



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad De Estudios Superiores Iztacala
Carrera De Biología

Descripción morfológica y análisis proximal
de semillas de tres especies de *Dahlia Cav.*

TESIS

Que para obtener el título de BIÓLOGA

PRESENTA

Xochitl Aguilar Ambrosio

Director de tesis:

Dr. Gumerindo H. De La Cruz Guzmán



Facultad de Estudios Superiores
IZTACALA

Los Reyes Iztacala, Estado de México

5 enero de 2022.



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.

Agradecimientos

Al Biólogo Antonio de Jesús Gómez Pérez responsable del Jardín Botánico Xochitla, por la donación de las semillas.

A mi tutor el Dr. Gumerciendo H. De la Cruz G. por compartir su conocimiento y experiencia, sin su interés, dedicación y apoyo, el cierre de esta investigación no sería posible.

A los miembros del comité por sus aportaciones y disposición para contribuir con el desarrollo de esta investigación.

Dedicatoria

A todas las personas que contribuyen diariamente a la formación de cada estudiante y luchan porque la educación sea una oportunidad de ser libres....

Índice general

1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	2
3. Marco teórico.....	4
3.1 Importancia del género <i>Dahlia</i>	4
3.2 Descripción y distribución del género <i>Dahlia</i>	5
3.3 Distribución y descripción de las especies seleccionadas para esta investigación	8
3.4 Cultivo y propagación de <i>Dahlia</i>	14
3.5 Semilla	15
3.7 Justificación.....	17
4. Objetivos	17
5. Material y métodos	18
5.1 Evaluaciones morfométricas.....	18
5.2 Descripción morfológica de las semillas	19
5.3 Análisis proximal.....	19
5.4 Análisis estadístico.....	25
6. Resultados y discusión	26
6.1 Descripción morfométrica de las semillas de tres especies de <i>Dahlia</i>	26
6.4 Descripción morfológica de las semillas de <i>Dahlia campanulata</i> , <i>D. coccinea</i> y <i>D. tenuicaulis</i>	32
6.5 Análisis Proximal	35
7. Conclusiones.....	39
7.1 Perspectiva de investigación	40
Literatura citada.....	41

Índice de figuras

- Figura 1.** Distribución del género *Dahlia*. Imagen modificada de: Carrasco-Ortiz et al., 2019..... 6
- Figura 2. Hábitos** de crecimiento del género *Dahlia*. **A**, herbáceo como *Dahlia coccinea*; **B**, rupícola como *D. foeniculifolia*; **C**, arbustivo como *D. campanulata*; **D**, trepador como *D. macdougallii*. <https://ecuador.inaturalist.org/> [última consulta,14 de enero de 2021]..... 7
- Figura 3.** Morfología de las plantas de *Dahlia*: **A**, planta herbácea perenne; **B**, inflorescencia con vista dorsal y frontal; **C**, hoja; **D**, flor ligulada; **E**, flores tubulares; **F**, estilo; **G**, estambres; **H**, Semillas; **I**, raíz tuberosa (Imagen modificada de Castro-Castro et al., 2012)..... 8
- Figura 4.** Distribución de las especies de *Dahlia* seleccionadas para esta investigación. **A**, *Dahlia campanulata*; **B**, *D. coccinea*; **C**, *D. tenuicaulis*. Imagen modificada de: Carrasco-Ortiz et al., 2019. 9
- Figura 5.** Inflorescencias de las especies de *Dahlia* seleccionadas para esta investigación. **A**, *Dahlia campanulata*; **B**, *D. coccinea*; **C**, *D. tenuicaulis*. <https://www.inaturalist.org/photos/354694> [última consulta, 24 de junio del 2021].10
- Figura 6.** Morfología de los nudos de *Dahlia campanulata* (A), y *D. coccinea* (B). <https://ecuador.inaturalist.org/observations/43267103>
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/dahlia-coccinea/imagenes/tallo-e-insercion-hoja.jpg> [última consulta,14 de enero de 2021]
..... 11
- Figura 7.** Semillas de *Dahlia coccinea* (A) y *D. tenuicaulis* (B). https://www.naturalista.mx/taxa/146597-Dahlia-coccinea/browse_photos
; <https://www.naturalista.mx/taxa/316888-Dahlia-tenuicaulis> [última consulta,14 de enero de 2021]..... 12
- Figura 8.** Sitio donde se realizaron las mediciones en las semillas de *Dahlia*. Imagen modificada de Zavaleta et al. (2003). 19

Figura 9. Estabilización del peso de los crisoles de aluminio y secado de las semillas para evaluar el contenido de humedad en semillas de tres especies de Dahlia. A , introducción de crisoles al horno; B , crisoles dentro del desecador; C , registro del peso de los crisoles con las semillas.	20
Figura 10. Cenizas de semillas de Dahlia después de ser incineradas por 6 h en una mufla Thermo Scientific™ FB1310M, ajustada a 600 °C.	21
Figura 11. Método de Kjeldahl para extracción de proteínas. A , sistema de extracción de gases Scrubber SR210; B ., tubos de ensayo con las muestras; C , digestor Tecator™.	21
Figura 12. Equipo KJELTEC™ 2100 destilador utilizado para la extracción de proteínas de las semillas de tres especies de <i>Dahlia</i> . A , materiales para realizar la purga del sistema de destilación; B , muestra digerida; C , E , inicio de la destilación; D , F , fin de la destilación; G , titulación de la muestra con solución de Ac. Sulfúrico 0.1 N; H , Muestra titulada que vira de verde brillante a verde oscuro.	22
Figura 13. Extracción de lípidos con una mezcla cloroformo, metanol y agua (1:1:0.8). A , homogenización de la muestra; B , separación de la matriz sólida de la mezcla de metanol y cloroformo.....	24
Figura 14. Separación de los lípidos totales (en cloroformo) de la fase acuosa. A , formación de las dos fases; B , separación de la fase densa en el vial; C , evaporación del cloroformo.	25
Figura 15. Largo (A), ancho (B) y grosor (C) de las semillas de tres especies de Dahlia.	27
Figura 16. Morfología de las semillas de Dahlia campanulata (A), D. coccinea (B, C) y D. tenuicaulis (D) observadas con microscopio estereoscópico y objetivo 4X. ..	34
Figura 17. Contenido de humedad (A) y cenizas (B) en semillas de tres especies de Dahlia. Cada barra representa el promedio de tres repeticiones ± error estándar. Letras diferentes, en cada variable, indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$).	35

Figura 18. Concentración de proteínas (A) y contenido de lípidos (B) en semillas de tres especies de Dahlia. Cada barra representa el promedio de tres repeticiones \pm error estándar. Letras diferentes, en cada variable, indican diferencias significativas (Tukey, $P \leq 0.05$)..... 37

Índice de cuadros

Cuadro 1. Ubicación taxonómica del género Dahlia. <http://www.tropicos.org> [ultima consulta 15 de agosto de 2021]. 6

Cuadro 2. Distribución de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*..... 12

Cuadro 3. Características morfológicas de Dahlia. *campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*. 13

Cuadro 4. Variables morfométricas en semillas de tres especies de Dahlia. 29

Cuadro 5. Correlación de Pearsons entre el largo (L) ancho (A) y grosor (G) de las semillas de Dahlia *campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*. 31

1. Resumen

Los objetivos de esta investigación fueron a) Evaluar las características morfométricas y morfológicas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea*, y *D. tenuicaulis*, b) Realizar análisis proximal en semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea*, y *D. tenuicaulis*. Las semillas de las tres especies fueron cosechadas en 2018 y donadas para esta investigación por el Biólogo Antonio de Jesús Gómez Pérez responsable del Jardín Botánico Xochitla, Tepetzotlán, Estado de México, México. El largo, ancho, grosor y peso de 100 semillas se registraron con vernier y balanza digital. Para describir la morfología se utilizó un microscopio estereoscópico Nikon® modelo SMZ800 con cámara Nikon® modelo COOLPIX S4 integrada. El contenido de humedad, cenizas, lípidos y proteínas se obtuvo de 0.5 g de semillas, de acuerdo con la metodología propuesta por Carrillo *et al.* (2018). El largo, ancho y grosor de las semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis* fluctuó de 6.40 a 15.90, de 1.12 a 3.36 y de 0.51 a 1.17 mm respectivamente. Estas últimas fueron más pesadas (0.0065 g/semilla), largas (13.67 mm) y gruesas (0.85 mm) que las de *D. campanulata* y *D. coccinea* que tuvieron entre sí similar peso (0.0052 g/semilla) y grosor (0.80 mm). En *D. campanulata* hubo correlación positiva ($p < 0.0001$, $R^2 = 0.98$) entre el largo, ancho y grosor. Las semillas de *Dahlia* son lineares, lanceoladas, comprimidas de colores grises negruzcos o café oscuros, glabras o puberulentas, en ocasiones tuberculadas o con surcos longitudinales, con ápices truncados, vilano disciforme, rudimentario, ausente o con 2 hombros diminutos, receptáculos planos, rara vez convexos. La humedad fue de 15 %, sin diferencias entre especies. El contenido de cenizas fue de 13.1, 14.2 y 14.7 % para *Dahlia coccinea*, *D. tenuicaulis* y *D. campanulata* con diferencias entre ellas (Tukey, $p \leq 0.05$). Para las tres especies, el contenido promedio de proteína cruda y lípidos fue de 30.8 y 22.5 %. Las semillas de las tres especies de *Dahlia* tienen características morfológicas similares, las diferencias radican en su morfometría y contenido de cenizas.

Palabras clave: *Dahlia coccinea*, *D. camapanulata*, *D. tenuicaulis*, morfometría en semillas, concentración de lípidos, contenido de cenizas.

2. Introducción

El género *Dahlia* Cav. pertenecen a la tribu Careopsideae de la familia Asteraceae, agrupa 39 especies de las cuales 35 son endémicas de México, incluye plantas herbáceas o arbustivas, terrestres o epifitas con raíces tuberosas, tallos huecos, e inflorescencias de tipo cabezuela con ocho flores liguladas y de 15 a 170 flores de disco tubulares. El fruto es un aquenio o cipsela acerosa, color gris o negra, con surcos longitudinales, glabra o puberulenta, en ocasiones tuberculada, con vilano rudimentario o ausente (Bye y Linares, 2008; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019).

Por el colorido y belleza de sus lígulas, dalia como comúnmente se les conoce, fue declarada flor nacional y símbolo de la floricultura mexicana en 1963 (Bye y Linares, 2008).

El género *Dahlia* está presente en 26 estados de la república mexicana, su mayor diversidad se concentra en Oaxaca e Hidalgo con 12 taxa para cada estado, quienes comparten entre si a *D. merckii*, *D. sorensenii* y *D. coccinea*.

La amplitud ecológica y distribución geográfica de algunas especies es particular como *Dahlia coccinea* que ha sido registrada en nueve tipos de vegetación y 26 estados de la República Mexicana, resaltando que en Aguascalientes, Colima, Sinaloa y Sonora es la única especie registrada (Castro-Castro *et al.*, 2012; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019). En contraste *Dahlia campanulata* es endémica del estado de Oaxaca y habita solamente en dos tipos de vegetación (Bosque tropical perennifolio y matorral xerófilo) (Saar *et al.*, 2003; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019).

Los tipos de vegetación donde más especies de *Dahlia* habitan es el bosque de pino encino (35 especies), bosque tropical subcaducifolio (20 especies) y matorral xerófilo (17 especies) (Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019).

En este sentido, la distribución de especies en diferentes regiones biogeográficas contribuye a que adquieran caracteres morfológicos propios que las diferencian de las de otros ambientes.

La inflorescencia y particularmente las semillas son las estructuras que podrían diferir entre especies, pues sus características morfológicas pueden modificar de forma

positiva o negativa la germinación. Tenorio-Galindo *et al.* (2008), reportaron para *Cecropia obtusifolia* que el tamaño (1.3 a 1.7 mm de longitud) y color (negro, café claro y café oscuro) de la cubierta seminal son características importantes en la germinación pues en las semillas con longitud de 1.7 mm y color café oscuro se registró un 60 % de germinación mientras que café claro y 1.3 mm de longitud se obtuvo 10 % de germinación.

La estructura de las semillas y su contenido de reservas son importantes durante la germinación, ya que determinan el tiempo de imbibición y el vigor de las plántulas (Saldivar-Iglesias *et al.*, 2010; Doria, 2010; Morales-Santos *et al.*, 2017). Con el análisis proximal se puede determinar el porcentaje de humedad y cenizas (minerales totales), la concentración de lípidos, proteínas y carbohidratos y la cantidad de fibras (Doria, 2010; Carrillo *et al.*, 2018).

Velasco-Gonzales *et al.* (2013) mencionan que en semillas de *Phaseolus vulgaris* var. Sinaloa, peruano y Azufrado Pacífico, el contenido de cenizas se relaciona en forma directa con la imbibición.

Los trabajos de morfometría y morfología pueden utilizarse para establecer relaciones con la germinación, establecimiento de plántulas y conservación de las especies (Miniño *et al.*, 2014). En esta investigación se estudiará la morfometría, morfología y análisis proximal en las semillas de tres especies de *Dahlia* como variables de importancia para estudios posteriores de germinación.

