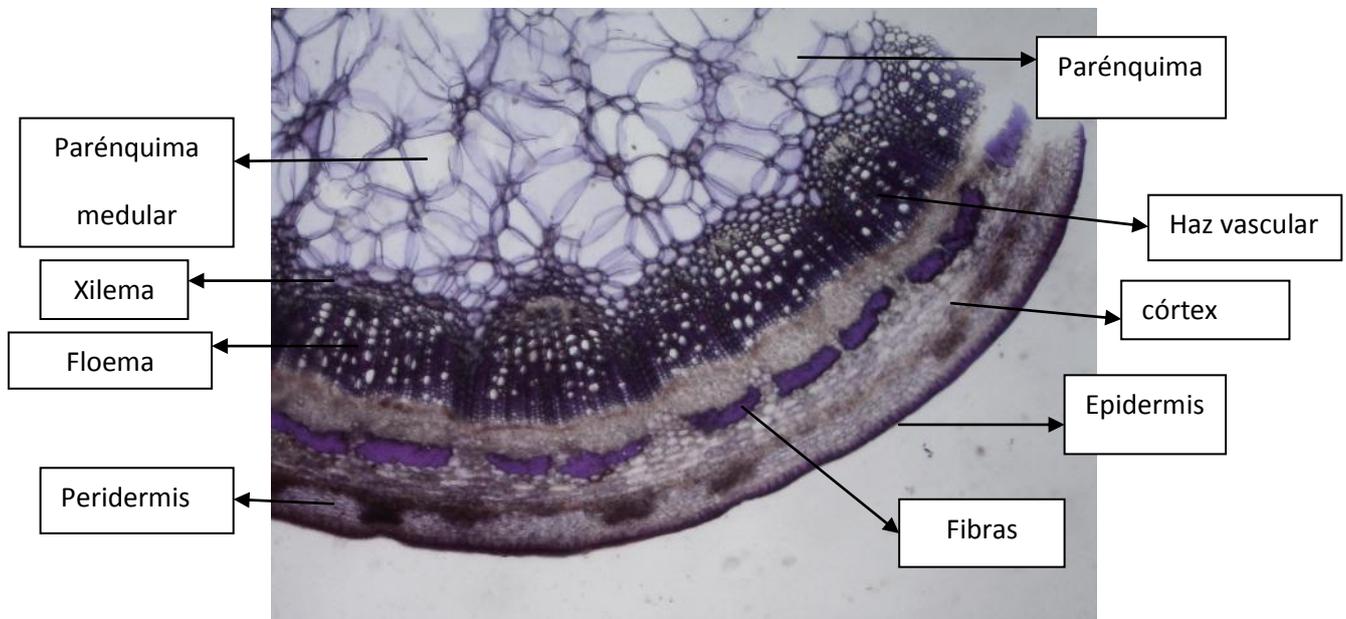
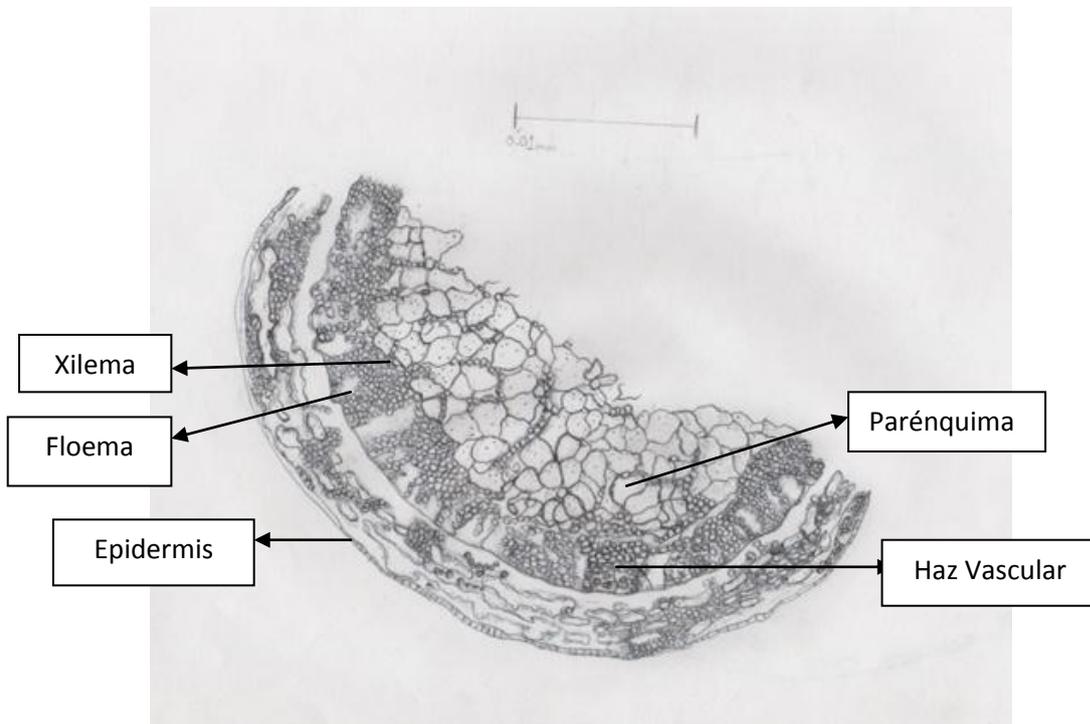


