



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO



DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

**HIBRIDACIÓN INTERESPECÍFICA DE *Dahlia* secc.
Entemophyllon Y DESARROLLO DE VARIEDADES CON
VALOR ORNAMENTAL**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:



Doctor en Ciencias en Horticultura

Presenta:

RAFAEL AGUIRRE ZÁRATE

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DR. JUAN PORFIRIO LEGARIA SOLANO



Chapingo, México, 30 de mayo de 2024

**HIBRIDACIÓN INTERESPECÍFICA DE *Dahlia* secc. *Entemophyllon* Y
DESARROLLO DE VARIEDADES CON VALOR ORNAMENTAL**

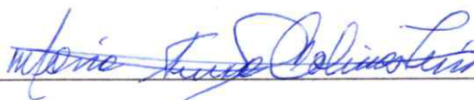
Tesis realizada por **Rafael Aguirre Zárate** bajo la dirección del comité asesor indicado,
aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR _____


Dr. Juan Porfirio Legaria Solano

ASESOR _____


Dra. María Teresa Beryl Colinas y León

ASESOR _____

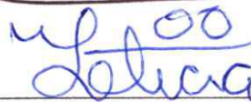

Dra. María de Jesús Juárez Hernández

ASESOR _____



Dr. Keith Richard William Hammett

Lector Externo _____


Dra. Yolanda Leticia Fernández Pavia

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
DATOS BIOGRÁFICOS.....	xv
RESUMEN GENERAL.....	16
GENERAL ABSTRACT.....	17
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	18
Objetivos.....	20
Hipótesis.....	21
1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	22
1.1. Introducción.....	22
1.2. Taxonomía del género.....	24
1.3. Numero de cromosomas y niveles de ploidía.....	25
1.4. Biología reproductiva.....	26
1.5. Diversidad y distribución del complejo <i>D. coccinea</i>	27
1.6. Descripción general de las secciones Entemophyllon (n=17) y Dahlia (n=16,17,18).....	28
1.7. Importancia ornamental y mejoramiento genético.....	30
1.8. Mejoramiento genético de las especies <i>D. dissecta</i> y <i>D. rupicola</i>	31
1.9. Literatura citada.....	33
2. Cultivo, selección e hibridación entre <i>D. coccinea</i> y <i>D. campanulata</i>	37
Resumen.....	37
Abstract.....	38
2.1. Introducción.....	39
2.2. Materiales y métodos.....	42
2.2.1. Material vegetal.....	42

2.2.2. Manejo del cultivo.....	44
2.2.2.1. Siembra, trasplante y establecimiento.....	44
2.2.2.2. Labores culturales.....	47
2.2.2.3. Hibridación interespecífica.....	48
2.2.2.4. Cosecha de semilla híbrida.....	53
2.2.2.5. Limpieza y resguardo del germoplasma híbrido.....	54
2.2.2.6. Siembra y cultivo de descendientes híbridos.....	54
2.3. Resultados y discusión.....	56
2.3.1. Morfología de la descendencia híbrida.....	56
2.3.2. Cosecha de semilla F2.....	59
2.4. Conclusiones	59
2.5. Literatura citada.....	61
3. Variación morfológica de la descendencia híbrida interespecífica de dos especies de <i>Dahlia</i> secc <i>Entemophyllon</i>	63
Resumen.....	63
Abstract.....	64
3.1. Introducción.....	65
3.2. Materiales y Métodos.....	67
3.3. Resultados y discusión.....	75
3.4. Conclusiones.....	85
3.5. Literatura citada.....	87
4. <i>Dahlia zaratesii</i> y <i>Dahlia odorimella</i> , dos nuevas especies del género <i>Dahlia</i> provenientes del estado de Hidalgo, México.....	88
Resumen.....	88
Abstract.....	89
4.1. Introducción.....	90
4.2. Materiales y métodos.....	92

4.2.1. Trabajo de campo.....	92
4.2.2. Herborización y descripción de holotipos.....	93
4.2.3. Conteos cromosómicos.....	96
4.3. Resultados y discusión.....	98
4.3.1. Herborización.....	98
4.3.2. Descripción de nuevas especies.....	100
4.3.3. Conteo cromosómico.....	110
4.4. Conclusiones.....	112
4.5. Literatura citada.....	113
5. Nuevas variedades y nuevos atributos de dalias ornamentales provenientes de especies nuevas para la horticultura.....	115
Resumen.....	115
Abstract.....	116
5.1. Introducción.....	117
5.2. Materiales y Métodos.....	118
5.3. Resultados y discusión.....	124
5.4. Conclusiones.....	141
5.5. Literatura citada.....	142
CONCLUSIONES GENERALES.....	143
ANEXO I. Registros de nuevas variedades en el CNVV.....	145

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Chapingo así como al Posgrado del Instituto de Horticultura perteneciente al Departamento de Fitotecnia y a la Coordinación del Posgrado, por todo el apoyo brindado durante la realización del presente trabajo correspondiente a los estudios de Doctorado.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCyT) por su apoyo otorgado para la realización y continuación de los estudios a nivel posgrado así como de su seguimiento académico durante los mismos.

Al M. en C. José Merced Mejía Muñoz, por todo su conocimiento, apoyo y experiencia compartidos a lo largo de todos los estudios de posgrado, incluyendo los tiempos difíciles transcurridos durante la pandemia, estando siempre atento de las actividades a realizar y su disposición en la colaboración física e intelectual así como por su vocación invaluable en las diferentes actividades llevadas a cabo respecto al tema de investigación con las dalias.

Al Dr. Keith Richard William Hammet por su aceptación en la participación de la elaboración del presente trabajo así como por sus consejos, asesoramientos y su vocación con las dalias además de compartir sus experiencias en el campo del mejoramiento genético y generación de variedades ornamentales, tema central de esta investigación.

Al Dr. Tarsicio Corona Torres del Colegio de Posgraduados Campus Montecillo por su colaboración, apoyo, atención y experiencia otorgados durante la realización de la parte de citogenética de este trabajo.

Al Dr. Antonio Cortés Jiménez, curador y responsable del Herbario Hortorio-JES del Departamento de Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo por sus enseñanzas y aportaciones así como su atención e igualmente apoyo brindados durante la curación y herborización de los ejemplares de herbario correspondientes a las nuevas especies de *Dahlia* identificadas y descritas.

A mi familia y amigos en general cuyo apoyo y atención durante mis estudios de posgrado fueron de gran importancia en la culminación de los mismos ya que siempre me alentaron para seguir adelante sobre todo en tiempos difíciles. ¡Gracias!

Dedicatoria

A mi madre Leticia Zárate Godoy y a mi padre Rafael Aguirre Rodríguez por apoyarme incondicionalmente cuando lo necesité y que aún siguen presentes y atentos de la salud, logros y posibles problemas de sus hijos, por brindarnos su experiencia y sabiduría así como una educación que incluye el mostrar una actitud positiva ante los diversos obstáculos que presenta la vida.

A mis hermanas Adriana y Alejandra por compartir mis logros durante este tiempo de estudios así como formar parte de los mismos.

A mis sobrinas Brisa y Nerea que han otorgado aún más alegría a la familia con sus sonrisas nobles e inocencia innata esperando poder infundir en ellas un respeto y amor profundo por la naturaleza del mundo botánico y biológico en general. A mi bisabuela Chuchi a quien recuerdo con cariño y que en paz descansa por haberme infundido un amor sincero por las plantas desde mi infancia y que hoy en día rinde sus frutos.

A mis abuelas Olga e Inés por haber contribuido en mayor o menor medida en mis enseñanzas, crianza y de igual forma haberme fomentado un gusto temprano por las plantas.

A mi familia en general, esperando dejar un legado que sea de orgullo para todos y cada uno de ellos mediante los logros obtenidos durante mis estudios de Doctorado.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Número de cromosomas conocidos de las distintas especies de dalias. Tomado de Hansen y Hjerting, 2003.....	25
Cuadro 2. Taxones reducidos a sinónimos de <i>D. coccinea</i> por Sorensen, 1969 en su revisión del género <i>Dahlia</i>	28
Cuadro 3. Características morfológicas de los aquenios de tres localidades de <i>Dahlia coccinea</i> así como de <i>D. merckii</i> y <i>D. pinnata</i>	43
Cuadro 4. Cantidad de semillas sembradas, plántulas obtenidas y porcentaje de germinación de cada una de las especies y localidades.....	45
Cuadro 5. Totales de semillas híbridas obtenidas y sembradas de los entrecruzamientos recíprocos de <i>Dahlia dissecta</i> x <i>Dahlia rupicola</i>	67
Cuadro 6. Variables seleccionadas para la realización de los análisis de variabilidad morfológica.....	74
Cuadro 7. Variables introducidas en el análisis discriminante y valores del estadístico F obtenidos de cada una de ellas mediante el procedimiento stepdisc de SAS, $Pr > F = 0.0001$. AP: Altura de Planta, DT: Diámetro basal del tallo, LH: Longitud de la hoja, LLF: Longitud de la lámina foliar, AH: Ancho de la hoja, LPF: Longitud de pedúnculo floral, TF: # de pedúnculos florales, CT: Cabezuelas por pedúnculo floral, CP: Total de cabezuelas por planta.....	80
Cuadro 8. Resumen de la selección de variables morfológicas mediante el procedimiento stepdisc en el programa estadístico SAS; número de variables seleccionadas 6; $Pr > F = 0.0001$	81
Cuadro 9. “Eigen-values” o valores obtenidos de las variables seleccionadas obteniéndose un porcentaje de explicación de la varianza del 87.02% en tres factores principales.....	82
Cuadro 10. Autovectores resultantes del análisis ACP. El primer componente principal lo componen cuatro variables principales, mientras que el componente 2 y 3 lo conforman dos y una variable, respectivamente.....	82
Cuadro 11. Principales diferencias morfológicas entre las especies <i>Dahlia zaratesii</i> , <i>D. odorimella</i> , <i>D. coccinea</i> , <i>D. spectabilis</i> y <i>D. atropurpurea</i>	107