3. Marco teórico

3.1 Importancia del género *Dahlia*

Las dalias fueron introducidas a Europa en 1789 por un miembro de la real expedición española que envió varias semillas de flores mexicanas a España. El director del jardín botánico real de Madrid José Cavanilles recibió y cultivó las semillas. Al crecer las plantas realizó las primeras descripciones botánicas incluyendo el género *Dahlia* en honor al botánico sueco discípulo de Linneo, Andreas Dahl (Mera-Ovando y Bye, 2006; Bye y Linares, 2008).

La primera especie descrita es nativa de México y apareció en el volumen *Icones et Descripciones Plantarum* (1791) con el nombre de *Dahlia pinnata*, se cree que esta especie es un híbrido de *D. coccinea* y *D. sorensenii* (Mera-Ovando y Bye, 2006).

En 1818 comenzó su mejoramiento genético para obtener inflorescencias con más variación en su forma, color, número de flores liguladas y flores del disco. Su propagación fue principalmente en los jardines de Francia, Alemania e Inglaterra, las especies que han dominado la horticultura son *Dahlia coccinea*, *D. pinnata*, *D. merckii* y *D. imperialis* (Bye y Linares, 2008).

La flor de dalia ha maravillado al mundo entero, por lo cual fue propuesta como flor nacional y símbolo de la floricultura de México en 1963 (Mera-Ovando y Bye, 2006; Bye y Linares, 2008).

En la época prehispánica, las dalias silvestres eran conocidas como "acocoxóchitl", "acocotli", o "cohuanepilii" (tallos huecos con agua), otros nombres que los grupos autóctonos de México les han dado son charahuescas, camilas, mirasoles, jícamas o dalias (Mera-Ovando y Bye, 2006; Heredia-Hernández y Baltazar-Bernal, 2017; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019).

Las plantas de dalia forman parte de nuestra cultura y tradiciones desde tiempos precolombinos, por lo que poseen una gran cantidad de usos: ornamental, alimenticia, medicinal, ceremonial y como forraje para animales (Mera-Ovando y Bye, 2006).

El uso ornamental de las variedades de dalia depende de las características de sus capítulos y porte de la planta, pueden ser empleadas como planta de maceta o flor

corte. La American *Dahlia* Society clasificó las flores de dalia como flor de cactus encorvada, cactus erguido, semicactus, peonia, decorativas, decorativas irregulares, en bola, anemona, sencilla, dobles, de collar, liliput y miniatura (Jiménez, 2015).

Los usos medicinales de las dalias en México se originaron desde pueblos antiguos como los mexicas en la actualidad se sigue usando como tónico diurético, diaforético (para sudar las fiebres), la disminución de los niveles de glucosa, contra los cólicos, la tos crónica, entre otros (Mera-Ovando y Bye, 2006; Heredia-Hernández y Baltazar-Bernal, 2017).

El uso de las lígulas y raíces de dalia como alimento, en México es más común según la Asociación Mexicana de la Dalia. En el caso de la raíz fibrosa son hervidas para su cocción y acompaña platillos como arroz, ensaladas, panecillos, tinga de pollo, pechuga rellena, empanada, el agua utilizada en la cocción puede ser consumida. También puede consumirse cruda o como papas fritas, de la raíz procesada se puede obtener harina, mermelada y las lígulas se utilizan para decorar los platillos y gelatinas.

3.2 Descripción y distribución del género *Dahlia*

La familia Asteraceae es una de las más diversas de México, el 65.9 % de sus especies son endémicas, la tribu Coreopsidae Turner et Powell (Asteraceae) es una de las que concentra su diversidad y endemismo en México (Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019). El género *Dahlia* Cav. (Cuadro 1) es un grupo monofilético nativo de América que se distribuye desde el sur de Estados Unidos de América hasta Colombia, pero tiene su mayor diversidad y endemismo en México, por lo cual es considerado como su centro de diversificación (Castro-Castro *et al.*, 2012; Villaseñor y Redonda-Martínez, 2018; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019).

Cuadro 1. Ubicación taxonómica del género *Dahlia*. <http://www.tropicos.org> [ultima consulta 15 de agosto de 2021].

Ubicación taxonómica	
Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Asteranae Takht.
Orden	Asterales Link
Familia	Asteraceae Bercht. & J. Presl
Genero	<i>Dahlia</i> Cav.

El género *Dahlia* tiene una distribución amplia. En México se distribuye en todos los estados con excepción de Baja California, Baja California Sur, Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Figura 1) (Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019).

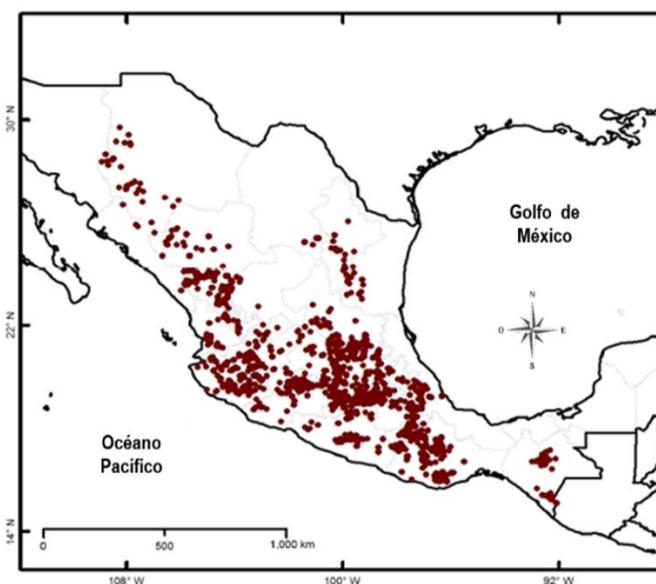


Figura 1. Distribución del género *Dahlia*. Imagen modificada de: Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019.

El género *Dahlia* fue dividido en cuatro secciones de acuerdo con sus hábitos de crecimiento (Figura 2), la sección *Dahlia* y *Entemophyllon*, se caracterizan por su crecimiento herbáceo o rupícola; la sección *Epiphytum* incluye solo una especie *D. macdougalii* que tiene crecimiento trepador y *Pseudodendron* incluye especies arborescentes (Castro-Castro *et al.*, 2015; Villaseñor y Redonda-Martínez, 2018).

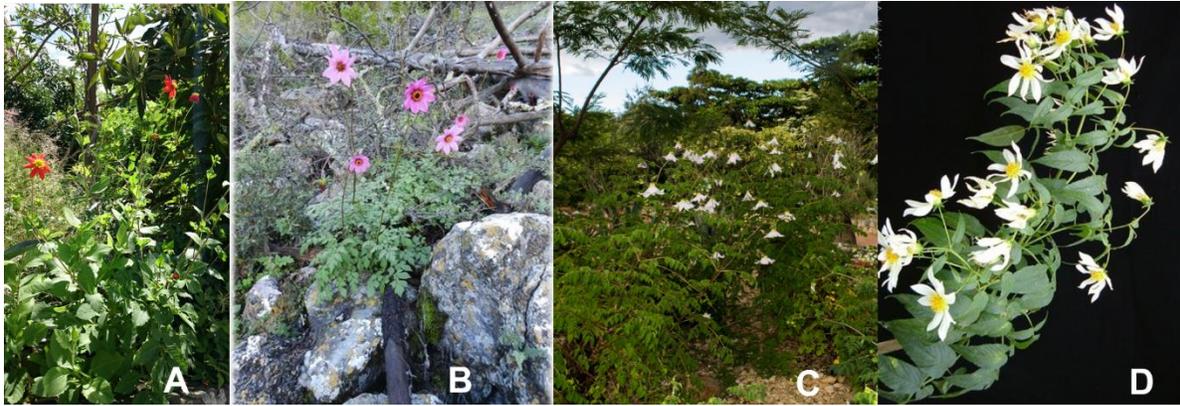


Figura 2. Hábitos de crecimiento del género *Dahlia*. **A**, herbáceo como *Dahlia coccinea*; **B**, rupícola como *D. foeniculifolia*; **C**, arbustivo como *D. campanulata*; **D**, trepador como *D. macdougalii*. <https://ecuador.inaturalist.org/> [última consulta, 14 de enero de 2021].

Dahlia incluye plantas herbáceas o arbustivas, terrestres o epifitas (Figura 2), con raíces tuberosas (Figura 3I), tallos huecos, hojas opuestas o verticiladas, simples, bipinnadas o tripinnadas, en ocasiones con estipelas, inflorescencias de tipo cabezuela (Figura 3B), involucro biseriado, con ocho flores liguladas (Figura 3D), estériles o fértiles, blancas, violadas, amarillas, anaranjadas, rojas o purpúreas y 15 a 170 flores tubulares hermafroditas fértiles (Figura 3E) (Saar y Sorensen, 2003; Mera-Ovando y Bye, 2006; Bye y Linares, 2008; Castro-Castro *et al.*, 2012).

El fruto o semilla es una cipsela (fruto complejo seco indehiscente monospermo producido por un ovario ínfero rodeado por tejidos distintos además de los ováricos) acerosa, clavada, linear, oblanceolada, espatulada, obovada o elíptica, que de aquí en adelante se referirá con el termino semilla. La semilla es de color gris o negra, con ápices truncados, glabra o puberulenta, en ocasiones tuberculada, con vilano disciforme, con 2 hombros diminutos, rudimentario o ausente, receptáculo plano, rara vez convexo (Figura 3H) (Castro-Castro *et al.*, 2012; Martínez, 2013; Carrasco-Ortiz M. *et al.*, 2019).

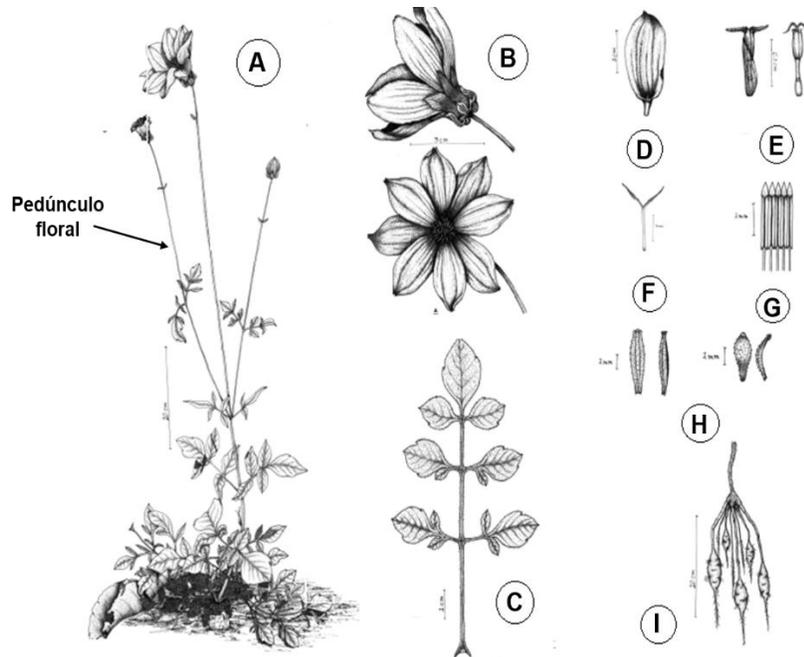


Figura 3. Morfología de las plantas de *Dahlia*: **A**, planta herbácea perenne; **B**, inflorescencia con vista dorsal y frontal; **C**, hoja; **D**, flor ligulada; **E**, flores tubulares; **F**, estilo; **G**, estambres; **H**, Semillas; **I**, raíz tuberosa (Imagen modificada de Castro-Castro *et al.*, 2012).

3.3 Distribución y descripción de las especies seleccionadas para esta investigación

La distribución geográfica de *Dahlia* es irregular y su mayor diversidad se concentra en cinco estados de la república mexicana. Para elegir las especies utilizadas en esta investigación se consideró: a) endemismo, *D. campanulata* (4A) endémica del estado de Oaxaca, b) distribución, *Dahlia coccinea* que se localiza en 24 estados del país (Figura 4B), c) Protección especial con base a la NOM-059, *D. tenuicaulis* (Figura 4C) (Saar *et al.*, 2003; Garzón *et al.*, 2009; Castro-Castro *et al.*, 2012; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019).