Figura 14 Tallo natural de rosa

De los cortes histológicos plastinados se obtuvo:



## Tallo plastinado de rosa

En la rosa se pueden observar los siguientes tejidos:

### **Vena media de rosa:**

**Parénquima:** Estas células vivas pueden presentarse de varias formas ya sean poliédricas, alargadas o estrelladas. En el parénquima concierne la fotosíntesis, el almacenamiento de distintas sustancias, la cicatrización de las heridas de la planta.

**Xilema:** Estas células se extienden por todo el cuerpo de la planta. Tiene como misión la conducción de agua, almacenamiento y soporte

**Floema:** Este tejido transporta y almacena sustancias nutritivas, productos para la fotosíntesis, también posee elementos de sostén.

**Epidermis:** Las células epidérmicas forman una capa continua sobre la superficie del cuerpo de la planta.

**Fibras:** Son células largas y delgadas, son células mecánicas.

También presentan floema y xilema.

### **Acanto:**

En la hoja se observan las células epidérmicas, tricomas, el haz vascular floema y xilema

**Tallo:** Se localizó la epidermis, el parénquima y el parénquima medular.

**Ovario:** En el ovario se identificó los carpelos, los lóculos, el óvulo

## **DISCUSIÓN**

### **Macroscópica:**

#### **Rosas:**

Se puede observar en los estadísticos que no existen diferencias significativas entre los métodos tanto de prensado como plastinado, sin embargo, se puede identificar en la flor prensada que su diámetro se deformó a diferencia de las flores plastinadas, las cuales preservaron su forma tridimensional de la flor semejándose a las rosas naturales. En cuanto al tamaño no presento deformación entre los dos métodos. Las rosas plastinadas perdieron color debido a la acetona que se empleo.

#### **Nardos:**

Se observa que hubo diferencias en cuanto al tamaño en los nardos plastinados que en los nardos prensados los cuales se asemejan a los nardos naturales, esto fue porque durante el periodo en que se encontraban en acetona pura se colapsaron por una alteración que tuvo durante el proceso ya que se encontraban a temperatura ambiente y no en refrigeración.

En los acantos plastinados presentaron una disminución total del color y su tamaño se colapso, sin embargo preservaron de manera exitosa su estructura tridimensional como la forma natural.

En general se puede decir que estos especímenes son aptos para aplicar la plastinación ya que preservaron su forma tridimensional semejándose a las flores naturales.

### **Microscópica**

En los cortes histológicos de tallo y hoja se pueden observar los tejidos existentes en las rosas y acantáceas naturales; sin embargo, en los ovarios de dichas flores no se logro un corte donde las estructuras fueran visibles en el microscopio óptico ya que los cortes fueron realizados a mano con navaja de afeitar, de igual manera en los nardos naturales no se pudieron observar sus estructuras ya que la planta es muy suculenta y los cortes no tuvieron exito.