Cuadro 12. Especies de dalias utilizadas, procedencia y número de individuos de cada una de ellas para explorar la afinidad genética interespecífica119

Cuadro 13. Diferentes entrecruzamientos realizados con las especies de dalias silvestres y porcentaje de germinación de la semilla híbrida obtenida; el primer progenitor mencionado en las cruzas es el progenitor femenino, mientras que el segundo es el parental paterno.....120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar de <i>Dahlia rupicola</i> (izquierda) y lámina foliar de <i>D. dissecta</i> (derecha): las especies de Entemophyllon se caracterizan por presentar láminas foliares trippinadas, imparipinnadas y de filotaxia de las pinnulas alternada.....	29
Figura 2. Imagen de ejemplar de <i>Dahlia campanulata</i> . Fotografía cortesía del Dr. Eddi Feliciano Jiménez Cruz.....	41
Figura 3. Medidas promedio del ancho y largo de las semillas de diferentes especies de <i>Dahlia</i>	43
Figura 4. Semilleros utilizados para la siembra del germoplasma silvestre; la emergencia de las primeras plántulas fue diferencial entre especies.....	44
Figura 5. Plántulas de <i>Dahlia coccinea</i> después de su primer trasplante. El lote de población alcanzado fue de 1226 individuos.....	46
Figura 6. Campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. El lote de establecimiento de <i>Dahlia coccinea</i> se encuentra en preparación a la izquierda y con las plantas ya establecidas a la derecha.....	47
Figura 7. Campo experimental establecido con plantas de dalias y frijol ayocote.....	48
Figura 8. Cabezuela de <i>D. coccinea</i> . Los capítulos florales fueron aislados desde la etapa de botón floral y hasta el momento de la colecta de polen.....	50
Figura 9. Colecta de polen en cajas petri por medio de pinceles de cerda fina.....	52
Figura 10. Aquenios maduros de <i>Dahlia</i> dentro de las bolas de organza; las semillas desprendidas quedan retenidas dentro de las bolsas evitando su diseminación temprana.....	53
Figura 11. Tinas a modo de maceteros acondicionadas para el cultivo de los híbridos interespecíficos.....	55
Figura 12. Híbrido joven en etapa vegetativa de <i>Dahlia coccinea</i> x <i>Dahlia campanulata</i> . La fenología de la descendencia híbrida muestra una tendencia de parentesco al parental femenino en las estructuras vegetativas de las plantas (hábito, tipo de hojas) mientras que las características florales muestran más parecido al parental paterno.....	57

Figura 13. Ejemplares de las especies <i>Dahlia dissecta</i> (izquierda) y <i>Dahlia rupicola</i> (derecha).....	68
Figura 14. Cabezuelas florales aisladas mediante bolsas de organza. Izquierda, parental <i>Dahlia dissecta</i> . Derecha: Cabezuela de <i>Dahlia rupicola</i> , el retiro de lígulas a excepción de dos se realizó para facilitar la colecta de polen y las sucesivas polinizaciones manuales.....	69
Figura 15. Aquenios maduros provenientes de las polinizaciones manuales.....	70
Figura 16. Plántulas híbridas obtenidas mediante la siembra de los aquenios obtenidos mediante las fecundaciones manuales realizadas.....	71
Figura 17. Establecimiento de los ejemplares seleccionados en las tinas. La disposición fue de “tres bolillo” estableciendo 8 ejemplares por tina.....	72
Figura 18. Ejemplares híbridos maduros comenzando an�tesis en las tinas de cultivo...	73
Figura 19. Total de semillas sembradas, número de semillas germinadas y porcentaje de germinación de la descendencia híbrida recíproca de <i>D. dissecta</i> y <i>D. rupicola</i>	75
Figura 20. Fenotipos observados en la descendencia híbrida entre <i>Dahlia dissecta</i> y <i>Dahlia rupicola</i> ; arriba, izquierda: fenotipo denominado “fino”; arriba, derecha: fenotipo “intermedio” compartido por ambas cruza�s recíprocas; abajo: fenotipo “postrado”.....	76
Figura 21. Comparación del hábito de crecimiento y tipo de follaje entre las especies parentales y su descendencia híbrida intermedia: izquierda <i>Dahlia rupicola</i> ; centro: descendencia intermedia; derecha: <i>Dahlia dissecta</i>	77
Figura 22. Morfología floral de las especies parentales y su descendencia intermedia: izquierda: <i>Dahlia rupicola</i> ; centro: descendencia híbrida intermedia; derecha: <i>Dahlia dissecta</i>	78
Figura 23. Fenotipos extremos de la descendencia híbrida semejantes al parental materno: izquierda: individuo de fenotipo “fino” de la cruza <i>Dahlia rupicola</i> x <i>Dahlia dissecta</i> ; derecha ejemplar “postrado” de la cruza <i>D. dissecta</i> x <i>D. rupicola</i>	79
Figura 24. Porcentaje de obtención por cruza de los distintos fenotipos de la descendencia híbrida entre <i>Dahlia dissecta</i> y <i>Dahlia rupicola</i>	79
Figura 25. Varianza explicada por medio de tres factores principales que abarcan el 87 % de la variación morfológica observada. Las seis variables medidas son significativas en la explicación de la variabilidad morfológica de las plantas híbridas.....	83

Figura 26. Criterios de agrupamiento arrojados por el análisis clúster con base en tres tipos de estadísticos diferentes. El estadístico pseudo F así como el criterio cúbico de agrupamiento sugieren la conformación de tres grupos claramente identificados dentro de los individuos analizados mientras que la pseudo t cuadrada identifica dos.....	84
Figura 27. Dendrograma obtenido mediante el método de varianza mínima de Ward donde se observan dos o tres grupos bien definidos dependiendo la pseudoestadística que se tome en cuenta de los criterios de agrupamiento. Ambas cruza recíprocas son las más cercanas ya que comparten el fenotipo intermedio (DxRI y RxDI) y conforman un grupo de morfología intermedia mientras que los otros dos grupos corresponden a los fenotipos extremos “fino” (RxDF) y “postrado” (DxRP).....	84
Figura 28. Ruta recorrida en la exploración de campo para visitar las localidades de las nuevas especies identificadas.....	93
Figura 29. Preparación de las raíces tuberosas para su deshidratación; incisiones longitudinales fueron hechas para promover la desecación evitando la pudrición de los órganos de reserva.....	94
Figura 30. Follaje de <i>Dahlia</i> deshidratado exhibiendo hojas en posición tanto adaxial como abaxial.....	95
Figura 31. Estructuras florales deshidratadas; izquierda: <i>Dahlia odorimella</i> ; centro: <i>Dahlia zaratesii</i> ; derecha: aquenios y brácteas involucrales internas.....	96
Figura 32. Cepellón de raíces de donde se extrajeron ápices radicales para ser tratados y realizar los conteos cromosómicos correspondientes a ambas especies.....	97
Figura 33. Hojas (izquierda) y foliolo (derecha) de los ejemplares herborizados. La textura de las herborizaciones fue óptima dados los tiempos de desecación.....	99
Figura 34. <i>Dahlia zaratesii</i> . A, Cabezuela. B, Brácteas involucrales externas. C, Flores tubulares. D, Botón floral. E, F, Hoja intermedia. G, H, Foliolo terminal. I, Hábito de la planta. J, Lígulas. K, Nudos del tallo. L, Raíces tuberosas. M, Aquenios.....	108
Figura 35. <i>D. odorimella</i> . A, Cabezuela. B, Nudos del tallo. C, Botón floral. D, Cabezuela (vista trasera). E, Raíces tuberosas. F, foliolos. G, Cabezuela en nictinastia. H, Foliolo terminal. I, Aquenios. J, Lígulas. K, Hábito de la planta. L, Hoja intermedia. M, Brácteas involucrales externas.....	109
Figura 36. Preparación que muestra varias células en un estado adecuado del ciclo de mitosis donde se aprecia el material genético teñido.....	110