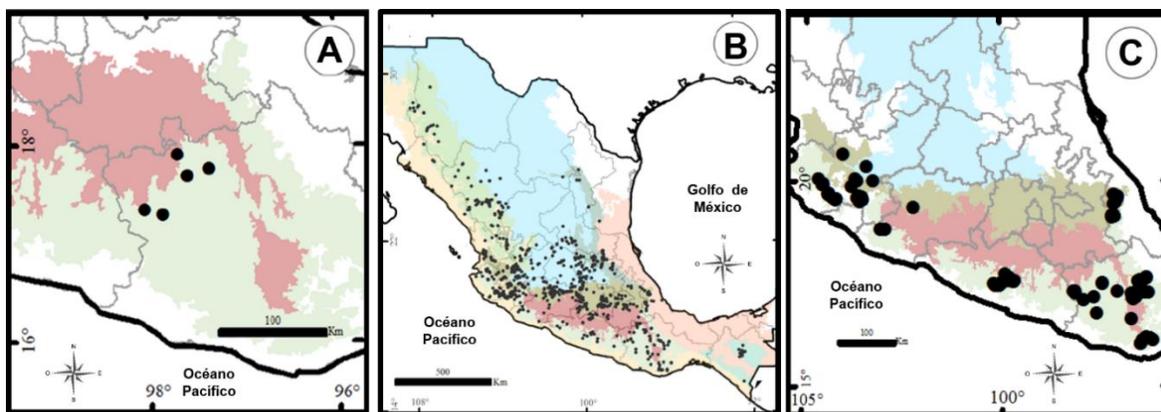


Figura 4. Distribución de las especies de *Dahlia* seleccionadas para esta investigación. **A**, *Dahlia campanulata*; **B**, *D. coccinea*; **C**, *D. tenuicaulis*. Imagen modificada de: Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019.

Dahlia campanulata es nativa del estado de Oaxaca (Figura 4A) se distingue por la forma acampanada de sus flores y se encuentra en la sección pseudodendron (Garzón *et al.*, 2009; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019). *D. campanulata* es una hierba perene de raíces fibrosas y tuberosas fasciculadas, las cuales se distinguen por su gran tamaño y distribución en el suelo, tiene tallos huecos con cuatro canales, que llegan alcanzar una altura de 1.3 a 2.5 m, las hojas son pinnadas llegan a medir hasta 60 cm de largo y tienen un peciolo envolvente (Figura 6A) (Saar *et al.*, 2003; Garzón *et al.*, 2009).

Las lígulas tienen forma de campana, muestran un color rojizo en la parte basal y en los extremos cambia a un tono lila claro que puede llegar hasta un color blanco (Figura 5 A), florece a partir de septiembre (Saar *et al.*, 2003).

La semilla tiene forma comprimida lineal oblanceolada surcada, con una longitud de 12 a 14.5 mm, el ancho que varía de 16 a 20 mm (Saar *et al.*, 2003; Garzón *et al.*, 2009).



Figura 5. Inflorescencias de las especies de *Dahlia* seleccionadas para esta investigación. **A**, *Dahlia campanulata*; **B**, *D. coccinea*; **C**, *D. tenuicaulis*. <https://www.inaturalist.org/photos/354694> [última consulta, 24 de junio del 2021].

Dahlia coccinea se distribuye en 27 estados de la república mexicana (Figura 4B) y se le puede encontrar desde los 24 hasta los 3033 msnm, por lo cual es la especie más ampliamente distribuida (Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019). Se caracteriza por ser una herbácea perene de raíces tuberosas, con tallos fistulosos de 2.5 cm de diámetro, glabros o pubescentes, que llegan alcanzar una altura de 1 a 2 m (Figura 6B) y las hojas son opuestas o verticiladas (Castro-Castro *et al.*, 2012).

El color de las flores liguladas puede ser amarillo, anaranjado, rojo o púrpura (Figura 5B), el diámetro de la cabezuela es de 8 a 12 cm, varias sincrónicas, florece de junio a octubre y fructifica de agosto a noviembre (Castro-Castro *et al.*, 2012; Martínez, 2013).

La semilla es lineal oblanceolada de 8 a 13 mm de largo, de color gris a negruzco, con ausencia de vilano y receptáculo plano de 10 a 15 mm de diámetro (Figura 7A) (Castro-Castro *et al.*, 2012).



Figura 6. Morfología de los nudos de *Dahlia campanulata* (A), y *D. coccinea* (B). <https://ecuador.inaturalist.org/observations/43267103> <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/dahlia-coccinea/imagenes/tallo-e-insersion-hoja.jpg> [última consulta, 14 de enero de 2021]

Dahlia tenuicaulis tiene amplia distribución a lo largo del pacífico mexicano (Figura 4C), pero se ha reportado que en Jalisco, Colima y Guerrero hay poco individuos (Castro-Castro *et al.*, 2012; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019). Crece en bosques densos y no perturbados de pino, pino-encino y con mayor frecuencia en bosques de abeto (Valdés, 2010; Castro-Castro *et al.*, 2012).

Crece como arbusto con una altura de 2 y 4.5 m, tiene raíces tuberosas, tallos glabros de diámetro de 3 a 5 cm, inflorescencia de tipo cabezuela con 8 flores liguladas, estériles violáceas y flores de disco tubulares amarillas (Figura 5C). Florece de agosto a octubre en grupos de 4 a 8 cabezuelas, con diámetros de 8 a 15 cm, varias sincrónicas, en pedúnculos de 10 a 22 cm de largo (Castro-Castro *et al.*, 2012).

Semillas lineares oblanceoladas (Figura 7B), 11 a 15 mm de largo y 1 a 3 mm de ancho, grises; vilano ausente; receptáculo plano, 10 a 14 mm de diámetro (Valdés, 2010; Castro-Castro *et al.*, 2012).

Dahlia tenuicaulis se encuentra en estado de conservación en la NOM-059-SEMARNAT2010, en la categoría bajo protección especial (Valdés, 2010; Carrasco-Ortiz *et al.*, 2019).



Figura 7. Semillas de *Dahlia coccinea* (A) y *D. tenuicaulis* (B). https://www.naturalista.mx/taxa/146597-Dahlia-coccinea/browse_photos ;<https://www.naturalista.mx/taxa/316888-Dahlia-tenuicaulis> [última consulta,14 de enero de 2021].

El cuadro 2 concentra la distribución por estados y regiones biogeográficas, altitud y tipos de vegetación asociadas con las tres especies de *Dahlia* seleccionadas para esta investigación.

Cuadro 2. Distribución de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*.

	<i>D. campanulata</i>	<i>D. coccinea</i>	<i>D. tenuicaulis</i>
Distribución	Oaxaca	En 24 estados de la república mexicana	Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Jalisco y Michoacán
Altitud (msnm)	2000	0 a 3033	2600 a 3500
Región	Neotropical	Neotropical y Neártica	Neotropical y Neártica
Tipo de vegetación	Bosque tropical perennifolio y matorral xerófilo	Bosque espinoso, de coníferas, mesófilo de montaña, tropical caducifolio, perennifolio, y subcaducifolio, matorral xerófilo, pastizal, vegetación acuática y subacuática	Bosque de coníferas, Bosque Mesófilo de Montaña y bosque tropical perennifolio.

El cuadro 3 muestra las formas de vida y otras características de las especies de *Dahlia* seleccionadas para esta investigación (Bye y Linares, 2008; Castro-Castro *et al.*, 2012; Carrasco-Ortiz M. *et al.*, 2019).

Cuadro 3. Características morfológicas de *Dahlia. campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*.

	D. campanulata	D. coccinea	D. tenuicaulis
Forma de vida	Herbácea perene	Herbácea perene	Arbusto decumbente de aspecto arborescente
Altura de la planta (m)	1.3 a 2.5	1 a 2	2 a 4.5
Tallo	Fistulosos, lignificado y con entre nudos solidos	Fistulosos de 2.5 cm de diámetro, glabros o pubescentes	Lignificados, de 3 a 7 cm de diámetro, glabros;
Hojas	Bipinada, pinnula opuestas en el raquis, estipulas (característica distintiva); margen aserrado	Lámina foliar entera, pinnada o bipinnada margen aserrado, lobado o subentero	Opuestas; pecíolo de 8-15 cm; lámina foliar elíptica a oblonga, pinnada o bipinnada; margen aserrado con 8-14 dientes por lado
Raíces	Fibrosas y tuberosas fasciculadas, las cuales se distinguen por su gran tamaño y distribución en el suelo	Tuberosas	Tuberosas
Flores de disco	---	25-100	70-80
Filarias	---	Internas 8 y externas 5	Internas 8 y externas 5 o 6
Semilla	Comprimida lineal, oblanceolada surcada mide de 8 a 13 mm de largo	Lineal oblanceolado de 8 a 13 mm de largo, de color gris a negruzco, con ausencia de vilano y receptáculo plano	Linear oblanceolado, 11-15 mm de largo y 2-3 mm de ancho, grises; vilano ausente; receptáculo plano

Cabe reiterar que para cada especie, la distribución geográfica, altitud y tipos de vegetación es diferente y que cada una tiene características muy particulares, por ejemplo, *Dahlia tenuicaulis* se considera un arbusto decumbente de aspecto arborescente, con semillas grises de 11 a 15 mm de largo, *D. campanulata* posee peciolos envolventes en la hoja y semillas de 8 a 13 mm de largo con surcos

longitudinales y *D. coccinea* tiene gran colorido en sus lígulas, distribución geográfica y altitudinal amplia. Su semilla puede ser de color gris a negruzco con ausencia de vilano.

3.4 Cultivo y propagación de *Dahlia*

El cultivo de dalia se remonta a la época del imperio azteca, en varios petroglifos de la zona de Xochimilco y en el c dico De la Cruz-Badiano, aparece una planta denominada "Cohuanenepilli" como ingrediente de un remedio medicinal para limpiar el conducto de la orina (Mera-Ovando y Bye, 2006; Bye y Linares, 2008). Aun cuando la ilustración es muy fina, se logra apreciar una flor sencilla que nos recuerda a la dalia silvestre (*Dahlia coccinea*) por su floración característica y los tres foliolos de sus hojas, lo que sugiere que la domesticación ocurrió antes de la conquista del imperio azteca (Bye y Linares, 2008).

Su cultivo requiere temperaturas que oscilen entre 18 y 23  C, humedad relativa de 75 a 78 %, fotoperiodo de 8 a 10 h luz, suelos francos con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica y nutrimentos, la zona de siembra debe estar debidamente protegida de la acción de los vientos, ya que pueden causar serios daños mecánicos en los tallos (Mera y Bye, 2006; Bye y Linares, 2008; Jiménez, 2015; Heredia-Hernández y Baltazar-Bernal, 2017).

La forma de propagación más común es por esquejes y división de raíces para conservar los caracteres de las especies o variedades (Bye y Linares, 2008; Jiménez, 2015). Sin embargo, la generación de nuevas variedades se obtiene, por germinación de las semillas, ya que de esta forma ocurre la recombinación genética. El tiempo reportado para la germinación va de 8 a 10 días, aunque puede prolongarse hasta 21 días (Jiménez, 2015; Heredia-Hernández y Baltazar-Bernal, 2017). Para las semillas de *D. coccinea* se ha reportado la presencia de latencia fisiológica al momento de la dispersión por lo que es necesario dejar pasar 2 meses o un año para que su germinación sea exitosa (Vivar-Evans *et al.*, 2006).

A nivel mundial la producción es muy amplia, sin embargo, en México se conoce muy poco acerca de su cultivo y producción de nuevas variedades (Bye y Linares, 2008). La producción comercial se concentra en Puebla, Estado de México y Ciudad de

México donde es utilizada principalmente como ornamental (Heredia-Hernández y Baltazar-Bernal, 2017).

3.5 Semilla

Con la unión del gameto masculino y el ovulo se forma la semilla, donde está contenido el embrión en reposo, los tejidos de reserva y cubierta seminal (Alvarado, 2009). La fecundación también permite que el gineceo desarrolle el fruto, cuando otros órganos florales participan se dice que el fruto es complejo. Los frutos pueden clasificarse a partir de la dureza del pericarpo y la capacidad de abrirse en la madurez (Fahn, 1978).

La semilla es un fruto complejo seco, indehiscente y monospermo producido en un ovario ínfero y rodeado por tejidos distintos a los ováricos.

La germinación es el proceso que reactiva el metabolismo del embrión y da paso a la emergencia de la radícula y desarrollo de la plántula. Factores externos como la humedad, temperatura, concentración de oxígeno y luz influyen directamente en este proceso (Saldívar-Iglesias *et al.*, 2010).

Algunos de los principales factores que limitan la germinación especialmente en ambientes secos son la temperatura y disponibilidad de agua. La temperatura afecta tres procesos fisiológicos: latencia, tasa de germinación en semillas no latentes y deterioro de la semilla en relación con el contenido de humedad (Martínez, 2013).

La humedad en el medio es importante para la imbibición, ya que con esta se reactiva la respiración, síntesis de proteínas y movilización de reservas para que finalmente ocurra la emisión de la radícula (Martínez, 2013; Morales-Santos *et al.*, 2017).

Uno de los periodos más vulnerables en la fenología vegetal es la fase de establecimiento de las plántulas, por lo que desarrollar estrategias de supervivencia resulta clave. Dado que la sequía es uno de los factores abióticos que más limita esta fase, la sobrevivencia de la plántula depende de la duración del periodo de desecación, tamaño de la semilla y la cantidad de nutrientes del endospermo (Martínez, 2013). Diferencias entre las semillas podrían generar variaciones morfológicas de las plántulas y con ello distintas capacidades de establecimiento de éstas ante condiciones de sequía.