En los cortes plastinados solo se pudo observar el tallo de la rosa en la cámara clara con algunos restos de resina, observando los mismos tejidos en el tallo natural de rosa.

Debido a que los cortes plastinados obtenidos fueron realizados a mano alzada muchos no tuvieron éxito ya que se lograron cortes gruesos; no pudiendo apreciar sus tejidos satisfactoriamente, de igual manera algunos cortes naturales realizados a mano no se logró observar los tejidos. Con esto se puede decir que la técnica de plastinación aplicada en las flores es adecuada para observar los tejidos, ya que si bien se puede decir que los cortes naturales necesitan realizarse con un micrótopo para tener resultados óptimos; los cortes plastinados de igual manera requieren ser obtenidos de un aparato.

## **7. Conclusión**

- 1.-La plastinación es una técnica que preserva de manera confortable la estructura de las flores.
- 2.- La plastinación no altera la dimensión de la flor a diferencia de la técnica tradicional de prensado.
- 3.- Con la plastinación se obtuvieron especímenes manejables y no tóxicos
- 4.- La técnica de plastinación permite observar algunos tejidos vegetales.

## 8.- Referencias

- Audesirk, T.(1996). Biología La vida en la tierra. Prentice Hall.pp.538,539.
- Bernabé L. (1998). Diferentes métodos de secado en flores de gerbera (*Gerbera jamesonii*). Tesis de la Licenciatura de Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo.
- Bonnier, G. y Layens, G. (1986). Claves para la determinación de plantas vasculares. OMEGA. pp 386, 387, 388.
- Cano, G y Cano J. M. (1994). Taxonomía de las plantas superiores. Trillas. Pp 227.
- Cano, R. (1984). Efecto de las 8 hidroxiquinolinas citrato y sacarosa en la conservación refrigerado de la flor cortada de gladiola. Tesis de la Licenciatura de Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo.
- Castellanos, M. E; Castillo, G; Granados, C; Guerrero, C; Ojendiz, C; Orozco, V y Pinto, A.(.). Evaluación de la Técnica de Plastinación Aplicada a la Hoja de Rosa de Castilla. Estudiantes de 2º semestre de la carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, de la UNAM.
- Chavarria, H. (1997). Deshidratación de gerbera (*Gerbera jamesonii Bolus*), con fines decorativos. Licenciatura de Agonomía. Universidad Autónoma Chapingo.

- Cronquist, A.(1979).Botánica Básica. Compañía Editorial Continental, S.A; México.pp. 274
- Cronquist, A. (1981). Introducción a la botánica. Compañía Editorial Continental. S.A; México.pp.580-584, 586-589.
- Del Paso,A.(1992).Flores en México. A Todo Color. México. Pp.200
- De la Paz Pérez Olvera C. y Ceja Romero J. (2006).Atlas de Anatomía Vegetal. Editorial AGT Editor, S.A.
- Elliot B. (1994). Treasures of the Royal Society. Sagapress/Timber Press.
- Fahn A. (1978). Anatomía Vegetal. Editorial H.Blume.
- García, E. (2002). Plastinación “Arte de Muerte”, Grupo Reforma Servicio Informativo, México.
- Gersenowies, J.R y González M.(1993). Plastinación de corazón de cerdo
- con resina poliéster de fabricación nacional. Laboratorio d Anatomía Animal
- Comparada. Coloquio de investigación. UNAM. México. pp. 81.
- Gersenowies, J.R. y Sánchez, G.(2004) Estandarización de la Técnica de Plastinación para su aplicación en cordados mexicanos utilizando polímeros de fabricación nacional. Proyecto PAPIME.
- Goman, V, Dunkley, J y King C. (1998). Flowering plants of the world. Englewood Cliffs. Prentice Hall, Inc. pp 137, 140.