Figura 37. Conteo cromosómico de <i>Dahlia odorimella</i> $2n=32$	111
Figura 38. Número de cromosomas de <i>Dahlia zaratesii</i> $2n=64$	111
Figura 39. Portada de la guía TG/226/1 para el examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad de las variedades de dalias de la UPOV.....	122
Figura 40. Híbridos cultivados de diferentes cruza; cada tina de cultivo correspondió a una cruza en particular donde los ejemplares exhibieron sus características de cultivo.....	123
Figura 41. Cantidad de aquenios totales obtenidos en cada una de las hibridaciones realizadas.....	125
Figura 42. Porcentajes de germinación de la semilla híbrida de las diferentes cruza..	126
Figura 43. Ejemplar híbrido entre <i>Dahlia pinnata</i> x <i>Dahlia brevis</i> ; izquierda: detalle del follaje; derecha: cabezuela con flores del disco púrpuras.....	126
Figura 44. Ejemplar de <i>D. odorimella</i> exhibiendo nictinastia; las lígulas se superponen en el disco floral central al atardecer y durante la noche.....	127
Figura 45. Ejemplar híbrido originado por la cruza de <i>Dahlia purposii</i> x <i>Dahlia zaratesii</i> ; el follaje simple es característica del progenitor femenino.....	128
Figura 46. Ejemplar híbrido de la cruza <i>Dahlia merckii</i> x <i>Dahlia dissecta</i> ; la descendencia híbrida obtenida alcanzaron su etapa de madurez y floración con nula o escasa fructificación.....	129
Figura 47. Variedad Sueño de Nere. Detalle de las cabezuelas florales, tipo de hojas y tallos, variedad con sutil aroma achocolatado.....	131
Figura 48. Detalle de la hoja y cabezuelas de la variedad perfumada Brisa de Verano.....	132
Figura 49. Cabezuelas y tipo de follaje de la variedad Fuego de Xamar.....	133
Figura 50. Follaje y flores de la variedad Miztli Yahuitl un híbrido entre las especies <i>Dahlia merckii</i> x <i>Dahlia dissecta</i>	134
Figura 51. Inflorescencias, hábito de crecimiento y tipo de hojas de la variedad Kivela.....	135

Figura 52. Flores y tipo de hoja de la variedad Nolola Chuchi que denota sutil aroma achocolatado.....	136
Figura 53. Flores, tallos y hoja de la variedad Xochiquétzal.....	137
Figura 54. Detalle de las cabezuelas, tipo de hojas y hábito de la variedad Olga Reina la cual presenta un aroma de percepción afrutada.....	138
Figura 55. Cabezuelas, tipo de hojas y hábito de la variedad Canto de Inés.....	139
Figura 56. Cabezuelas florales y tipo de hojas de la variedad Alas de Mariposa.....	140

DATOS BIOGRÁFICOS



Nombre	Rafael Aguirre Zárate
Fecha de nacimiento	21 de marzo de 1985
Lugar de nacimiento	Tecámac de Felipe Villanueva, Edo. Mex.
CURP	AUZR850321HMCGRF09
Profesión	M. en C. en Biodiversidad y Conservación
Cédula maestría	10929365

Desarrollo académico

Preparatoria Abierta	SEP
Licenciatura en Biología (2013-2017)	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Maestría (2018-2019)	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

HIBRIDACIÓN INTERESPECÍFICA DE *Dahlia* secc. *Entemophyllon* Y DESARROLLO DE VARIEDADES CON VALOR ORNAMENTAL

RESUMEN GENERAL

México es considerado el centro de origen y diversificación del género *Dahlia* el cual engloba 39 diferentes especies aceptadas actualmente y con algunas otras en proceso de descripción. Taxonómicamente, las especies se agrupan dentro de cuatro secciones, dependiendo, primordialmente, del hábito de crecimiento de las plantas y la filotaxia de sus foliolos. La sección *Entemophyllon* se caracteriza por agrupar especies con un hábito de crecimiento arbustivo o semiarbustivo, filotaxia foliar alternada, láminas foliares tripinnadas y un único número cromosómico compartido por las especies de la sección, $n=17$, lo que las convierte en el único clado natural considerado dentro del género. El objetivo de este trabajo fue explorar la afinidad interespecífica de dos especies de la sección *Entemophyllon* así como de especies dentro de la secc. *Dahlia* y *Pseudodendron* poca o nualmente trabajadas anteriormente en la obtención de híbridos fértiles con valor ornamental, entre las cuales se encuentran dos especies nuevas para la ciencia, descritas y reconocidas mediante el presente trabajo, estudiando la varianza morfológica de la descendencia obtenida, la citogenética de las especies recién reconocidas y la introducción de nuevas características de interés comercial a los cultivares ornamentales de dalias. Se realizaron polinizaciones manuales dirigidas entre individuos seleccionados con base en su vigor y características ornamentales tales como forma de capítulos florales, color y número de lígulas, número de cabezuelas y largo de pedúnculos florales. El trabajo fue llevado a cabo de manera recíproca e iterativa, identificando y aislando cada cabezuela floral fecundada hasta la formación de semillas. Los descendientes híbridos obtenidos muestran una morfología intermedia entre ambas especies parentales en todos los entrecruzamientos realizados. Se reconocen tres tipos básicos de hábito de crecimiento y follaje de las plantas descendientes de la hibridación dentro de *Entemophyllon*, uno de los cuales es compartido dentro de la descendencia recíproca. Así mismo, se reconoce la compatibilidad interespecífica de la especie *D. coccinea* perteneciente a la sección *Dahlia* así como entre una especie de la secc. *Pseudodendron* (*D. campanulata*). Se seleccionaron un total de 10 descendientes de las diferentes cruzas para ser caracterizados con base en la Guía Técnica de la UPOV para *Dahlia* TG/226/1 con la finalidad de ser propuestos como nuevas variedades hortícolas y finalmente se realizaron los pertinentes trabajos de multiplicación/clonación y resguardo de las nuevas variedades obtenidas.

Palabras clave: Polinización manual, interespecífica, variación, variedades, descripción.

Tesis de Doctorado en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Rafael Aguirre Zárate

Director de tesis: Juan P. Legaria Solano

INTERSPECIFIC HYBRIDIZATION OF *Dahlia* secc. *Entemophyllon* AND DEVELOPMENT OF VARIETIES WITH ORNAMENTAL VALUE

GENERAL ABSTRACT

Mexico is considered the center of origin and diversification of the *Dahlia* genus, which encompasses 39 different species currently accepted and with some others in the process of description. Taxonomically, the species are grouped within four sections, depending primarily on the growth habit of the plants and the phyllotaxy of their leaflets. The *Entemophyllon* section is characterized by grouping species with a shrubby or semi-shrub growth habit, alternating leaf phyllotaxy, tripinnate leaf blades and a single chromosome number shared by the species in the section, $n=17$, which makes them the only natural clade considered within the genre. The objective of this work was to explore the interspecific affinity of two species from the section *Entemophyllon* as well as species within the sect. *Dahlia* and *Pseudodendron* had little or no previous work in obtaining fertile hybrids with ornamental value, among which are two species new to science, described and recognized through the present work, studying the morphological variance of the offspring obtained, the cytogenetics of the newly recognized species and the introduction of new characteristics of commercial interest to ornamental dahlia cultivars. Directed manual pollinations were carried out among selected individuals based on their vigor and ornamental characteristics such as shape of floral chapters, color and number of ligules, number of flower heads and length of floral peduncles. The work was carried out in a reciprocal and iterative manner, identifying and isolating each fertilized flower head until the formation of seeds. The hybrid descendants obtained show an intermediate morphology between both parental species in all the crossings carried out. Three basic types of growth habit and foliage are recognized in plants descended from hybridization within *Entemophyllon*, one of which is shared within the reciprocal offspring. Likewise, the interspecific compatibility of the species *D. coccinea* belonging to the *Dahlia* section is recognized as well as between a species of the sect. *Pseudodendron* (*D. campanulata*). A total of 10 descendants of the different crosses were selected to be characterized based on the UPOV Technical Guide for *Dahlia* TG/226/1 with the purpose of being proposed as new horticultural varieties and finally the pertinent multiplication work was carried out cloning and safeguarding the new varieties obtained.

Keywords: Hand pollination, interspecific, variation, varieties, description

Doctoral Thesis in Horticultural Sciences. Chapingo Autonomous University

Author: Rafael Aguirre Zárate

Advisor: Juan P. Legaria Solano

INTRODUCCIÓN GENERAL

El género *Dahlia* forma parte de la familia Asteraceae, conocida por su amplia diversidad de especies y géneros nativos en México (Villaseñor, 2003; 2016). Esta familia de angiospermas se caracteriza por sus inflorescencias que se asemejan a una sola flor, como las margaritas o los girasoles. Sin embargo, estas "flores" son en realidad grupos de ellas estructuradas en un "capítulo/cabezuela", que puede contener uno y hasta tres tipos de flores verdaderas, dependiendo de la especie que se trate (Villaseñor, 2016). Las flores con morfología semejante a pétalos se denominan flores liguladas, mientras que las que no tienen esta apariencia se denominan flores tubulares dada su forma que asemeja a pequeños tubos reunidos sobre el receptáculo floral en el disco floral central; existe un tercer tipo de flores denominadas intermedias, que suelen presentar una morfología intermedia entre una lígula y una flor tubular (Redonda-Martínez, 2022). La familia Asteraceae muestra una gran diversidad de inflorescencias, según las especies en cuestión, con algunos capítulos sin flores liguladas, como en el género *Senecio*, y otros sin flores tubulares, como en *Taraxacum officinale*, el popularmente llamado "diente de león" (Villaseñor, 2003). Además, las diferencias entre géneros abarcan la fertilidad de los distintos tipos de flores, con algunos capítulos teniendo flores liguladas fértiles pero tubulares estériles, como en el género *Hidalgia*, aunque es más común encontrar especies con flores tubulares fértiles y liguladas estériles o semiestériles, como en las especies del género *Dahlia*. También hay especies que presentan tanto flores liguladas como tubulares fértiles como en el caso del género *Zinnia* (Villaseñor 2003; 2016)

El género *Dahlia* abarca actualmente 42 especies aceptadas (Carrasco-Ortiz et al., 2019), y se siguen descubriendo y proponiendo nuevas especies con mayor frecuencia debido al creciente interés en el estudio de esta flor nativa mexicana. La especie más reciente descrita y publicada es *D. tamaulipana*, nombrada así por su distribución en el estado mexicano de Tamaulipas (Castro-Castro, et al., 2015; 2012; Reyes-Santiago et al., 2018; Villaseñor & Redonda-Martínez, 2018).