Los tejidos de reserva se concentran en los cotiledones, perispermo y endospermo y a veces en la cubierta seminal. Los compuestos acumulados por las semillas varían ampliamente entre especies, pero se pueden categorizar en carbohidratos, lípidos y proteínas (Reyna, 2008). Una fuente de aminoácidos durante la germinación y crecimiento de la plántula son las proteínas, estas son inactivas enzimáticamente, por lo que tienen un alto peso molecular y se forman durante la maduración de la semilla. Son almacenadas en cuerpos proteicos o vacuolas de almacenamiento, pueden almacenarse dos o más tipos de proteínas, aunque usualmente un tipo es más abundante (Alvarado, 2009). La morfología, el tamaño y el contenido de reservas en las semillas determinan el tiempo de imbibición y el vigor de las plántulas (Morales-Santos *et al.*, 2017).

3.6 Análisis proximal

Las técnicas para determinar los valores que componen el análisis proximal, se realizan de acuerdo con la Asociación Internacional de Químicos Analíticos (AOAC internacional), la cual tiene como principal objetivo desarrollar, validar, mejorar y estandarizar los métodos analíticos y programas de aseguramiento de la calidad de los servicios de laboratorio (Atencia y Diaz, 2016).

El análisis proximal es un método que se ha llevado a cabo para determinar la calidad de un producto alimenticio analizando el porcentaje de humedad, ceniza, lípidos, proteína, carbohidratos y fibra cruda entre otros (Camacho-Bernal *et al.*, 2019).

El principal objetivo del análisis proximal es determinar los compuestos químicos que afectan a la salud humana (Greenfield y Southgate, 2003). Según la FAO (2021) la contribución de las semillas en la alimentación humana es asombrosa, miles de especies son cultivadas con fines alimentarios y su diversidad fitogenética da paso a la seguridad alimentaria. Evaluar el análisis proximal en las semillas permite determinar su calidad asociada al contenido de cenizas o fibras y concentración de lípidos, proteínas o carbohidratos. Con este tipo de análisis no solo se pueden hacer propuestas relacionadas con la alimentación humana, también se pueden predecir los porcentajes de germinación o el establecimiento de las plántulas.

3.7 Justificación

México es considerado el centro de origen y diversificación del género *Dahlia*. La domesticación de dalia se inició en la época de los aztecas. Sin embargo, a la fecha se conoce poco sobre las especies silvestres, se menciona que tienen usos comestibles o medicinales sin que haya publicaciones relacionadas con estos temas. Las semillas de dalia son importantes para mantener la variabilidad contribuir con la distribución y mantener la riqueza de especies. Estudios relacionados con las características morfológicas o morfométricas de las semillas, además de su contenido de cenizas y fibras o su concentración de lípidos, proteínas y carbohidratos podrían estar relacionados con diferencias en los porcentajes de germinación o establecimiento de las plántulas. Este trabajo resulta relevante porque proporcionará información morfológica, morfométrica y de análisis proximal de las semillas de tres especies de dalia y podrá utilizarse como referencia para estudios relacionados con la germinación de *Dahlia. campanulata*, *D. cocinea* y *D. tenuicaulis*.

4. Objetivos

4.1 Generales

Evaluar las características morfométricas y morfológicas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea*, y *D. tenuicaulis*.

Realizar análisis proximal en semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea*, y *D. tenuicaulis*.

4.2 Particulares

Determinar el largo, ancho, grosor y peso de las semillas de las tres especies de *Dahlia*.

Describir la morfología y la superficie de las semillas de las tres especies de *Dahlia*.

Determinar el porcentaje de humedad, contenido de cenizas, lípidos y proteínas en las semillas de las tres especies de *Dahlia*.

5. Material y métodos

El estudio se realizó en el laboratorio 9 de la Unidad de Morfología y Función, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Las semillas de *Dahlia coccinea*, *D. campanulata*, y *D. tenucaulis* fueron cosechadas en 2018 y donadas para esta investigación por el Biólogo Antonio de Jesús Gómez Pérez responsable del Jardín Botánico Xochitla, ubicado en carretera circunvalación s/n, El Trébol, 54600 Tepetzotlán, Estado de México, México.

5.1 Evaluaciones morfométricas

Las mediciones del largo, ancho y grosor de las semillas se realizaron con vernier digital Truper® con precisión de 0.01 mm. El peso se registró con una balanza digital marca Adventurer®, modelo OHAUS con precisión de 0.0001 g como a continuación se indica.

- a) Largo de las semillas, se midió del ápice a la base, procurando no deformar la semilla (Figura 8).
- b) Ancho de las semillas, se registró en la parte más extendida, sin presionar en exceso para evitar dañarla (Figura 8).
- c) Grosor de las semillas, se midió en el mismo sitio que el ancho, pero en sección transversal como se muestra en la figura 8.
- d) Peso de las semillas, en grupos de 20 se registró el peso de 100 semillas.

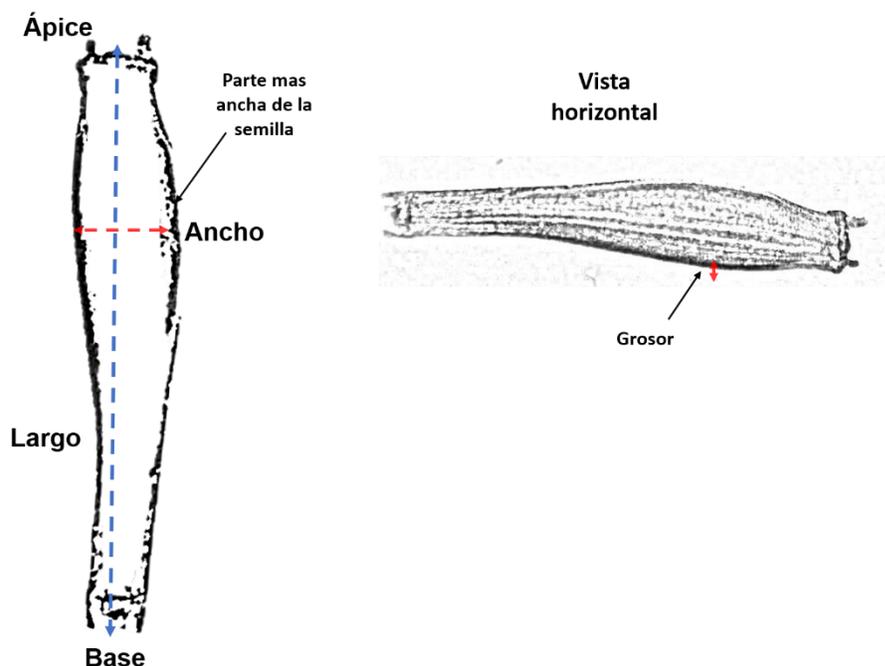


Figura 8. Sitio donde se realizaron las mediciones en las semillas de *Dahlia*. Imagen modificada de Zavaleta *et al.* (2003).

5.2 Descripción morfológica de las semillas

De cada especie de *Dahlia* se seleccionaron tres semillas y se observaron con un microscopio estereoscópico Nikon® modelo SMZ800 con cámara Nikon® modelo COOLPIX S4 integrada. Se tomaron fotografías de las semillas completas y se describió su forma, color y superficie, de acuerdo con lo propuesto por Fahn (1978), Esau (1985), Saar *et al.* (2003), Garzon *et al.* (2009) y Castro-Castro *et al.* (2012).

5.3 Análisis proximal

El análisis proximal se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por Carrillo *et al.* (2018). De cada especie se pesaron por triplicado 0.5 g de semillas con una balanza digital con precisión de 0.001 g de acuerdo con el siguiente procedimiento.

a) Contenido de humedad. En crisoles de aluminio previamente lavados con jabón libre de fosfatos, agua destilada, alcohol y con el peso de cada uno estabilizado, se colocaron 0.5 g de semillas para secarse por 4 h a 100 °C en un horno Reavel® modelo REA-II2240. Transcurrido este tiempo, los crisoles se retiraron del horno para

registrar su peso, es importante resaltar que se colocaron dentro de un desecador para no alterar el peso, se repitió el procedimiento de secado con intervalos de 2 h hasta obtener una diferencia de peso ≤ 0.001 g con respecto al registro previo (Figura 9).

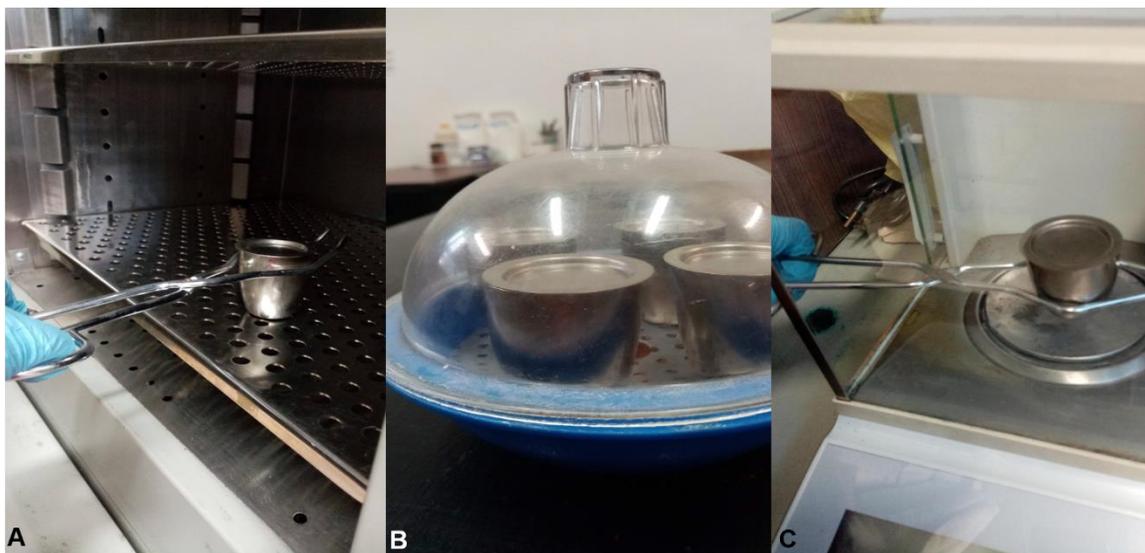


Figura 9. Estabilización del peso de los crisoles de aluminio y secado de las semillas para evaluar el contenido de humedad en semillas de tres especies de *Dahlia*. **A**, introducción de crisoles al horno; **B**, crisoles dentro del desecador; **C**, registro del peso de los crisoles con las semillas.

El contenido de humedad se obtuvo con la ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(P1 - P2) \times 100}{P1}$$

Dónde: P1, peso inicial de las semillas (0.05 g); P2, peso seco de las semillas secadas en el horno.

b) Contenido de cenizas por incineración de las muestras. En crisoles de porcelana previamente lavados y con un peso estable, se colocaron 0.5 g de semillas, se introdujeron por 6 h en la mufla Thermo Scientific™ FB1310M, ajustada a 600 °C. Transcurrido el tiempo, se extrajeron los crisoles y se pesaron junto con sus muestras calcinadas (Figura 10).

El contenido de cenizas se obtuvo con la ecuación:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{PF - PI}{PM} \times 100$$

Dónde: PI, peso inicial del crisol; PF, peso final del crisol + las muestras calcinadas; PM, peso inicial de las semillas (0.5 g).



Figura 10. Cenizas de semillas de *Dahlia* después de ser incineradas por 6 h en una mufla Thermo Scientific™ FB1310M, ajustada a 600 °C.

d) Concentración de proteínas. Se evaluó por el método Kjeldahl, en tubos de ensayo para digestión se agregaron 2 g de la mezcla sulfato de potasio y sulfato de cobre proporción 9:1 y 15 mL de ácido sulfúrico concentrado. En esta mezcla se sumergieron 0.5 g semillas de cada especie.

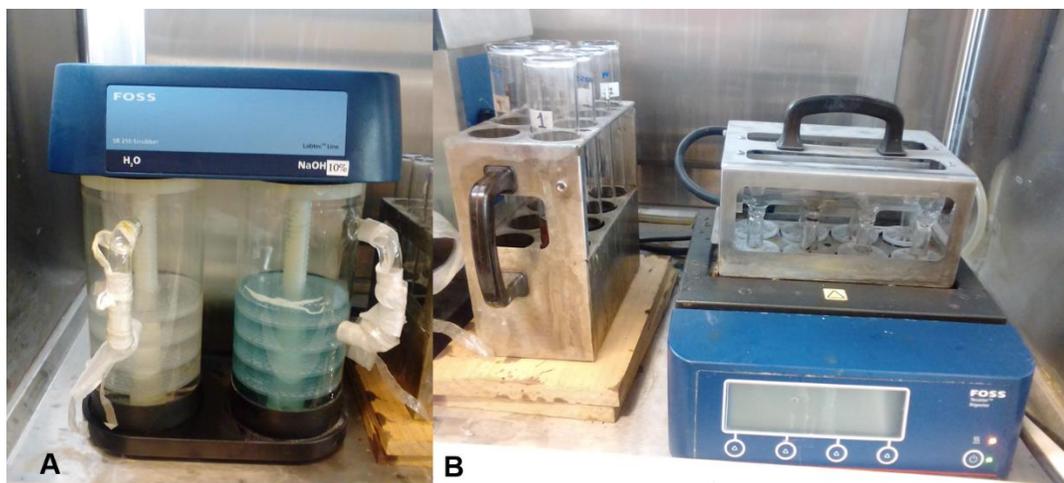


Figura 11. Método de Kjeldahl para extracción de proteínas. **A**, sistema de extracción de gases Scrubber SR210; **B**., tubos de ensayo con las muestras; **C**, digester Tecator™.