- Guillén, J. (1992). La Plastinación, Novedosa Técnica de Conservación de Especímenes, Gaceta UNAM n.2626 pp. 24-25.
- Guiraldes, H.(2004). Moderno laboratorio de plastinación para la enseñanza de Anatomía. Clínica Alemana y Universidad de Desarrollo, Santiago de Chile.
- Granados, D. y López G. (1982). El herbario y su proyección.
- Hernández, O.(2006). “Evaluación de la Técnica de Plastinación aplicada a la Preservación de reptiles”. Tesis de la Licenciatura de Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.pp. 11-13.
- Herrera, V.H. (1990). “El cultivo del Nardo (*Polianthes tuberosa* L.) en el municipio de Emiliano Zapata, Mor”. Tesis de la Licenciatura de agronomía. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 4,5;18,19.
- Heywood, V.H.(1985). Las plantas con flores, Reverté, S.A. Barcelona-Bobotá- Buenos Aires. Caracas- México.
- Hessayon, D. G. (1985). Flores de Jardín Manual de Cultivo y conservación. Blumme S.A. Barcelona.
- Jones, S. M. (1988). Sistemática vegetal. Mc. GRAW –Hill. México

- Legault, J. M, and Haung, Sh. (1979). Color preservation of gross specimens for teaching and medical illustration. Arch. Pathol. Lab Med. Vol 103; 300-301.
- Lopez, M; Márquez, J y Murguía G. (2005). Técnicas para el estudio del desarrollo en angiospermas. Las prensas de las ciencias. Facultad de Ciencias UNAM.pp. 15.
- Lot, A y Chiang, F. (1986). Manual de Herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México. pp. 13.
- Luttge, U; Kluge, M y Braver, G.(1993).Definición de flores. Inteeramericana. Mc Graw Hill.pp.243.
- Macías, J.F.(1998). Comparación de dos resinas sintéticas en la plastinación de elasmobranchios pleurotremados. Tesis de la Licenciatura Biología Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.
- Martínez A. P, Goytia J. A, Barrientos P. A. F y Espinosa F. A. ( 2005) Métodos de deshidratación en la calidad comercial de la flor de rosa. Revista Serie Horticultura del Departamento de Fitotecnia Universidad Autónoma Chapingo.
- Martínez, M. (). Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. pp. 23,628 y 786.
- Miralles, R.(1995). Flores secas de nuestros campos y jardines. Mundi-Preaso. México. pp 71-100.

- Moreno, L y Eleazar B. (1990). Conservación de tallos florales de clavel (*Dianthus carphyllus*). Tesis de la Licenciatura Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo.
- Oduño, A. (1995). Efecto de diferentes tratamientos granulares (Mezclas de arena y bórax) en el secado de tres especies de flores. Tesis de la Licenciatura de Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo.
- Ortiz, K.G. (2006). Evaluación de la Técnica de Plastinación aplicada en la Conservación de peces óseos. Tesis de la Licenciatura Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.pp. 21
- Pérez, J. G. (1996). Efecto de secado granular en tres estados de apertura floral en nueve variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus*). Tesis de la Licenciatura de Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo.
- Percival, M.S.(1979). Department of Botany. University College of South Wales and Monmouthshire. Floral Biology. Pergamon International library. Pp.7
- Rzedoswski, J. (1963). Flora Escursora en el Valle de Centro de México. Pp 62
- Silva, E.(2007). Análisis de la Técnica de Plastinación Aplicada a Corazones de Cerdo. Tesis de la Licenciatura de Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.pp. 1,5.
- Strasburger. E. (1994). Tratado de botánica. Ediciones Omega S.A; 1994 Barcelona.

- Tcherkez, G. (2002) Flowers. Evolution of floral Architecture of Angiosperms .
- Tiscornia, J. R y Tiscornia A. M. (1963). Cultivo de flores y plantas de adorno. Librería Hachette S.A. Buenos Aires pp 213, 214.
- Von Hagens, G.(1979) Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins and elastomers. Anat Rec; 194(2):247-255.
- Von Hages, G, Tiedemann .K, and Kriz W (1987). The current potential of plastination. Anat Embryol; 175(4):411-421.