Además, es importante destacar que la dalia, en todas sus diferentes especies, ha sido designada como la flor nacional de México mediante decreto presidencial desde 1963

(Diario Oficial de la Federación, 1963), simbolizando y representando también a la floricultura mexicana (Reyes & Treviño, 1993). Este decreto se basa en la gran importancia de esta flor nativa mexicana, conocida desde la época de los mexicas como "acocoxóchitl" y utilizada desde entonces con fines medicinales, forrajeros y alimenticios, y que aún se consume en algunas partes de nuestro país, como en el actual estado de Oaxaca, principalmente para obtener carbohidratos de bajo costo (Treviño et al., 2007). Desde el punto de vista de la floricultura, la dalia ha adquirido gran importancia a nivel mundial, especialmente en los mercados de flores de países europeos desde que fue llevada a ese continente en 1789. El director del jardín botánico virreinal en la Ciudad de México, don Vicente Cervantes, envió semillas de múltiples especies de flores mexicanas a Antonio José Cavanilles en España, quien las recibió y cultivó en ese país (Treviño et al., 2007). Con las plantas obtenidas de estas semillas, Cavanilles posteriormente hizo las primeras descripciones de especies mexicanas, incluido el género *Dahlia*, que nombró en honor al botánico sueco Andreas Dahl, discípulo del padre de la taxonomía moderna, Carl Linneo (Treviño et al., 2007). Así, la primera especie descrita en el género fue *Dahlia variabilis* (Cavanilles, 1796).

Los esfuerzos de mejoramiento para el desarrollo de nuevos cultivares de dalias siguen siendo un campo vasto por explorar, ya que hasta hace solo 50 años, solo cuatro de las 39 especies silvestres actuales dominaban el campo de la adquisición de cultivares ornamentales, la mayoría pertenecientes a la sección *Dahlia*, y de las cuales, las incluidas en la sección *Entemophyllon* han sido escasamente, si es que no nualmente, exploradas, cultivadas y estudiadas en el ámbito de la obtención de nuevas variantes ornamentales (Hansen & Hjerting, 2003). Los estudios más extensos sobre el género cubren su taxonomía (Hansen & Hjerting, 2000; Sorensen, 1969) y genética (Gatt et al. 1999; 2000a; Hansen & Hjerting, 1996; Lawrence & Scott-Moncrieff, 1935); dada la gran cantidad de variedades obtenidas en los últimos años se hace evidente la necesidad de comprender el origen de esta gran diversidad de cultivares, los cuales se siguen obteniendo continuamente año con año y con cada ciclo de cultivo de las dalias; sin embargo, los estudios que abarcan otros aspectos del desarrollo de estas plantas son, si no inexistentes, mucho más escasos en comparación con los realizados sobre taxonomía

y genética, y muchos de estos se han llevado a cabo con base en cultivares ornamentales, dejando de lado a las especies silvestres de dalias (Mejía et al., 2020).

En los últimos años, se han descrito nuevas especies de dalias silvestres (Castro-Castro et al., 2015; 2012; Villaseñor & Redonda-Martínez, 2018), pero no se sabe nada sobre su desarrollo en condiciones de cultivo, ya que a menudo, los estudios de estas especies se limitan a la taxonomía y la genética.

Es relevante destacar, así mismo, que las dalias poseen atributos más allá de lo ornamental, tales como el uso medicinal tradicional, alimenticio y forrajero, que han sido relegados en favor de la obtención de variedades ornamentales aunque van adquiriendo cada vez más auge debido al descubrimiento de compuestos químicos presentes en los distintos órganos de estas plantas que ayudan a la metabolización de glucosa en el cuerpo humano tales como la inulina y la buteína (Pretz et. al., 2023; Whitley, 1985). Sin embargo, abordar estudios sobre su fisiología y bioquímica es de gran importancia para otorgarles un valor agregado no solo a los cultivares ornamentales, sino también a las especies silvestres, fomentando la difusión de la información sobre su desarrollo, distribución y cultivo, y llamando la atención de productores y la población en general sobre la flor nacional mexicana.

Objetivos

1.1.1. General

Explorar la afinidad genética de diferentes especies de *Dahlia*, con énfasis en la sección *Entemophyllon*, en la contribución del conocimiento del género en el ámbito ornamental así como a su mejoramiento genético con el fin de obtener nuevas variedades de dalias.

1.1.2. Específicos

1. Evaluar la capacidad de hibridación interespecífica de las especies *D. dissecta* y *D. rupicola* mediante cruzamientos recíprocos para la obtención de híbridos interespecíficos.
2. Evaluar la morfología de la descendencia híbrida obtenida dentro de la secc. Entemophyllon mediante análisis morfométricos.
3. Cultivar, caracterizar y describir dos nuevas especies del género.
5. Obtener, al menos, dos nuevas variedades de dalia con valor ornamental registradas ante el CNVV.

HIPÓTESIS

Las diferentes especies de Dahlia son susceptibles de generar híbridos fértiles por cruzamiento independientemente de la sección a la que pertenecen siempre que su número de cromosomas sea igual entre ellas o múltiplos del mismo.

Las especies nuevas de dalias identificadas antes y durante la realización de este estudio pertenecen a la sección Dahlia dada su morfología y hábito de crecimiento, así como al éxito en la hibridación entre éstas y *D. pinnata* por lo que poseen un número de cromosomas de $n=16$ o 32 .

D. merckii es capaz de cruzarse con al menos una especie de la sección Entemophyllon a pesar de la diferencia en número de cromosomas, generando híbridos infértiles que llegan a floración.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. Introducción

Es ampliamente conocido que las dalias se desarrollan a partir de raíces tuberosas, similar a la papa (*Solanum tuberosum*), y recientemente ha aumentado el interés en estos órganos que históricamente han sido una fuente de alimentación desde la época de los aztecas (Mejía-Santoyo et al., 2019; Treviño et al., 2007; Whitley, 1985). Además, los tubérculos de *Dahlia* son ricos en inulina, un carbohidrato potencialmente beneficioso para la salud debido a su capacidad prebiótica (Roberfroid, 2005), estimulando la producción de flora intestinal beneficiosa en el ser humano. Los estudios más recientes de las cualidades saludables de la inulina en el ser humano han demostrado la estimulación del desarrollo selectivo de lactobacilos y bifidobacterias en cultivos *in vitro* (Huebner et al., 2007; López-Molina et al., 2005; Mejía-Santoyo et al., 2019); por lo que se ha asociado a este carbohidrato con la mejora del sistema inmune de las personas que lo consumen así como con la actividad gastrointestinal al ser un polisacárido no absorbible por el cuerpo y que se encuentra en un intervalo del 52 a 83 % del total de carbohidratos presentes en el tubérculo de dalia, los cuales constituyen el 85 % del mismo (Widowati et al., 2007). Así mismo, recientemente se ha identificado la presencia de buteína en las flores liguladas de dalias (Pretz, 2023), un compuesto que coadyuva en la regulación de la glucosa cerebral humana. Sin embargo, la composición de los tubérculos varía según la especie, la edad de la planta y las condiciones de cultivo (Legorreta et al., 2016). La nutrición de la planta también influye en el desarrollo y contenido nutracéutico de las raíces tuberosas, donde los diferentes macronutrientes juegan un papel significativo tales como el nitrógeno que en altas concentraciones, retrasa el proceso de tuberización, mientras que la deficiencia de potasio disminuye el rendimiento y tamaño de los tubérculos; por su parte el fósforo está involucrado sobre todo en procesos energéticos dentro de la fisiología de la planta, forma parte de su ADN, de azúcares fosforados, lípidos y alcoholes (Legorreta et al., 2016). En el ámbito de la fisiología vegetal dentro del género, se ha observado que las dalias, en su respuesta al fotoperiodo, exhiben una marcada tendencia hacia la floración bajo condiciones de días cortos de luz (Haliburton, 1976). Este fenómeno se caracteriza por la iniciación y desarrollo floral en períodos de iluminación reducidos pero altamente intensos

(Hernández & Bernal, 2017). No obstante, investigaciones adicionales han revelado que la exposición a períodos de luz extremadamente cortos, aproximadamente de nueve horas, aceleran el proceso de floración, generando plantas con floración prematura, aunque a expensas de la vitalidad de su follaje y la calidad tanto de este como de las flores (Hernández & Bernal, 2017). Por el contrario, días prolongados de luz, aproximadamente de 17 horas, mejoran la calidad de la floración, pero prolongan considerablemente el proceso (Haliburton 1976; Hernández & Bernal, 2017). Por consiguiente, la determinación de un período de iluminación óptimo se vuelve crucial para la producción comercial de la dalia, encontrándose dicho período alrededor de las 13 horas de luz continua (Haliburton, 1976).