Los tubos de ensayo con las muestras se colocaron en un digestor Tecator™ (Figura 10B), programado a una temperatura de 450 °C, por 60 min. La dispersión de los gases se evitó conectando el digestor al dispositivo SR 2010 Scrubber (Figura 10A), todo el proceso se realizó dentro de una campana de extracción.

Una vez que se concluyó el ciclo, los tubos se dejaron enfriar por 1 h antes de retirarlos del digestor. A los tubos con las muestras digeridas (Figura 11B) se les agregaron 70 mL de agua destilada y se colocaron en el equipo KJELTEC™ 2100 para su destilación. La muestra destilada se colectó en un matraz Erlenmeyer, con solución indicadora de ácido bórico (Figura 12C).

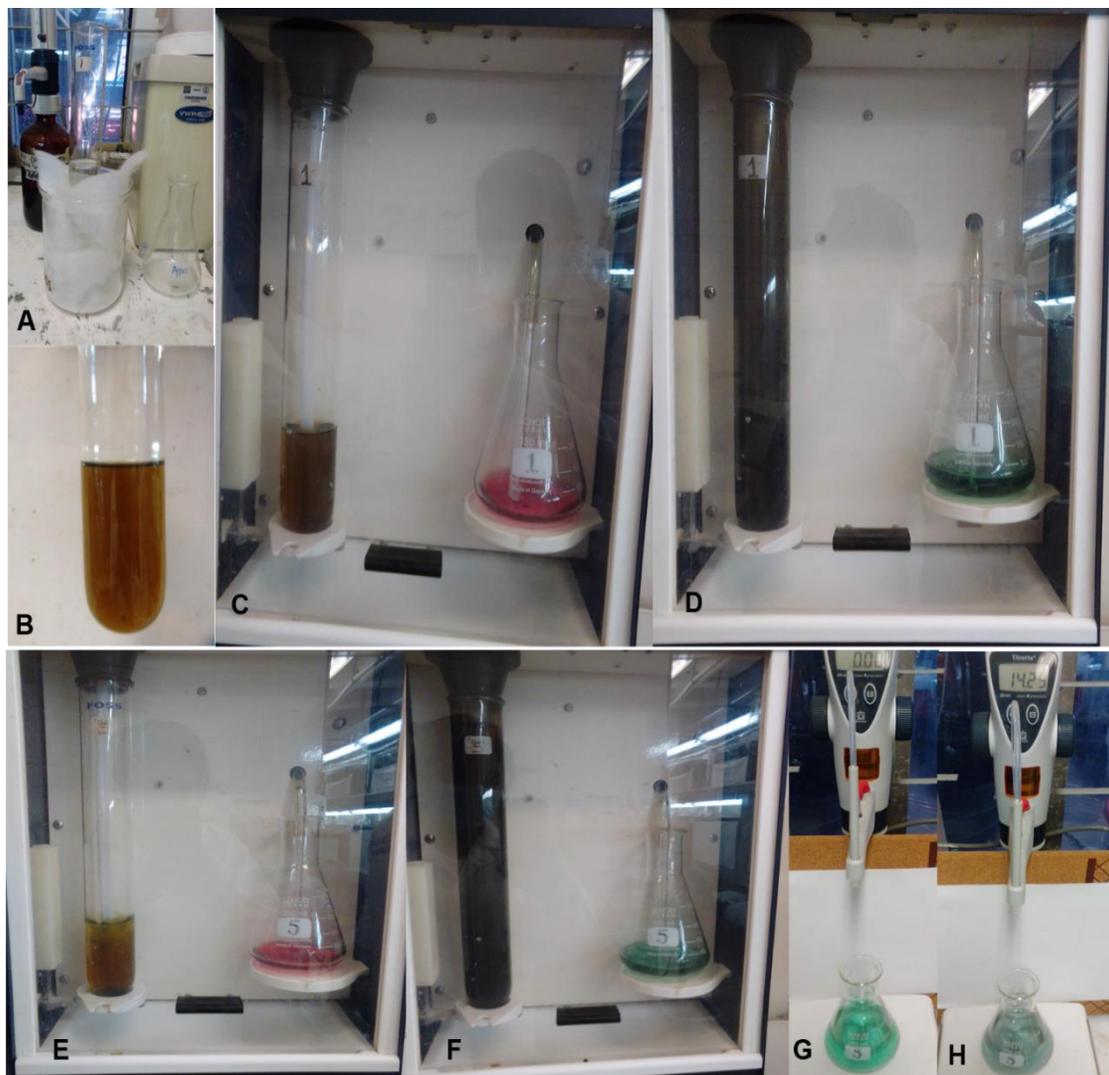


Figura 12. Equipo KJELTEC™ 2100 destilador utilizado para la extracción de proteínas de las semillas de tres especies de *Dahlia*. **A**, materiales para realizar la purga del sistema de

destilación; **B**, muestra digerida; **C, E**, inicio de la destilación; **D, F**, fin de la destilación; **G**, titulación de la muestra con solución de Ac. Sulfúrico 0.1 N; **H**, Muestra titulada que vira de verde brillante a verde oscuro.

Durante la destilación de cada muestra el dispensador de manera automática agregó entre 60 y 70 mL de NaOH (Figura 12C, D, E y F)

Las muestras destiladas recuperadas en el matraz Erlenmeyer fueron tituladas con ácido sulfúrico 0.1 N hasta que viraron de verde brillante (Figura 12G) a verde oscuro (Figura 12H), se registró la cantidad de mililitros de H₂SO₄ usados para cada titulación.

La cantidad de nitrógeno se obtuvo con la ecuación:

$$N(\%) = \frac{14 \times (Vm - Vb) \times N(H_2SO_4) \times 1.004}{PM \times 10}$$

Donde: 14, peso molecular de nitrógeno; Vm, mL de H₂SO₄ utilizados para titular la muestra; Vb, mL de H₂SO₄ utilizados para titular el blanco, usualmente 0; N(H₂SO₄), normalidad H₂SO₄; 1.004, factor constante; PM, peso de la muestra.

Para obtener la concentración de proteínas, el valor de nitrógeno se multiplicó por el factor de contenido de nitrógeno proteico (6.25).

c) Concentración de lípidos totales. Se evaluó con base a la técnica descrita por Blight y Dyer (1959). En nueve tubos de ensayo con tapa se colocaron 0.5 g de semillas de cada especie y se agregaron 3 mL de metanol, 1.5 mL de cloroformo. Las muestras se homogenizaron por dos minutos, después se agregó 1.5 mL más de cloroformo y se homogenizó dos minutos nuevamente, este proceso se realizó para cada muestra (Figura 13A).

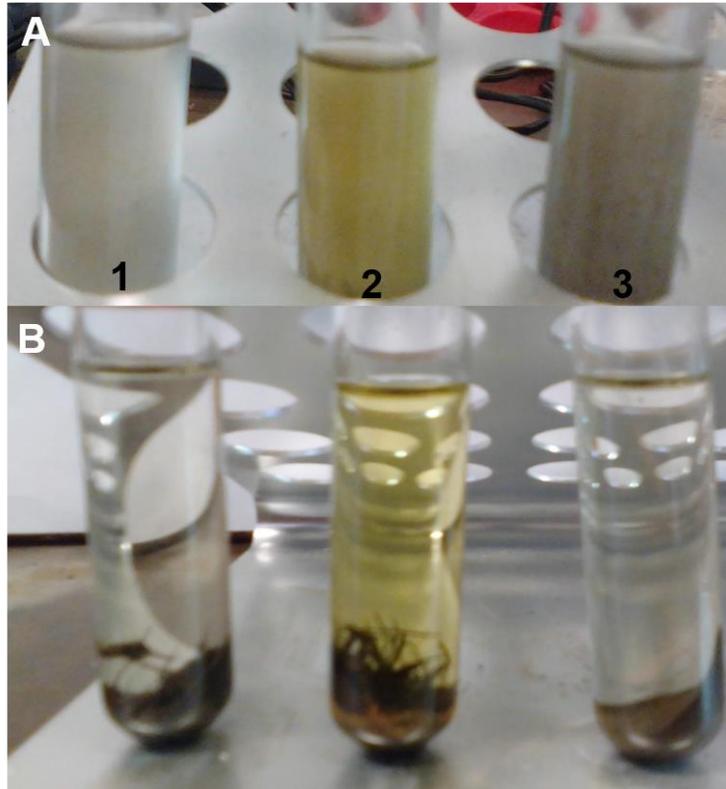


Figura 13. Extracción de lípidos con una mezcla cloroformo, metanol y agua (1:1:0.8). **A**, homogenización de la muestra; **B**, separación de la matriz sólida de la mezcla de metanol y cloroformo.

Para separar la matriz sólida (que corresponde a la muestra), los tubos se centrifugaron a 5000 rpm por 5 min (Figura 13B), el sobrenadante se colocó en un embudo de separación cerrado, se agitó vigorosamente y se dejó reposar hasta formar dos fases (Figura 14A). La fase más densa, que corresponde a la fase inferior del embudo (Figura 14B), se colocó en un frasco vial ámbar (Figura 14C). y se registró su peso.

Para que el cloroformo se evaporara completamente de la matriz se aplicó aire, introduciendo una manguera en el frasco y sellando con Parafilm®, cuando se observó una capa amarillenta en el fondo del vial, se volvió a registrar su peso.



Figura 14. Separación de los lípidos totales (en cloroformo) de la fase acuosa. A, formación de las dos fases; B, separación de la fase densa en el vial; C, evaporación del cloroformo.

Para calcular el contenido de lípidos totales se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Lípidos totales} = \frac{PL}{PM} \times 100$$

Donde: PL, peso lípidos (peso final del vial – peso inicial del vial); PM, peso de la muestra.

5.4 Análisis estadístico.

Las evaluaciones morfométricas se procesaron con estadística descriptiva en Excel, para la descripción morfológica, las imágenes se mejorarán con el Software libre GIM 2.8 (<http://www.gimp.org.es/>), para el largo, ancho y grosor de las semillas se realizó el análisis de correlación de Pearson y análisis de varianza de un factor con pruebas de comparación de medias (Tukey, $\alpha \leq 0.05$), mientras que para el contenido de húmeda, cenizas, proteínas y lípidos se realizó análisis de varianza de un factor y pruebas de comparación de medias (Tukey, $\alpha \leq 0.05$) con el Software SAS 9.0 para Windows.

6. Resultados y discusión

6.1 Descripción morfométrica de las semillas de tres especies de *Dahlia*

6.1.1 Intervalos de largo, ancho y grosor de las semillas

El largo de las semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis* fluctúa de 8.99 a 14.03, 6.45 a 12.14 y 10.25 a 15.93 mm. En cada especie, la frecuencia mayor se ubicó entre 10.25 y 13.40, 7.72 y 10.87, 12.78 y 15.30 que representa el 88, 81 y 85 % respectivamente (Figura 15A). El ancho de las semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis* fluctúa de 1.12 a 2.38, 1.27 a 3.36 y 1.41 a 2.66 mm. En cada especie, la frecuencia mayor se ubicó entre 1.41 y 2.1, 1.83 y 2.8, 1.69 y 2.33 que representa el 79, 80 y 86 % respectivamente (Figura 15B). El grosor de las semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis* fluctúa de 0.51 a 1.10, 0.51 a 1.17 y 0.51 a 1.17 mm. En cada especie, la frecuencia mayor se ubicó entre 0.59 y 0.91, 0.65 y 0.97, 0.65 y 1.04 que representa el 82, 85 y 93 % respectivamente (Figura 15C).