## Anexos:

Especie	Condición	Flor y Tallo	Tallo	Diámetro/flor	
Rosa 1	Natural	17.6	12.2	40.85	
	Prensado	17.6	12	45.40	
	Plastinado	17	13	41.40	
Rosa 2	Natural	17.8	12	27.25	
	Prensado	17.8	12	34.15	
	Plastinado	15.5	11.50	40	
Rosa 3	Natural	17.9	12	26.53	
	Prensado	17.9	12	35.35	
	Plastinado				
Rosa 4	Natural	17.8	12	33.85	
	Prensado	17.8	12	46.10	
	Plastinado				
Rosa 1	Natural	20	15	33.30	
	Prensado				
	Plastinado	17.8	15	27.5	
Rosa 2	Natural	20	15.5	32.20	
	Prensado				
	Plastinado	20.2	15.5	38.40	
Rosa 3	Natural	19	13	24.8	
	Prensado				
	Plastinado	13	13	despetalada	
Rosa 1	Natural	17.7	12	34.15	
	Prensado	17.7	12	34.15	
	Plastinado				
Rosa 2	Natural	17.8	12	27.25	
	Prensado	17.8	12	34.15	
	Plastinado				
Rosa 3	Natural	17.9	12	26.55	
	Prensado	17.9	12	35.35	
	Plastinado			Diao/(a)	Dia ©
Nardo 1	Natural	35.2	7	16.20	7.55
	Prensado	35.2	7	16.30	14.20
	Plastinado	26	2	11.6	8.40
Nardo 2	Natural	50.5	7	15.10	11.10
	Prensado	50.5	7	15.50	12.15
	Plastinado	24	3.5	15.1	10.6
Nardo 3	Natural	56.2	7	18.60	12.10
	Prensado	56.2	7	14.60	12.10
	Plastinado	19.2	3.5	13.3	8.8
Nardo 4	Natural	43	7	14.35	15.10
	Prensado	43	7	15.10	12.10

	Plastinado	16	6	14.7	7.85	
Nardo 5	Natural	46	7	17.35	18.10	
	Prensado	46	7	10.35	16.10	
	Plastinado	23	6	14.7	12.1	
Acantacea 1	Natural	39	9.3	24.20		
	Prensado	39	10	21.74		
	Plastinado	28.5	9	14.10		
Acantacea 2	Natural	37	9.8	26.15		
	Prensado	37	10	26.40		
	Plastinado	31	9	19.70		
		Rosa	Natural	17.6	12.2	40.85
		Rosa	Prensado	17.6	12	45.40
		Rosa	Plastinado	17	13	41.40
		Rosa	Natural	17.8	12	27.25
Flor y tallo: cm		Rosa	Prensado	17.8	12	34.15
Tallo: cm		Rosa	Plastinado	15.5	11.50	40
Diametro/ flor: mm		Rosa	Natural	17.9	12	26.53
		Rosa	Prensado	17.9	12	35.35
		Rosa	Plastinado	15	12.1	39
		Rosa	Natural	17.8	12	33.85
		Rosa	Prensado	17.8	12	46.10
		Rosa	Plastinado	14.96	12.1	35
		Rosa	Natural	20	15	33.30
		Rosa	Prensado	20	15	43
		Rosa	Plastinado	17.8	15	27.5
		Rosa	Natural	20	15.5	32.20
		Rosa	Prensado	20	15.5	42
		Rosa	Plastinado	20.2	15.5	38.40
		Rosa	Natural	19	13	24.8
		Rosa	Prensado	19	13	35
		Rosa	Plastinado	13	13	27
		Rosa	Natural	17.7	12	34.15
		Rosa	Prensado	17.7	12	34.15
		Rosa	Plastinado	14.9	12.1	35
		Rosa	Natural	17.8	12	27.25
		Rosa	Prensado	17.8	12	34.15
		Rosa	Plastinado	14.96	12.1	30
		Rosa	Natural	17.9	12	26.55
		Rosa	Prensado	17.9	12	35.35
		Rosa	Plastinado	15	12.1	32

Tablas de medidas morfométricas de las flores antes y después de plastinar y prensar