En relación con la tuberización de las plantas, se ha constatado que los tratamientos de fotoperiodo corto promueven una mayor formación de raíces tuberosas en comparación con las plantas expuestas a condiciones de días largos, estas raíces tuberosas inducidas por fotoperiodos cortos exhiben una mayor uniformidad y densidad, semejantes a los tubérculos de papa (Zimmerman & Hitchcock, 1929). Además, se ha demostrado que los fotoperiodos cortos estimulan la acumulación de fructanos en los tubérculos de las dalias, lo que conlleva a una mayor concentración de inulina en ellos (Legnani & Miller, 2001).

En el ámbito ornamental, la flor de dalia se encuentra en el primer lugar en cuanto a la cantidad de variedades ornamentales que posee, siendo la planta con flores con la mayor cantidad de cultivares registrados a nivel global y que actualmente llegan a los 62,000 (The Royal Horticultural Society, 2019). En nuestro país, México tiene registradas de manera formal 25 variedades ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) con cuatro de ellas ostentando título de obtentor (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 2023). Actualmente, las diferentes variedades de dalias ornamentales se clasifican e identifican siguiendo un código que se basa en el tamaño y forma de los capítulos florales así como la forma y color de sus lígulas (American Dahlia Society) y las caracterizaciones de los nuevos cultivares potenciales se llevan a cabo mediante la Guía Técnica de la UPOV TG/226/1 para Dahlia (Unión Internacional para la protección de las Obtenciones Vegetales, 2006).

1.2. Taxonomía del género

Taxonómicamente el género pertenece a la familia de angiospermas dentro de las Asteraceae (Compositae) dentro del orden de las Asterales (Villaseñor; 2018) y se subdivide, así mismo en cuatro secciones diferentes atendiendo sobre todo, a la morfología y hábito de crecimiento de las plantas (*Dahlia* secc *Dahlia*, *Dahlia* secc *Pseudodendron*, *Dahlia* secc. *Entemophyllum* y *Dahlia* secc. *Ephyphytum*); esta clasificación fue consolidada por Sorensen en 1969 en una revisión hecha sobre la taxonomía del género y la cual sigue siendo actualmente aceptada además de corroborada por estudios sobre la genética del género (Gatt et al., 1999, 2000a), trabajos de compatibilidad genética mediante la hibridación con diferentes especies (Hansen & Hjerting, 2000) y estudios sobre su citología, (Lawrence, 1935) que agrupan a las diferentes especies que lo conforman dentro de alguna de estas cuatro secciones.

Clasificación taxonómica del género *Dahlia*

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae (Compositae)

Subfamilia: Asteroideae

Tribu: Coreopsideae

Subtribu: Coreopsidinae

Género: *Dahlia*

1.3. Numero de cromosomas y niveles de ploidía

Se considera a las especies del género *Dahlia* dentro de la sección Entemophyllon, como el único clado natural dentro del mismo compartiendo un único número cromosómico entre ellas ($n=17$); las especies dentro de las otras tres secciones pueden ser tanto diploides así como poliploides presentando números cromosómicos típicos de $n=16$ y $n=32$ (Saar et al., 2003) siendo *D. merckii* la única especie dentro del género que presenta un conteo cromosómico de $n=18$, por lo cual se considera como el miembro aneuploide dentro del mismo manteniéndose en la sección Dahlia por su hábito de crecimiento herbáceo (Gatt et al. 1999; Saar et al., 2003).

Así mismo, algunos autores han propuesto que las diferentes especies actualmente reconocidas dentro de este grupo de plantas son poliploides, teniendo en cuenta que aquellas con un número cromosómico de $n=16$ son tetraploides y que han derivado evolutivamente de un ancestro diploide actualmente extinto que poseía un número cromosómico de $n=8$ (Lawrence, 1970; Lawrence & Scott-Moncrieff, 1935;; Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de cromosomas conocidos de las distintas especies de dalias. Tomado de Hansen y Hjerting, 2003.

Especie	Cromosomas (2n)	Autor/año
Sección Pseudodentron		
<i>D. excelsa</i>	32	Benth, 1996
<i>D. imperialis</i>	32	Roezl ex Ortiges, 1985
<i>D. tenuicaulis</i>	32	Sorensen, 1959
Sección Ephiphytum		
<i>D. macdougalli</i>	32	Sherff, 1996
Sección Entemophyllon		
<i>D. scapigeroides</i>	34	Sherff, 1996
<i>D. dissecta</i>	34	S. Watson, 1992
<i>D. linearis</i>	34	Sherff, 1996
<i>D. rupicola</i>	34	Sorensen
Sección Dahlia		
<i>D. apiculata</i>	32	Sherff, Sorensen, 1992
<i>D. brevis</i>	32	Sorensen, 1996
<i>D. cordiophylla</i>	32	Blake and Sherff, 1996
<i>D. mollis</i>	32	Sorensen 1992
<i>D. parvibracteata</i>	32	Saar, 1996
<i>D. rudis</i>	32	Sorensen, 1992

<i>D. scapigera</i>	32	Knowles and Westc, 1996
<i>D. tenuis</i>	32	Robinson and Greenman, 1996
<i>D. tubulata</i>	32	Sorensen, 1984
<i>D. hjertingii</i>	32	Hansen and Sorensen, 1992
<i>D. merckii</i>	36	Lehm, 1959
<i>D. australis</i>	32;64	Sherff and Sorensen, 1984
<i>D. coccinea</i>	32;64	Cavanilles, 1984
<i>D. sherffii</i>	32;64	Sorensen, 1984;1959
<i>D. atropurpurea</i>	64	Sorensen; 1996
<i>D. barkerae</i>	64	Knowles and Westc, 1996
<i>D. neglecta</i>	64	Saar, 1996
<i>D. pteropoda</i>	64	Sherff, 1996
<i>D. sorensenii</i>	64	Hansen and Hjerting, 1970
<i>D. spectabilis</i>	64	Saar and Sorensen, 1996

1.4. Biología reproductiva

El conocimiento del número de cromosomas de las diferentes especies de *Dahlia* es de suma importancia ya que no solo aporta conocimiento sobre su genética para otorgarles una clasificación taxonómica válida, sino que, de igual forma, se ha observado que la compatibilidad en la hibridación entre especies diferentes de *Dahlia* se logra cuando ambos parentales poseen el mismo número de cromosomas o múltiplo de ellos (Hansen & Hjerting, 2000). Estos mismos autores afirman que las especies con $n=16$ y $n=32$ son susceptibles de hibridar sin ningún tipo de barrera reproductiva y produciendo descendencia perfectamente fértil siendo *D. merckii* la única especie que no puede hibridar fácilmente con otras especies dada la diferencia en el número cromosómico (Hansen, 2004). Así mismo, cabe destacar que la mayoría de las especies de *Dahlia* son autoincompatibles en cuanto a la fecundación de las flores tubulares lo que diversifica la genética tanto intra como interespecífica del género haciendo necesario al menos dos individuos para que se logre la producción de semillas; sólo se ha observado que *D. merckii* tiende a la autocompatibilidad a falta de congéneres para llevar a cabo la fecundación de sus flores, esto podría ser considerado como una estrategia evolutiva de la especie dada la diferencia entre número de cromosomas con otras especies, lo que la mantiene bien diferenciada (Hansen, 2000).

1.5. Diversidad y distribución del complejo *D. coccinea*

En cuanto a la diversidad de especies y su reconocimiento, la mayoría de éstas están claramente identificadas conjuntando datos sobre su morfología, distribución geográfica así como conteo cromosómico, siendo la mayoría de estas, especies que presentan lígulas de color lila o morado; sin embargo, existe otro grupo de plantas que presentan lígulas rojas, anaranjadas o amarillas cuya clasificación taxonómica es muy ambigua y que el propio Sorensen dejó bajo la denominación de *D. coccinea* a todas estas especies propuestas hasta ese momento reduciéndolas a sinónimos de esta última (Sorensen, 1969; Cuadro 2). Este autor menciona que se trata de un complejo de especies de variación superlativa en muchas de sus características morfológicas, sobre todo las foliares, lo cual dificulta su distinción y clasificación (Sorensen, 1969). Teniendo en cuenta como *D. coccinea* a todas aquellas dalias con lígulas rojas, anaranjadas o amarillas, tenemos que la distribución de la especie es sumamente amplia, abarcando la totalidad de la distribución natural del género la cual se extiende desde el Norte de México hasta el Norte de Suramérica (Saar et al., 2003; Sorensen, 1969). En nuestro país, *D. coccinea* se encuentra presente en todo el territorio mexicano exceptuando las grandes penínsulas de Baja California y Yucatán (Castro-Castro, 2012) poblando diversos y muy variados tipos de ambientes desde bosques tropicales perennifolios pasando por los bosques mesófilos de montaña y encontrándose también en bosques de encino, bosques de coníferas y hasta en ambientes áridos y semiáridos tales como pastizales y matorrales xerófilos (Carrasco-Ortiz et al., 2019). Toda esta gran diversidad de ecosistemas a los cuales estaría adaptada la especie así como la gran variación de su morfología además de encontrarse poblaciones tanto diploides ($n=16$) como tetraploides ($n=32$) de forma natural, ponen de manifiesto la necesidad de ahondar más en su clasificación conjuntando estudios tanto de la distribución como de la morfología y la citogenética de las especies dentro de este complejo además de otras características que las pudieran hacer únicas y diferenciables unas de otras (Hansen & Hjerting, 2000; Sorensen, 1969). Al final de su revisión, el propio Sorensen reconoce que pudieran establecerse nuevas especies en el futuro esclareciendo a este complejo de plantas conjuntando diferentes estudios acerca de su distribución, morfología y citogenética de

las mismas, dando una clara distinción entre ellas y pudiéndose reconocer como especies distintas a *D. coccinea* (Sorensen, 1969).