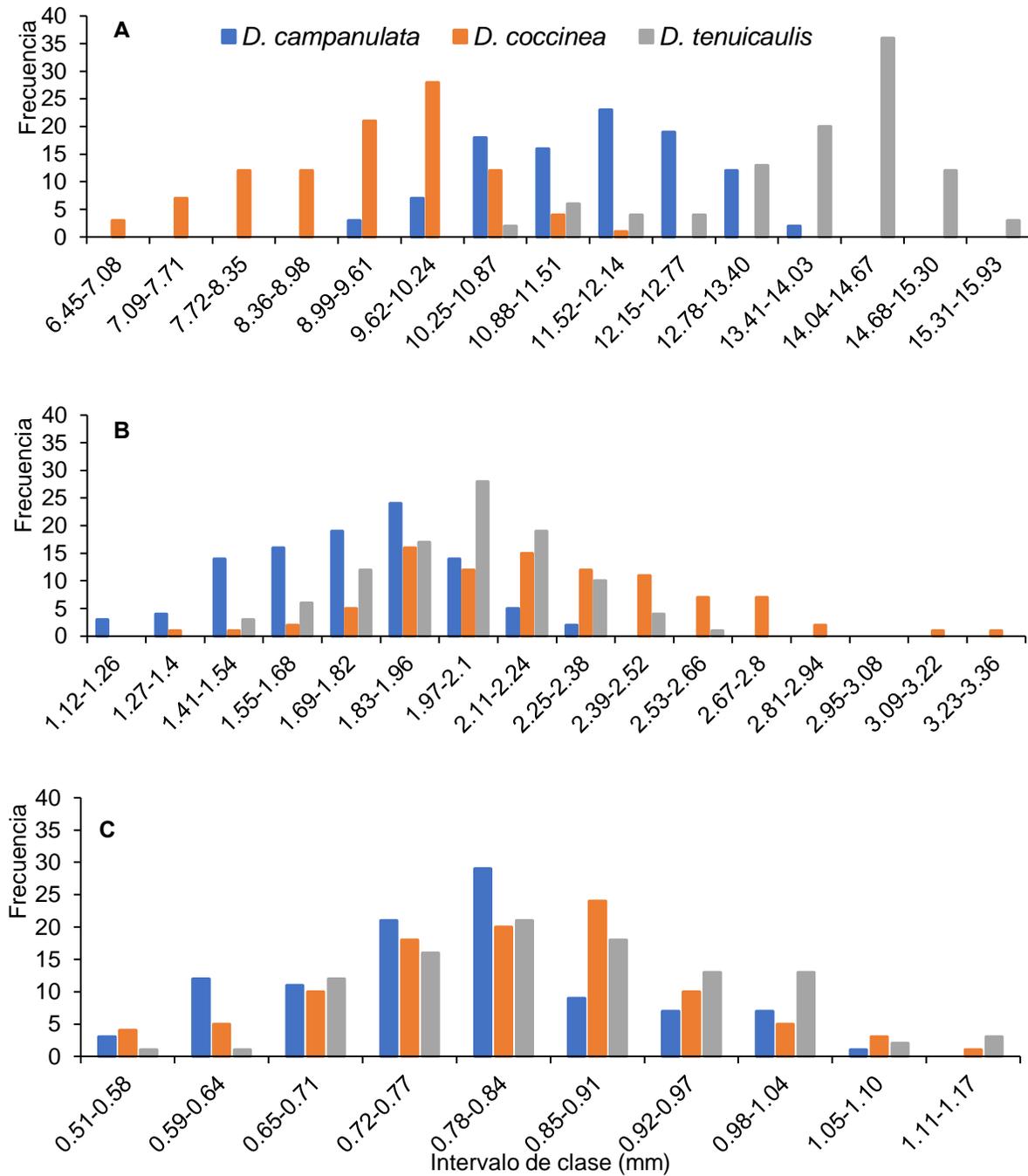


Figura 15. Largo (A), ancho (B) y grosor (C) de las semillas de tres especies de *Dahlia*.

La forma alargada o ancha, y el tamaño, grande o pequeño de la semilla de la familia *Asteraceae* posiblemente se relacionen con procesos de dispersión anemófila, hidrófila o zoocórica (Núñez-Colín *et al.*, 2011). En caso de que las semillas no sean dispersadas formarán parte de los bancos de germoplasma en el suelo hasta que

existan las condiciones óptimas para su germinación (Rojas-Aréchiga y Batis, 2001; Núñez-Colín *et al.*, 2011).

En esta investigación, el largo de las semillas de *Dahlia coccinea* y *D. tenuicaulis* fluctuó de 6.45 a 12.14 y 10.25 a 15.93 mm. Estos valores fueron similares a los reportados por Castro-Castro *et al.* (2012) donde el largo varió de 8 a 13 y 11 a 15 mm respectivamente. Para el caso de *D. campanulata*, Saar y Sorensen (2003) reportaron un intervalo de largo de 12.0 a 14.5 mm y 1.6 a 2.0 mm de ancho, estos valores coinciden en los intervalos con mayor frecuencia de *D. campanulata* 10.25 a 13.40 mm (88 %) y 1.41 a 2.1 mm (79 %) para el largo y ancho.

Durante su formación las semillas pueden competir por recursos entre sí, lo cual explica que tengan diferentes tamaños, según Ayala-Cordero *et al.* (2004) y López *et al.* (2017) entre más grande sean las semillas tienden a incrementar su viabilidad, germinación, velocidad de emergencia y sobrevivencia de las plántulas.

En *Cecropia obtusifolia* (Urticaceae) las semillas con 1.3 mm de longitud tuvieron un porcentaje de germinación de 21 % mientras que las de 1.7 mm tuvieron 42 % (Tenorio-Galindo *et al.*, 2008). El efecto que existe entre el tamaño de la semilla y su germinación es significativo si consideramos esto, las semillas de *Dahlia tenuicaulis* que van de 10.25 a 15.93 mm de longitud tendrían porcentajes de germinación mayores comparados con los de *D. campanulata* y *D. coccinea* cuyas semillas son menos largas. Con respecto al grosor y ancho de las semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis* no se encontraron antecedentes por lo que este trabajo resulta relevante para el conocimiento de la morfometría y para estudios posteriores relacionados con la germinación de estas especies.

6.1.2 Promedios de peso, largo, ancho y grosor de las semillas

Las semillas de *Dahlia tenuicaulis* fueron más pesadas (0.0065 g), largas (13.67 mm) y gruesas (0.85 mm) que las de *D. campanulata* y *D. coccinea* que en promedio pesaron 0.0053 g y tuvieron 10.46 y 0.79 mm de largo y grosor respectivamente. Con respecto al ancho, los valores fueron de 2.19, 2.01 y 1.17, significativamente

diferentes entre sí para *Dahlia coccinea*, *D tenuicaulis* y *D. campanulata* respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Variables morfométricas en semillas de tres especies de *Dahlia*.

Especies	Peso (g)	Morfometría de las semillas (mm)		
		Largo	Ancho	Grosor
<i>Dahlia campanulata</i>	0.0056 b ^z	11.62 b	1.77 c	0.78 b
<i>D. coccinea</i>	0.0049 b	9.30 c	2.19 a	0.81 ab
<i>D. tenuicaulis</i>	0.0065 a	13.67 a	2.01 b	0.85 a
DHS	0.00078	0.36	0.10	0.04
CV (%)	12.44	9.41	14.40	14.76

^z Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$). DHS, diferencia honesta significativa; CV, coeficiente de variación. Cada valor es el promedio de 100 repeticiones.

En esta investigación, las semillas de *Dahlia tenuicaulis* fueron las más pesadas, largas y gruesas. Tenorio-Galindo *et al.* (2008) menciona que el peso y el tamaño de la semilla es un factor biológico que está directamente relacionado con la germinación y tamaño inicial en las plántulas, por lo que podría existir una mayor probabilidad de la germinación y supervivencia de las plántulas en *D. tenuicaulis*.

En *Croton guatemalensis* (Euphorbiaceae) las semillas presentaron mayor tamaño (longitud, 5.13 mm y grosor, 3.26 mm) tuvieron un 98 % germinación final mientras que las semillas pequeñas (longitud, 4.63 mm y grosor, 2.69mm) 6% de germinación final (Pozo-Gómez *et al.*, 2019)

Para el caso de las semillas de *D. campanulata* Garzón *et al.* (2009) reportó una longitud de 12 mm y peso 0.0048 g, el valor de la longitud es 3.17 % mayor y el del peso 14.29 % menor al encontrado en esta investigación. Según Ayala-Cordero *et al.* (2004) la variación de peso en las semillas se presenta porque las poblaciones de plantas pueden tener diferentes condiciones ambientales como temperatura, disponibilidad de nutrientes y agua. De igual forma mencionan que el tamaño de las

semillas podría favorecer la capacidad de dispersarse y sobrevivir en una mayor cantidad de micrositios si son pequeñas, mientras que las grandes pueden tener una mayor reserva metabólica que incrementa la probabilidad de establecimiento de las plántulas.

Para las semillas de *Dahlia coccinea* y *D. tenuicaulis* no se encontraron antecedentes de su peso, por lo que es importante continuar con el análisis de la variación morfológica de sus semillas en áreas específicas que permitan aclarar preguntas sobre su adaptación en las distintas regiones de México, como se ha realizado para otras plantas de la familia Asteraceae (Núñez-Colín *et al.*, 2011).

6.1,3 Correlación de Pearsonns del largo, ancho y grosor de las semillas de tres especies de Dahlia

Las semillas de *Dahlia coccinea* y *D. tenuicaulis* no presentaron correlación significativa entre el largo, ancho y grosor, lo cual se corrobora con los valores bajos de $P (\geq 0.40)$ y los coeficientes de correlación ≤ 0.03 , los cuales indican que las correlaciones positivas o negativas, que existen entre dos características morfométricas, se explican apenas en un 3 % con respecto a otra. Sin embargo, las semillas de *D. campanulata* tuvieron correlación positiva significativa ($P < 0.0001$; $R^2 \geq 0.98$) entre el largo, ancho y grosor. Es decir, el aumento de uno de estos caracteres morfométricos se explica en un 98 o 99 % con respecto a los otros dos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Correlación de Pearsons entre el largo (L) ancho (A) y grosor (G) de las semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*.

		<i>D. campanulata</i>			<i>D. coccinea</i>			<i>D. tenuicaulis</i>		
		L	A	G	L	A	G	L	A	G
<i>D. campanulata</i>	L	1.00								
	A	0.99 <.0001^y	1.00							
	G	0.98 <.0001	0.98 <.0001	1.00						
<i>D. coccinea</i>	L	-0.06 0.53	-0.12 0.23	0.14 0.17	1.00					
	A	-0.06 0.56	-0.11 0.30	0.13 0.19	-0.11 ^z 0.28 ^y	1.00				
	G	-0.06 0.56	-0.09 0.40	.14 0.14	-0.18 0.08	0.04 0.66	1.00			
<i>D. tenuicaulis</i>	L	-0.02 0.85	-0.04 0.071	0.02 0.85	0.13 0.21	0.05 0.60	0.08 0.42	1.00		
	A	-0.07 0.49	-0.07 0.48	0.05 0.64	0.09 0.36	0.11 0.28	-0.03 0.75	0.15 0.16	1.00	
	G	-0.27 0.01	-0.27 0.01	0.26 0.01	-0.01 0.94	0.06 0.54	-0.17 0.10	-0.06 0.52	0.18 0.08	1.00

^z coeficiente de correlación; ^y P valor ($p \leq 0.05$). L, largo; A, ancho; G, grosor; campa, *Dahlia campanulata*; cocci, *D. coccinea*; tenu, *D. tenuicaulis*.

En *Stenocereus beneckeii* (Cactaceae) el largo y ancho de las semillas estuvieron correlacionados positivamente con su peso ($P < 0.0001$), los coeficientes de determinación fueron significativos para el peso con el largo ($R^2 = 0.38$, $P < 0.0001$) y el peso con el ancho ($R^2 = 0.32$, $P < 0.0001$) (Ayala-Cordero et al., 2004) Para el caso de las especies que se trabajaron en esta investigación, las correlaciones significativas ($R^2 \geq 0.98$; $P < 0.0001$) correspondieron a las comparaciones entre el largo, ancho o

grosor de las semillas de *Dahlia campanulata* y probablemente con su peso como menciona Ayala-Cordero *et al.* (2004). En *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) y *Moringa oleífera* (Moringaceae) se evaluó la relación entre la longitud de los tallos de la planta y en tamaño de las semillas. Las correlaciones más altas se obtuvieron entre el largo ($R^2 = 0.24$, *Ricinus*) y ancho ($R^2 = 0.40$, *Moringa*) de las semillas comparadas con la altura del tallo de la planta que la produjo (Valdés-Rodríguez *et al.*, 2018). En este caso, semillas grandes con tallos de 2 a 4.5 m corresponden a *Dahlia tenuicaulis* y semillas pequeñas con tallos cortos (1 a 2 m) (Castro-Castro *et al.*, 2012) a *D. coccinea*, similar a *Ricinus* y *Moringa*, estas especies de *Dahlia* tienen correlación positiva significativa entre el tamaño de las semillas y la longitud del tallo.

6.4 Descripción morfológica de las semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*

Dahlia campanulata presenta semillas de forma comprimida linear oblanceolada de 9.43 a 13.63 mm de longitud, 1.12 a 2.36 mm de ancho y 0.54 a 1.05 mm de grosor. La superficie es de color café marrón en el centro y café claro en los extremos con surcos longitudinales, ápice mucronado vilano con dos hombros diminutos y receptáculo cóncavo (Figura 16A).

D. coccinea presenta semillas de dos formas: a) obovada, es decir ligeramente ovada, pero con un extremo más ancho que otro (Figura 16B), b) linear, forma larga-angosta y oblanceolada, reducida en la base y ancha en el ápice (Figura 16C) ambas de 6.45 a 11.65 mm de largo, de 1.31 a 3.27 de ancho y 0.51 a 1.17 mm de grosor. Las dos formas tienen superficie de color café claro u oscuro con espinas o aguijones (superficie muricada) y algunas líneas de fractura, ápice truncado con vilano ausente y receptáculo plano convexo (Figura 16B y 16C).

Las semillas de *Dahlia tenuicaulis* son espatuladas lineares con un largo de 10.42 a 15.93 mm, ancho de 1.42 a 2.53 mm y grosor de 0.56 a 1.15 mm. Superficie de color café oscuro y amarillo bronce en la base, presentas protuberancias color mostaza claro en la base, ápice emarginado vilano rudimentario con dos hombros diminutos, receptáculo plano con protuberancias. Algunas semillas pueden presentar fracturas en ambos extremos de su superficie (Figura 16D).

De manera general los autores mencionan que la semilla de *Dahlia* puede presentar forma clavada, linear, oblanceolada, espatulada, obovada, elíptica o acerosa y color gris o negro (Castro-Castro *et al.*, 2012; Martínez, 2013; Carrasco-Ortiz M. *et al.*, 2019)

De manera particular para *D. campamulata* Garzón *et al.*, 2009 menciona que la semilla esta surcada mientras que en *D. coccinea* y *D. tenuicaulis* Valdés, 2010 y Castro-Castro *et al.*, 2012 la describe con ausencia de vilano y receptáculo plano.

De acuerdo con la distribución de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis* la temperatura anual promedio donde se distribuyen es de 24.58 °C, 21.7 °C y 22.8 °C respectivamente mientras el color frecuente en las semillas de las tres especies es café oscuro. Con respecto a lo anterior Tenorio-Galindo *et al.* (2008) encontró una interacción en semillas de *Cecropia obtusifolia* (Urticaceae) en el color y temperatura de germinación ya que en temperaturas de 30 a 25 °C las semillas color café claro tuvieron un 80 % de germinación mientras que en temperaturas de 20 a 25 °C las semillas color café oscuro germinaron en un 70 %. Por lo tanto, podemos considera que en las tres especies de *Dahlia* el color de sus semillas y la temperatura de su hábitat natural está directamente relacionado con el éxito de la germinación, sin embargo, es importante que se compruebe esta hipótesis en estudios posteriores.



Figura 16. Morfología de las semillas de *Dahlia campanulata* (A), *D. coccinea* (B, C) y *D. tenuicaulis* (D) observadas con microscopio estereoscópico y objetivo 4X.

6.5 Análisis Proximal

6.5.1 Contenido de humedad y porcentaje de cenizas

En las semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*, el contenido de humedad fue de 15.15 % sin diferencias entre ellas, mientras que la cantidad de cenizas fue significativamente diferente ($p \leq 0.05$) entre las tres especies y tuvieron valores de 13.16, 14.17 y 14.72 % para, *Dahlia coccinea*, *D. tenuicaulis* y *D. campanulata* respectivamente (Figura 17A y 17B).

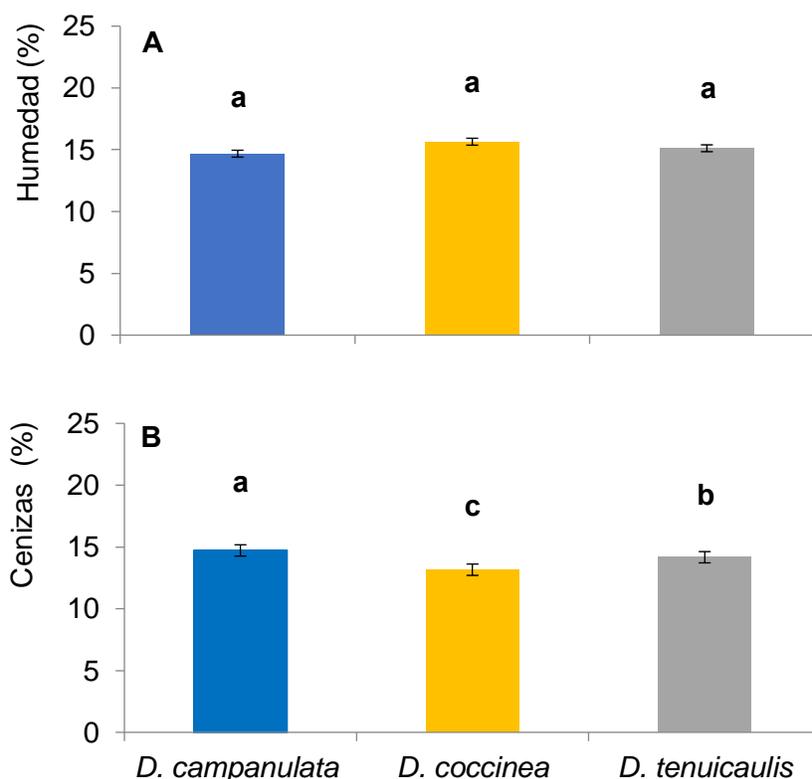


Figura 17. Contenido de humedad (A) y cenizas (B) en semillas de tres especies de *Dahlia*. Cada barra representa el promedio de tres repeticiones \pm error estándar. Letras diferentes, en cada variable, indican diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$).

Estudios previos (Martínez, 2013) reportan para semillas de *D. coccinea* contenidos de humedad de 7 %, es decir, 54 % menor que el obtenido en esta investigación. Las diferencias en el contenido de humedad podrían atribuirse a condiciones de almacenamiento, ya que Martínez, (2013) las mantuvo almacenadas por 22 meses a temperatura ambiente (20 a 22 °C) y la deshidratación pudo ser mayor comparada

con las semillas utilizadas para esta investigación que se mantuvieron en refrigeración (4 °C). En estudios posteriores sería importante evaluar los porcentajes de germinación y relacionarlos con los tiempos de almacenamiento y contenido de humedad de las semillas. Para *Dahlia campanulata* y *D. tenuicaulis* no se encontraron reportes donde se indicará su contenido de humedad o porcentaje de cenizas. Sin embargo, las semillas con un contenido de humedad de 5 a 20% son consideradas ortodoxas y disminuir su humedad no afecta su viabilidad, lo que sugiere que las semillas de *Dahlia* presentan una longevidad potencial alta y un comportamiento ortodoxo (Vázquez-Yanes y Toledo, 1989; Martínez, 2013)

Para el contenido de cenizas Velasco-Gonzales *et al.* (2013) mencionan que en semillas de *Phaseolus vulgaris* var. Peruano, Sinaloa y Noroeste T-7 el contenido de cenizas se relaciona en forma directa con la imbibición durante 24 h en agua destilada ($R=0.66$ $P\leq 0.02$) pues las variedades con mayor contenido de cenizas (4.56, 4.51 y 4.11 % respectivamente) presentaron los mayores valores de absorción de agua 131.5, 125.81 y 122.86 % para Noroeste, T-7, Sinaloa y Peruano respectivamente. Lo cual sugiere que en el caso de *Dahlia* la especie que tendría una mayor absorción de agua es *D. campanulata* (14.72%) seguida de *D. tenuicaulis* (14.17 %) y *D. coccinea* (13.16 %).

6.5.2 Concentración de proteínas y contenido de lípidos

En las semillas de *D. campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*, La concentración de proteínas y contenido de lípidos fue de 30.7 y 22.4 % sin diferencias entre las tres especies. (Figura 18A y 18B).

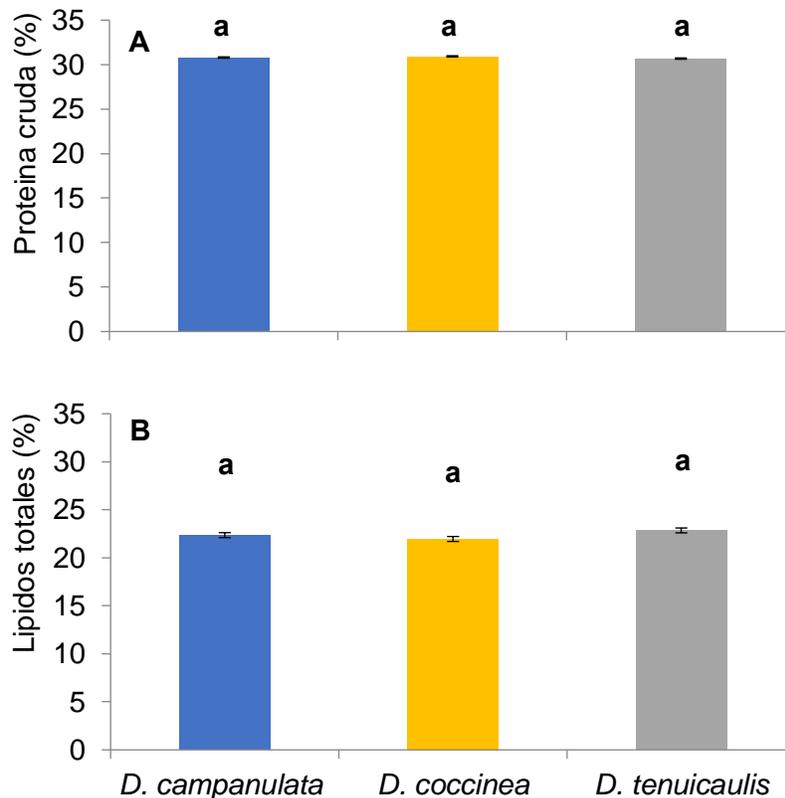


Figura 18. Concentración de proteínas (A) y contenido de lípidos (B) en semillas de tres especies de *Dahlia*. Cada barra representa el promedio de tres repeticiones \pm error estándar. Letras diferentes, en cada variable, indican diferencias significativas (Tukey, $P \leq 0.05$).

El contenido de carbohidratos, proteínas o lípidos que se encuentran como reserva en el endospermo de las semillas, está relacionado con la energía que el embrión requiere para reactivar su metabolismo (Taiz y Zeiger, 2010). Dorian, (2010) menciona que, en semillas de especies distintas, la concentración de carbohidratos, lípidos o proteínas puede variar. En el caso de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis*, las proteínas y los lípidos tuvieron las mismas concentraciones. Martínez, (2013) reporta que las semillas de *D. coccinea* contienen 15.04 % de lípidos, 7 % menor que el evaluado en esta investigación

En semillas de *Amaranthus* sp (Amaranthaceae), *Chenopodium quinoa* (Amaranthaceae), *Glycine max* (Fabaceae) y *Cajanus cajan* (Fabaceae), el contenido de proteína cruda es de 12.52, 14.76, 37.71 y 18.83 % respectivamente (Chaparro et al., 2010). El contenido de proteínas en *D. coccinea*, *D. campanulata* y *D. tenuicaulis*

fue de 30.7 %, este valor es menor que el reportado para *Glycine max*, pero mayor que los de *Amaranthus sp*, *Chenopodium quinoa*, y *Cajanus cajan*. En semillas de *Salvia hispánica* se obtuvo un mayor porcentaje de lípidos (35.1 %) y menor de proteínas (20.7 %) de proteína (Buenrostro, 2018).

Especies de la familia Asteraceae como *Helianthus annuus* (Asteraceae) y *Carthamus tinctorius* (Asteraceae), se caracterizan por tener alto contenido de lípidos (44 a 47 % y 42.3 a 46.4 % respectivamente) (Del Vitto y Petenatti, 2009; Salaberria et al., 2012; García, 2019). Anteriormente se ha reportado que las concentraciones altas de lípidos aceleran el envejecimiento de las semillas reduciendo su viabilidad en condiciones de almacenamiento (Martínez, 2013). Las semillas de las tres especies de *Dahlia* utilizadas en esta investigación tuvieron 22.4 % de lípidos, este valor es menor que de las especies con un alto contenido lo cual sugiere que estas pueden almacenarse por más tiempo sin que pierdan su viabilidad.

En el caso de las especies *Dahlia campanulata*, y *D. tenuicaulis* no se encontraron registros anteriores, pero hay que considerar que los valores del análisis proximal de las semillas de cada especie son particulares, pues la competencia entre las especies influye en el vigor con que se desarrolla cada planta.

7. Conclusiones

Las semillas de las tres especies de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis* son lineares, lanceoladas, comprimidas de colores grises negruzco o café obscuro con vilano rudimentario o ausente. Las diferencias entre especies radican en el largo, ancho, grosor y peso de las semillas.

Las semillas de *D. tenuicaulis* fueron las más pesadas, largas y gruesas, las de *D. campanulata* y *D. coccinea* fueron similares entre sí.

Las semillas de *D. campanulata* tienen correlación positiva significativa ($p < 0.0001$, $R^2 = 0.98$) entre el largo, ancho y grosor.

El contenido de humedad, proteína cruda y concentración de lípidos fue similar, sin embargo, la concentración de cenizas tuvo diferencias significativas en las tres especies.

7.1 Perspectiva de investigación

Durante la revisión de literatura se encontró que, a pesar de que México es el centro de origen y diversificación del género *Dahlia*, se desconoce mucha información. Aun siendo considerada la flor nacional y símbolo de la floricultura mexicana no hay datos claros que contribuyan a su conservación.

En esta investigación, los resultados obtenidos de la morfometría, morfología y análisis proximal de las semillas de *Dahlia campanulata*, *D. coccinea* y *D. tenuicaulis* contribuirán para generar diseños de investigación relacionados la germinación, establecimiento de plántulas y mantenimiento de las especies silvestres o domesticadas. Además, de que sería importante continuar con las descripciones morfológicas y análisis proximal en las semillas de otras especies de *Dahlia*, con el fin de generar mayor conocimiento de estas especies y aplicarlo en programas de establecimiento, domesticación, conservación y manejo de las especies en su hábitat entre otros.