Cuadro 2. Taxones reducidos a sinónimos de *Dahlia coccinea* por Sorensen, (1969) en su revisión del género *Dahlia*.

<i>Dahlia coccinea</i> Cav. <i>Icones et Descr. Pl.</i> 3: 33, t. 266. 1796. México (ST: MA)
<i>Dahlia chisholmii</i> Rose, <i>Proc. U.S. Nat. Mus.</i> 29: 439. 1905. México: Guerrero, Chisholm s.n. (HT: US; IT: US)
<i>Dahlia popenovii</i> Saff. <i>J. Wash. Acad. Sci.</i> 9(13): 369, f.3. 1919. Guatemala: Sacatepéquez, Popenoe 682 (HT: US)
<i>Dahlia gentryi</i> Sherff, <i>Am. J. Bot.</i> 29(4): 332. 1942. México: Sinaloa, A. Gentry 6275 (HT: F, IT: MICH)
<i>Dahlia coccinea</i> var. <i>steyermarkii</i> Sherff, <i>Am. J. Bot.</i> 31(5): 280-281. 1944. Guatemala: Huehuetenango, J.A. Steyermark 50341 (HT: F)
<i>Dahlia coccinea</i> var. <i>palmeri</i> Sherff, <i>Am. J. Bot.</i> 33: 508. 1946. México: Durango, Palmer 494 (HT: US)

1.6. Descripción general de las secciones *Entemophyllon* (n=17) y *Dahlia* (n=16,17,18)

Las diferentes secciones dentro del género son claramente diferenciables dado el hábito de crecimiento de las plantas, de manera general, las especies dentro de la sección *Entemophyllon* engloban a plantas arbustivas, perennes con follaje de arquitectura tripinnada y una filotaxia alternada de los foliolos que componen las hojas los cuales poseen formas generalmente alargadas o lanceoladas (Sorensen, 1969); esta última característica hace de las especies dentro de ésta sección, las especies con una subdivisión de la lámina foliar más profusa, dándole a las plantas un aspecto muy característico que puede llevar a la confusión entre éstas y algunas especies del género *Cosmos* (Sorensen, 1969, Villaseñor, 2003) (Figura 1); la distinción entre ambos géneros se hace plausible en las características de la cabezuela floral dada las brácteas

involucrales externas que son carnosas en el género *Dahlia* mientras que *Cosmos* presenta brácteas más delgadas y pequeñas, los aquenios difieren también entre ambos géneros siendo cuadrangulares en *Cosmos* mientras que *Dahlia* presenta aquenios oblongos a oblongo-espátulados (Villaseñor, 2003). Las especies de esta sección generalmente poseen inflorescencias solitarias o en grupos de máximo tres cabezuelas por pedúnculo floral, algunas exhibiendo una floración sumamente abundante de manera sincrónica entre ejemplares de una misma población como *D. dissecta* (Mejía-Muñoz et al. 2020). La mayoría de estas especies provienen de hábitats áridos a semiáridos y todas ellas presentan lígulas de color púrpura, lila o morado pálido tendiendo al blanco (Carrasco-Ortíz et al., 2019; Castro-Castro et al. 2012).



Figura 1. Ejemplar de *Dahlia rupicola* (izquierda) y lámina foliar de *D. dissecta* (derecha): las especies de Entemophyllon se caracterizan por presentar láminas foliares trippinadas, imparipinnadas y de filotaxia de las pinnulas alternada.

Por su parte, la sección Dahlia se caracteriza por agrupar a las especies de hábito de crecimiento herbáceo con tallos sin lignificación aparente y una arquitectura foliar de filotaxia de los foliolos opuesta en la mayoría de las especies, salvo algunas excepciones como *D. merckii* que comparte la filotaxia alternada con las especies dentro de Entemophyllon (Sorensen, 1969). Dentro de esta sección se encuentran las especies que poseen poblaciones silvestres tanto diploides ($n=16$) como tetraploides ($n=32$) ocurriendo de manera natural, algunas de estas especies poseen poblaciones con recuentos cromosómicos de ambos tipos como es el caso de especies como *D. coccinea* y *D. sherffii*, mientras que de algunas otras solo se tienen registros de poblaciones tetraploides ($2n=64$) (Gatt et al., 1999; 2000a; Hansen & Hjerting, 2000).

1.7. Importancia ornamental y mejoramiento genético

En México, la dalia no solo es una flor apreciada por su belleza, sino que su significado va mucho más allá de lo meramente ornamental extendiéndose su uso al ámbito tradicional como planta medicinal y alimenticia, sin embargo, a nivel mundial, su uso como elemento decorativo supera con creces sus aplicaciones tradicionales mexicanas (Reyes & Treviño, 1993; Treviño et al., 2007). Los primeros esfuerzos de selección realizados por los europeos resultaron en cambios significativos en las características de las plantas híbridas, como un aumento notable en el tamaño de las flores y en la variedad de colores, así como una disminución en la presencia de flores tubulares, que son menos valoradas en el ámbito estético (Hansen, 2000).

La cantidad de cultivares obtenidos y registrados hasta la fecha supera actualmente los 62,000 (The Royal Horticultural Society 2019), lo que refleja la gran diversidad fenotípica que posee la dalia y la coloca como la planta con mayor cantidad de variedades ornamentales a nivel global. Estos cultivares ornamentales se clasifican según criterios como el tamaño, la forma y el color de las flores liguladas, y se les asigna un número de registro de cuatro dígitos, según lo establece la American Dahlia Society (2021).

La importancia económica de la dalia, así mismo, ha experimentado un notable aumento, especialmente en países como Holanda, líder en la producción de tubérculos

de dalias, seguido por Francia y Chile (Jiménez, 2015). Este crecimiento no es sorprendente, considerando el valor estimado de 100,000 millones de dólares anuales que representa el mercado internacional de flores de corte (BBC, 2016) lo que impulsa a los principales países productores de flores a ampliar tanto la cantidad como la variedad de sus cultivos, incluyendo las dalias.

En México, el cultivo de esta flor se concentra principalmente en el centro del país, con una marcada actividad al respecto en los estados de Puebla, Estado de México y la Ciudad de México (Hernández & Bernal, 2017). Hansen & Hjerting (2003) han discutido dos métodos de polinización utilizados en la hibridación de diferentes especies de dalias: la polinización abierta y la manual. La primera se lleva a cabo principalmente cuando se busca maximizar la producción de semillas y reducir la mano de obra del horticultor, permitiendo que la polinización ocurra naturalmente a través de los insectos (Hansen & Hjerting, 2003). Sin embargo, este método conlleva el riesgo de contaminación por polen de otras plantas que no son del grupo que se está hibridando (Hansen & Hjerting, 2003). Por otro lado, la polinización manual ofrece un mayor control sobre los individuos específicos que se desean entrecruzar, pero no garantiza la máxima producción de semillas por cada capítulo polinizado, además, si no se produce semilla, no se puede asumir automáticamente que los progenitores no son compatibles (Hansen & Hjerting, 2003), por lo tanto, es de especial interés llevar a cabo cruces manuales de manera sistemática durante el periodo en el cual las flores tubulares de los capítulos son receptivas.

1.8. Mejoramiento genético de las especies *D. dissecta* y *D. rupicola*

La sección Entemophyllon dentro del género abarca especies que se caracterizan por su follaje finamente subdividido y una filotaxia alternada con flores liguladas moradas o lilas y que comparten el mismo número cromosómico de $n=17$; todas estas características las hace el grupo de dalias más diferenciable entre las distintas secciones conformando el único clado natural (Hansen, 2004) además de compartir el mismo número cromosómico, lo cual hace plausible su hibridación (Gatt et al., 2000a; Hansen & Hjerting, 2003). Las especies de esta sección poseen cualidades muy singulares debido a que provienen de ambientes muy específicos, primordialmente de ecosistemas

áridos o semiáridos además de poseer una distribución muy restringida (Carrasco-Ortíz et al., 2019); un ejemplo de estas cualidades es la resistencia a la sequía dado el clima árido en el que se encuentran de manera natural como en el caso de *D. rupicola*; otras exhiben una floración amplia y recurrente durante casi todo el año y que disminuye durante la época invernal pero manteniéndose los ejemplares vegetativos durante su cultivo durante esta temporada, tal es el caso de *D. dissecta*, la cual además de poseer un follaje atractivo y brillante, produce gran cantidad de flores de manera sincrónica, lo que facilita los trabajos de polinización manual por parte del fitomejorador (Mejía-Muñoz et al. 2020).

Sin embargo, los trabajos en el campo del fitomejoramiento utilizando especies dentro de Entemophyllon aún no han sido llevado a cabo de manera formal (Hansen & Hjerting, 2003) lo que deviene en su escasa o nula notificación en cuanto a la obtención de híbridos interespecíficos entre estas especies; similarmente ocurre con la única especie de dalia de la sección Ephiphytum, *D. macdougallii* ($2n=32$) que teóricamente es susceptible de hibridar con la gran mayoría de las especies dentro de la sección Dahlia ($2n= 32, 64, 36$) así como con los miembros de Pseudodendron ($2n=32$) (Hansen & Hjerting, 2003). Existe un gran potencial aun inexplorado en las especies silvestres de dalia con la finalidad de la obtención de nuevos híbridos y cultivares con valor ornamental (Hansen & Hjerting, 2003) ya que la mayoría de las variedades actualmente existentes devienen de especies dentro de la sección Dahlia (*D. coccinea*, *D. pinnata*).