Literatura citada

- Alvarado López S. 2009. Movilización de las proteínas de reserva en respuesta al osmoacondicionamiento natural en las semillas de plantas de la reserva del pedregal. (Tesis licenciatura). UNAM. México. Tesiunam. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2009/marzo/0641157/Index.html> [última consulta, 26 de enero de 2021].
- Atencia Cuevas C.E.R. y M. M. Díaz Rojas. 2016. Diagnóstico y propuesta de implementación de la NTP ISO/IEC 17025: 2006 en el laboratorio de poscosecha de la facultad de agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina. (Tesis ingeniería). UNALM. Lima, Perú. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2227/J10-A8-T.pdf?sequence=1> [última consulta, 16 de octubre de 2021].
- Ayala-Cordero G., T. Terrazas, L. Lopez-Mata y C. Trejo. 2004. Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus beneckei*. *INCI*. 29(12). Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004001200007 [última consulta, 5 de marzo de 2021]
- Buenrostro González R. A. 2018. Efecto de la germinación de las semillas de chíá (*Salvia hispánica* L.) sobre su calidad nutrimental. (Tesis licenciatura). UNAM. México. Tesiunam. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2018/marzo/0771532/Index.html> [última consulta, 28 de enero de 2021].
- Bye R. y E. Linares. 2008. La Dalia, flor nacional de México. CONABIO. *Biodiversitas* 76:13-15. Disponible en: https://nanopdf.com/download/la-dalia-flor-nacional-de-mexico_pdf [última consulta, 2 de diciembre de 2020].
- Camacho-Bernal G. I., N. S. Cruz-Cansino, E. Alanís-García, Z. G. Calderón-Ramos, E. Ramírez-Moreno y A. Omaña-Covarrubias. 2019. Análisis químico proximal (AQP) de productos de la colmena de un apiario de Tulancingo, Hidalgo. *Educación y Salud Boletín Científico de Ciencias de la Salud del ICSa*. 7(14),

65-69. Disponible en:
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/4441>
última consulta, 5 de octubre de 2021].

Carrasco-Ortiz M., G. Muguía-Lino, A. Castro-Castro, G. Vargas-Amado, M. Harker y A. Rodríguez. 2019. Riqueza, distribución geográfica y estado de conservación del género *Dahlia* (Asteraceae) en México. *Acta Bot. Mex.* 126:e1354. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n126/2448-7589-abm-126-e1354.pdf> [última consulta, 2 de diciembre de 2020].

Carrillo Longoria J.A., Fernández Araiza M.A., Hernández Hernández L. H., Martínez Hernández V. L. y Trujano Rodríguez A. A. 2018. Nutrición en la acuicultura Análisis proximal. México. UNAM.

Castro-Castro A., A. Rodríguez, G. Vargas-Amado y M. Harker. 2012. Diversidad del género *Dahlia* (Asteraceae: Coreoideae) en Jalisco, México y descripción de una especie nueva. *Rev Mex Biodivers.* 83:347-358. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v83n2/v83n2a5.pdf> [última consulta, 13 de enero de 2021].

Castro-Castro A., O. Zuno-Delgadillo, M. A. Carrasco-Ortiz, M. Harker y A. Rodríguez. 2015. Novedades en el género *Dahlia* (Asteraceae: Coreoideae) en Nueva Galicia, México. *Bot. Sci.* 93(1):41-51. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/bs/v93n1/v93n1a6.pdf> [última consulta, 17 de mayo de 2021].

Chaparro Rojas D. C., R. Y. Pismag Portilla, A. Elizalde Correa, N. J. Vivas Quila y C. A. Erazo Caicedo. 2010. Efecto de la germinación sobre el contenido y digestibilidad de proteína en semillas de amaranto, quinua, soya y guandul. *Rev. Bio. Agro.* 8(1):35-42. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a05.pdf> [última consulta, 3 de febrero de 2021].

Doria J. 2010. Revisión bibliográfica Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultrop.* 31(1):74-85. Disponible en:

<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf> [última consulta, 14 de mayo de 2021].

Del Vitto L. A. y EM. Petenatti, 2009. Asteráceas de importancia económica y ambiental. Primera parte. Sinopsis morfológica y taxonómica, importancia ecológica y plantas de interés industrial. *Multequina*. 18:87-115. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42812317008> [última consulta, 14 de mayo de 2021].

Esau A. 1985. Anatomía vegetal. 3ª ed. España. Ediciones Omega S.A. 572-663.

Fahn, A. 1978. Anatomía Vegetal. 1ª ed. España H. Blume Ediciones. 467-601.

García González A. 2019. Obtención de aceites comestibles a partir de nuevas semillas de girasol enriquecidas en fitoesteroles. (Tesis doctoral). UPO. Sevilla. Disponible en: <https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/7571/garcia-gonzalez-tesis-19-20.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [última consulta, 20 de julio de 2021].

Garzón Solís C., J. M. Mejía Muñoz, R. Trejo Calzada, F. Gómez Lorence, A. Espinosa Flores y C. Sánchez Abarca. 2009. Fenología de dalia campanulata (*Dahlia campanulata* Saar.): nueva especie para la horticultura ornamental. *RCHSZA*. 8:18-24. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545064003> [última consulta, 10 de mayo de 2021].

Greenfield H. y D. A. T. Southgate. 2003. Datos de composición de alimentos obtención, gestión y utilización. Roma. FAO. 2da. Ed. Disponible en: https://www.fao.org/uploads/media/Greenfield_and_Southgate_Spanish_02.pdf [última consulta 10 de octubre de 2021].

Heredia-Hernández D. y O. Baltazar-Bernal 2017. Producción y comercialización de *Dahlia variabilis* Cav., en maceta en las altas montañas de Veracruz, México. *Agro product*. 10(6):84-90. Disponible en: <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1044> [última consulta, 18 de febrero de 2021].

- Jiménez Mariña L. 2015. El cultivo de la Dalia. *Cultrop*. 36(1):107-115. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193237111014.pdf> [última consulta, 26 de diciembre de 2020].
- López Medina S. E., C. Mendoza Chiquipoma, A. López Zavaleta, M. A. Caicedo, A. E. Gil Rivero y A. Pazos Zavaleta. 2017. Caracterización morfométrica de frutos y semillas de charalina, *Casimiroa edulis* (Rutaceae). *REBIOL*. 37(1): 30-35. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/2005/1918> [última consulta, 10 de enero de 2021].
- Martínez Villegas M. A. 2013. Evasión de la sequía en *Dahlia coccinea* y *Senegio praecox* (Asterace): semillas y estructuras vegetativas. (Tesis maestría) UNAM. México. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2013/febrero/0689352/Index.html> [última consulta, 15 de enero de 2021].
- Meran Ovando L.M. y R. Bye Boettler. 2006. La *Dahlia* una belleza originaria de México. *RDU*. 7(11):1-11. Disponible en: http://www.revista.unam.mx/vol.7/num11/art90/nov_art90.pdf [última consulta, 26 de junio de 2021].
- Miniño Mejía V. A., O. Paíno Perdomo, L. E. Rodríguez de Francisco, Y. León, Yol y L. Paulino. 2014. Caracterización de la morfología de la semilla de *Pinus occidentalis* swartz. *Ciencia y Sociedad*. 39(4):777-801. Disponible en: <10.22206/cys.2014.v39i4.pp777-801> [última consulta, 10 de enero de 2021].
- Morales-Santos M.E., C.B. Peña-Valdivia, A. Garcia-Esteva, G. Aguilar-Benitez y J. Kohashi-Shibata. 2017. Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia*. 51(1):43-62. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n1/1405-3195-agro-51-01-00043-en.pdf> [última consulta, 10 de febrero de 2021].
- Núñez-Colín C. A., M. A. Serrato-Cruz, M. T. Santos-Cortés, C. del C. Luna-Morales,

- J. Martínez-Solís y J. A. Cuevas-Sánchez. 2011. Caracterización de *Tagetes filifolia* del centro-sur de México por morfometría de los aquenios. *RMB*. 82: 539-549. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v82n2/v82n2a14.pdf> [última consulta, 1 de mayo de 2021].
- Pozo-Gómez D. M., C. Orantes-García, T.M. Rioja-Paradela, R. A. Moreno-Morno y O. Farrera-Sarmiento. 2019. Diferencias en morfometría y germinación de semillas de *Croton guatemalensis* (Euphorbiaceae), procedentes de poblaciones silvestres de la Selva Zoque, Chiapas, México. *Acta Bot. Mex.* 126: e1384. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n126/2448-7589-abm-126-e1384.pdf> [última consulta, 21 de febrero de 2021].
- Reyna Llorens I. A. 2008. El papel del estrés oxidativo durante el endurecimiento (Priming) en semillas de *Dodonaea viscosa* (L). Jacq.- Sapindaceae. (Tesis licenciatura) UNAM. México. Tesiunam. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptd2008/octubre/0633343/Index.html> [última consulta, 26 de febrero de 2021].
- Rojas Aréchiga M. y A. I. Batis. 2001. Las semillas de cactáceas... ¿Forman bancos en el suelo?. *Cact. Suc. Mex.* 46(4):76-82. Disponible en: http://www.ibiologia.unam.mx/slccs/www/material_bib/R/Rojas-Arechiga_y_Batis_2001.pdf [última consulta, 11 de mayo de 2021].
- Saar D. E., P. D. Sørensen y J. P. Hjerting. 2003. *Dahlia campanulata* and *D. cuspidata* (Asteraceae, Coreopsideae): two new species from Mexico. *Acta Bot. Mex.* 64:19-24. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57406402> [última consulta, 11 de enero de 2021].
- Salaberría F., D.Constenla y M.E.Carrín. 2012. Caracterización química de semillas de cártamo y su aceite. IV Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Córdoba, Argentina. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/283264980> [última consulta, 20 de julio de 2021].

- Saldívar-Iglesias P., A. Laguna-Cerda, F. Gutierrez-Rodriguez y M. Dominguez-Galindo. 2010. Ácido giberelico en la germinación de semillas de *Jaltomata procumbens* (CAV.) J.L. Gentry. *Agron. Mesoam.* 21(2):327-331. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v21n2/a12v21n2.pdf> [última consulta, 20 de mayo de 2021].
- Taiz, L. y E. Zeiger, 2010. *Plant Physiology*. 5th Edition, Sinauer Associates Inc., Sunderland, 782 p.
- Tenorio-Galindo G., D. A. Rodríguez-Trejo y G. López-Ríos. 2008. Efecto del tamaño y color de la semilla en la germinación de *Cecropia obtusifolia* Bertol (Cecropiaceae). *Agrociencia.* 42(5):585-593. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v42n5/v42n5a10.pdf> [última consulta, 13 de mayo de 2021].
- Valdés-Rodríguez O. A., A. Pérez-Vázquez y C. Muñoz-García. 2018. Efecto de peso y talla de semilla sobre plántulas de *Moringa* y *Ricinus*. *REMEXCA.* 9(7):1411-1422. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/734/1718> [última consulta, 3 de mayo de 2021].
- Valdés Velázquez A. I. 2010. Regeneración in vitro de *Dahlia brevis* Sorensen y *Dahlia tenuicaulis* Sorensen, especies endémicas de México. (Tesis Maestría). UNAM. México. Tesiunam. Disponible en: <http://132.248.9.195/ptb2010/mayo/0657228/Index.html> [última consulta, 11 de abril de 2021].
- Vazquez-Yanes C. y Toledo J. 1989. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. Problemas y aplicaciones. *Bol. Soc. Bot.* 49:61-69. Disponible en: <https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/download/1366/1016/> [última consulta, 11 de julio de 2021].
- Velasco-Gonzalez O., E. San Martin-Martinez, M. Aguilar-Mendez, A. Pajarito-Ravelero y R. Mora-Escobedo. 2013. Propiedades físicas y químicas del grano

de diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) *Bioagro*. 25(3):161-166. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v25n3/art02.pdf> [última consulta, 18 de abril de 2021].

Villaseñor y Redonda-Martínez. 2018. A new species of *Dahlia* (Asteraceae, Coreoideae) from the state of Oaxaca, México. *Phytotaxa* 362(2):239–243. Disponible en: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.362.2.11> [última consulta, 30 de junio de 2021].

Vivar-Evans S., V. L. Barradas, M. E. Sánchez-Coronado, A. Gamboa de Buen y A. Orozco-Segovia. 2006. Ecophysiology of seed germination of wild *Dahlia coccinea* (Asteraceae) in a spatially heterogeneous fire-prone habitat. *Acta Oecol.* 29;187-195 10. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1146609X05001104> [última consulta, 30 de enero de 2021].

Zavaleta Mancera H.A., M. S. Hernández Villarreal, J. A. Cuevas Sánchez, y E. M. Engleman. 2003. Anatomía de la semilla de *Cupania dentata* (Sapindaceae) con concentración en la semilla madura. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Bot.* 74(1):17-29. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40074103> [última consulta, 30 de noviembre de 2021].