1.9. Literatura citada

- BBC (31 de julio de 2016). *Las impresionantes cifras del mercado de flores más grande del mundo*. BBC News. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36905800>
- Castro-Castro, A. R., Rodríguez, A., Vargas-Amado, G. & Harker, M. (2012). Diversidad del género *Dahlia* (Asteraceae: Coreopsidae) en Jalisco, México y descripción de una especie nueva. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(2), 347-358. <https://doi.org/10.7550/rmb.26375>
- Castro-Castro, Arturo, Zuno-Delgadillo, Osvaldo, Carrasco-Ortiz, Marco Antonio, Harker, Mollie, & Rodríguez, Aarón. (2015). Novedades en el género *Dahlia* (Asteraceae: Coreopsidae) en Nueva Galicia, México. *Botanical Sciences*, 93(1), 41-51. <https://doi.org/10.17129/botsoci.239>
- Carrasco-Ortiz, M., Munguía-Uno, G., Castro-Castro, A., Vargas-Amado, G., Harder, M., & Rodríguez, A. (2019). Riqueza, distribución geográfica y estado de conservación del género *Dahlia* (Asteraceae) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 126 (1). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512019000100107&script=sci_arttext
- Cavanilles, A. J. (1796). *Icones et descriptiones plantarum, quae aut sponte in Hispania crescunt, aut in hortis hospitantur*. (Vol. 3). Regia Typographia .
- Diario Oficial de la Federación (1963). *Decreto por el que se declara símbolo de la floricultura nacional la flor de la dalia en todas sus especies y variedades*. Secretaría de agricultura y ganadería. https://www.dof.gob.mx/index_111.php?year=1963&month=05&day=13
- Gatt, M., Hammett, K. & Murray, B. (1999). Confirmation of ancient polyploidy in *Dahlia* (Asteraceae) species using genomic in situ hybridization. *Annals of Botany*, 84(1), 39-48. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0893>
- Gatt, M., Hammett, K. & Murray, B. (2000a). Interspecific hybridization and the analysis of meiotic chromosomes pairing in *Dahlia* (Asteraceae-Heliantheae) species with $x=16$. *Plant Systematics and Evolution*, 221, 25-33.
- Haliburton, M. A. (1976). *Effects of photoperiod on growth and flowering of Dahlia pinnata, Cav.'redskin' pot plants* [Doctoral dissertation, Oklahoma State University].
- Hansen, H.V. (2007). Simplified keys to four sections with 34 species in the genus *Dahlia* (Asteraceae-Coreopsidae). *Nordic Journal of Botany* 24(5), 549-553. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2004.tb01639.x> Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2000). *The early history of the domestication of Dahlia (Asteraceae, Heliantheae) with emphasis on the period 1791–1836 including observations on taxonomy, chromosome numbers, biochemistry, biosystematics, ray colour inheritance, and ray colour designation within the genus*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.

- Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2003). *Hybridization within Dahlia (Asteraceae-Coreopsiidae): A synopsis based on data from 20 species*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.
- Hernández, D. & Bernal, O. (2017). Producción y comercialización de *Dahlia variabilis* Cav. en maceta en las altas montañas de Veracruz, México. *AGROproductividad*, 10(6), 84-90. <https://mail.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1044>
- Huebner, J., Wehling, R. L. & Hutkins, R. W. (2007). Functional activity of commercial prebiotics. *International Dairy Journal*, 17(7), 770-775. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.10.006>
- Jiménez, M. L. (2015). El cultivo de la Dalia. *Cultivos Tropicales*, 36(1), 107-115. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000100014&lng=es&tlng=es.
- Lawrence, W. J. C. (1970). The evolution and history of the Dahlia. . National Dahlia Society.
- Lawrence, W. J. C., & R. Scott-Moncrieff (1935). The genetics and chemistry of flower colour in *Dahlia*: a new theory of specific pigmentation. *Journal of Genetics*, 30, 155-266.
- Legnani, G., & Miller, W. B. (2000). Night Interruption Lighting Is Beneficial in the Production of Plugs of *Dahlia* ‘Sunny Rose’. *HortScience*, 35(7), 1244–1246. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.357.1244>
- Legorreta, S. S., Villanueva, C. A., Morales, R. E. J., Laguna, C. A. & Domínguez, L. A. (2016). Extracción y evaluación de inulina a partir de dalias silvestres mexicanas (*Dahlia coccinea* Cav.). *Phyton*, 85(1), 63-70.
- López-Molina, D., Navarro-Martínez, M. D., Rojas-Melgarejo, F., Hiner, A.N.P., Chazarra, S. & Rodríguez-López, J. N. (2005). Molecular properties and prebiotic effect of inulin obtained from artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Phytochemistry*, 66(12), 1476-1484. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.04.003>
- Mejía-Muñoz, J. M., De Luna-García, I., Jiménez-Ruiz, E. F., Sosa-Montes, E., Flores-Espinosa, C., Treviño-De Castro, G., & Reyes-Santiago, J. (2020). Research on *Dahlia*, the national flower of Mexico. *Acta Horticulturae*, (1288), 103-108. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1288.15>
- Mejía-Santoyo, M.C., Arellano-Vicuña, D., Ríos-Peralta, S.C., Mejía-Muñoz, J. M & Sosa-Montes, E. (2019). Dahlia flowers and tubers-a healthy and nourishing food from Mexico. *Gesellschaft der Staudenfreunde*. <https://www.ddfagg.de/dahlien/pdf/DAHLIA-FLOWERS-AND-TUBERS.pdf>.
- Pretz, D., Heyward, P. M., Krebs, J., Gruchot, J., Barter, C., Silcock, P., Downes, N., Rizwan, M. Z., Boucsein, A., Bender, J., Burgess, E. J., Boer, G. A.,

- Keerthisinghe, P., Perry, N. B. & Tups, A. (2023). A dahlia flower extract has antidiabetic properties by improving insulin function in the brain. *Life Metabolism*, 2(4), 1-12. <https://doi.org/10.1093/lifemeta/load026>.
- Reyes-Santiago, J., Islas-Luna, M. A., Macías-Flores, R. G. & Castro-Castro, A. (2018). *Dahlia tamaulipana* (Asteraceae, Coreopsidae), a new species from the Sierra Madre Oriental biogeographic province in Mexico. *Phytotaxa*, 349(3), 214-224. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.349.3>
- Redonda-Martínez, R. (2022). Tribus de Asteraceae en México, morfología y clave de identificación. *Acta Botánica Mexicana*, 129(1), <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.2122>
- Reyes, S. J. & Treviño, G. (1993). Historia y cultivo del género *Dahlia* (Compositae). *Boletín Amaranto*, 6(3), 8-9.
- Roberfroid, M. (2005). Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition*, 93(S1), S13-S25. <https://doi.org/10.1079/BJN20041350>
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2023). *Catálogo Nacional de Variedades Vegetales*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). <https://www.gob.mx/snics/articulos/catalogo-nacional-de-variedades-vegetales-en-linea..>
- Saar, D. E., Polans, N. O., & Sorensen P. D. (2003). A phylogenetic analysis of the genus *Dahlia* (Asteraceae) based on internal and external transcribed spacer regions of nuclear ribosomal DNA. *Systematic Botany*, 28(3), 627-639. <https://doi.org/10.1043/01-78.1>
- Sørensen, P. D. (1969). Revision of the genus *Dahlia* (Compositae, Heliantheae-Coreopsidinae). *Rhodora* 71, 309-416. <http://www.jstor.org/stable/23311302>
- The American Dahlia Society. (2021). *List of species of dahlias*. The American Dahlia Society. <https://www.dahlia.org/docsinfo/species-dahlia/list-of-species-dahlias/>
- The Royal Horticultural Society. (2019). *The international Dahlia register (1969), 28th supplement*. The Royal Horticultural Society. <https://www.rhs.org.uk/plants/pdfs/plant-register-supplements/dahlias/dahlia-28th-supplement-5-11-19-v2-pdf.pdf>.
- Treviño, C. M. G., Mera, O. L. M., Bye, B. R., Mejía, M. J. M. & Laguna, C. A. (2007). Historia de la dalia o Acocoxóchitl, “La flor nacional de México”. *Publicación de difusión #.1. SINAREFI*.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. (2006). *Dalia Código UPOV: DALHI Dahlia Cav. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad* (Documento TG/226/1). Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/es/tg226.pdf>.

- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28(3), 160-167. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-184420030003000008&lng=es&tlng=es.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559-902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Villaseñor, J. L. & Redonda-Martínez, R. (2018). A new species of *Dahlia* (Asteraceae, Coreoideae) from the state of Oaxaca, México. *Phytotaxa*, 362 (2), 239-243. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.362.2.11>
- Widowati, S., (2007), Potensi Inulin Sebagai Komponen Pangan Fungsional Dari Umbi Dahlia (*Dahlia pinnata* L), *Rubrik Teknologi*, 48/XVI/Januari. <https://doi.org/10.33964/jp.v16i1.277>
- Whitley, G.R. (1985). The Medicinal and Nutritional Properties of *Dahlia* spp. *Journal of Ethnopharmacol*, 14(1), 75-82. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(85\)90031-5](https://doi.org/10.1016/0378-8741(85)90031-5)
- Zimmerman, P. W., & Hitchcock. A. E. (1929) Root formation and flowering of *Dahlia* cuttings when subjected to different day lengths. *Botanical Gazette*, 87(1), 1-13. <https://doi.org/10.1086/333921>

2. Cultivo, selección e hibridación entre *D. coccinea* y *D. campanulata*

RESUMEN

Con la finalidad de explorar la ya conocida gran diversidad morfológica de *D. coccinea*, por ser uno de los principales progenitores de las variedades ornamentales de dalias, se realizaron distintas salidas a campo con el objetivo de recolectar germoplasma silvestre de *D. coccinea* en localidades próximas a la Universidad Autónoma Chapingo, también se utilizaron semillas resguardadas colectadas de salidas de campo anteriores. Las salidas a campo consistieron en la visita a las localidades de Tetzcotzinco y Huexotla, en el estado de México. Ambos sitios fueron explorados a finales del mes de octubre del 2023 encontrándose las plantas ya en estado de reposo y con la parte vegetativa seca en presencia de frutos maduros, los cuales fueron colectados y resguardados en bolsas de estraza para su posterior limpieza y recolección de aquenios. Así mismo, se pudo colectar germoplasma de las especies *D. merckii* y *D. pinnata* en la localidad de “Rio frio” debido a que se encuentran poblaciones de estas especies creciendo juntas en el sitio. Para el caso de la especie *D. campanulata*, el material vegetal utilizado para los trabajos de hibridación provino de un cultivo preestablecido en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo a cargo del Dr. Eddi Feliciano Jiménez Cruz mientras que la población correspondiente a la especie *D. coccinea* fue establecida mediante la siembra del germoplasma silvestre colectado y el trasplante de los ejemplares al campo experimental. Las polinizaciones manuales fueron realizadas en el momento en que individuos de ambas especies se encontraban sincrónicamente en floración en el lote de cultivo. Se obtuvieron algunos ejemplares híbridos fértiles que mostraron un fenotipo intermedio entre ambas especies resaltando las características florales del progenitor masculino en la progenie híbrida lo cual evidencia la afinidad genética que poseen ambas especies.

Palabras clave: Pseudodendron, Dahlia, afinidad genética, descendencia fértil, fenotipo.

2. Cultivation, selection and hybridization between *D. coccinea* and *D. campanulata*.

ABSTRACT

In order to explore the already known great morphological diversity of *D. coccinea*, as it is one of the main progenitors of ornamental varieties of dahlias, different field trips were carried out with the aim of collecting wild germplasm of *D. coccinea* in nearby locations. to the Autonomous University Chapingo, protected seeds collected from previous field trips were also used. The field trips consisted of visiting the towns of Tetzcotzinco and Huexotla, in the state of Mexico. Both sites were explored at the end of October 2023, finding the plants already in a state of rest and with the vegetative part dry in the presence of ripe fruits, which were collected and stored in brown bags for subsequent cleaning and collection of achenes. . Likewise, germplasm of the species *D. merckii* and *D. pinnata* could be collected in the town of “Rio frio” because populations of these species are found growing together at the site. In the case of the species *D. campanulata*, the plant material used for hybridization work came from a pre-established culture in the experimental field of the Autonomous University Chapingo under the direction of Dr. Eddi Feliciano Jiménez Cruz while the population corresponding to the species *D. coccinea* was established by sowing the collected wild germplasm and transplanting the specimens to the experimental field. Manual pollinations were carried out at the time when individuals of both species were synchronously flowering in the crop plot. Some fertile hybrid specimens were obtained that showed an intermediate phenotype between both species, highlighting the floral characteristics of the male parent in the hybrid progeny, which shows the genetic affinity that both species possess.

Keywords: Pseudodendron, Dahlia, genetic affinity, fertile offspring, phenotype.

2.1. Introducción

El género *Dahlia* consta de cuatro secciones donde se agrupan las especies atendiendo principalmente el hábito de crecimiento que presentan las plantas (Hansen, 2004); esta clasificación, realizada por Sorensen en 1969 donde recopila información de las especies de dalias conocidas hasta el momento se basa fundamentalmente en la morfología de las mismas, particularmente su tipo de hoja compuesta y hábito de crecimiento; a su vez, sigue siendo vigente ya que ha sido corroborada por estudios tanto genéticos y citogenéticos posteriores (Gatt et al. 1999; 2000a) los cuales agrupan a las distintas especies dentro de alguna de estas cuatro secciones.

La sección *Dahlia*, la cual es la más grande dentro del género, consta de especies de hábito de crecimiento herbáceo, hojas opuestas, raramente verticiladas y una filotaxia generalmente opuesta en las pinnas de la lámina foliar, con algunas excepciones tales como *D. merckii* que presenta filotaxia alternada de las pinnulas foliares, además, las especies dentro de esta sección presentan números cromosómicos de $2n= 32$; 36 y 64 (Hansen y Hjerting, 2000) encontrándose aquí las especies consideradas poliploides dentro del género (Gatt et al. 1999; 2000a) tales como *D. atropurpurea*, *D. neglecta* y *D. spectabilis*, entre otras de las cuales se conocen únicamente poblaciones con el doble del número cromosómico base considerado para el género que es de $n=32$ (Gatt et al. 1999).

D. coccinea es un especie ampliamente polimórfica que presenta una distribución muy amplia dentro del área natural del género (Carrasco-Ortiz et al., 2019; Sorensen, 1969) encontrándose, habitando en diversos tipos de ecosistemas, desde bosque tropicales perennifolios hasta bosques mesófilos de montaña, pastizales y matorrales xerófilos abarcando la mayor parte del territorio mexicano excepto las grandes penínsulas de Baja California y Yucatán (Carrasco-Ortiz et al., 2019). Dada esta condición en la abundancia de sus poblaciones y a su gran variación morfológica aunada al color de sus lígulas es que *D. coccinea* ha sido una de las especies más utilizadas dentro de los trabajos de fitomejoramiento con dalias, aportando gran diversidad genética a los híbridos obtenidos mediante entrecruzamientos (Hansen, 2008).

Se conocen dos números cromosómicos de la especie *D. coccinea* que presenta lígulas que van del rojo al anaranjado y amarillo ($2n=32$; 64; Gatt et al. 1999) lo cual las hace susceptibles de hibridación con otras especies que posean ese mismo número de cromosomas (Hansen & Hjerting, 2003). Los trabajos de hibridación llevados a cabo hasta el momento, indican que las especies con mismo número de cromosomas pueden hibridar sin ningún tipo de barrera o dificultad pudiéndose conjuntar varias especies progenitoras en un complejo de híbridos fértiles mientras que en el caso de las especies tetraploides ($2n=64$), no importa el número de progenitores involucrados obteniéndose una descendencia 100 % fértil (Hansen, 2018); estos atributos genéticos de *D. coccinea* son los que han promovido la gran generación de variedades ornamentales cultivadas con esta especie como uno de sus progenitores principales junto con *D. pinnata* (Hansen & Hjerting, 2003).

Dado que la sección Dahlia conjunta especies con el mismo número de cromosomas o múltiplo de ellos, es que la hibridación entre especies de esta sección es susceptible de llevarse a cabo de manera exitosa (Hansen & Hjerting, 2003), sin embargo existen otras especies que presentan un número cromosómico de $2n=32$ pero que pertenecen a otras secciones por lo que su morfología es muy distinta (Sorensen, 1969), tal es el caso de las especies de dalia llamadas coloquialmente en inglés como “árboles de dalia” debido a su hábito de crecimiento arbustivo y que pertenecen a la sección Pseudodendron (Saar et al., 2003). También la sección Ephypytum, con su único representante (*D. macdougalli*) presenta el mismo número cromosómico que las especies de la sección Dahlia y Pseudodendron ($2n=32$) (Hansen & Hjerting, 2003); sin embargo, los trabajos de mejoramiento genético enfocados a la obtención de variedades con valor ornamental se han centrado en especies pertenecientes únicamente a la sección Dahlia dado su hábito de crecimiento herbáceo y la gran diversidad morfológica que presentan algunas especies dejando de lado el reservorio genético de las que se encuentran dentro de las otras tres secciones (Mejía et al., 2020) a pesar de ser susceptibles de hibridación (Hansen & Hjerting, 2003) y presentar características de potencial interés ornamental; se conoce solamente un híbrido interespecífico de *Dahlia macdougallii* ($2n = 32$) por *D. variabilis* ($2n = 64$) o dalias de jardín (Schie & Debener, 2013).

D. campanulata es una especie perteneciente a la sección *Pseudodendron* y una de las especies denominadas como “árboles de dalia” (Saar et al., 2003). La especie se caracteriza principalmente por su porte alto y robusto que puede alcanzar hasta 2.5 metros de altura y por poseer capítulos colgantes a manera de péndulo con lígulas grandes de color blanco o lila claro a rosado (Saar et al., 2003), esta especie es endémica del estado mexicano de Oaxaca, donde crece de manera silvestre en la regiones geográficas pertenecientes a la cuenca del balsas (neotropical) así como en la zona correspondiente a la zona de transición mexicana de la sierra madre del sur, habitando principalmente dos tipos de vegetación, bosque tropical caducifolio así como dentro de matorral xerófilo (Carrasco-Ortiz et al., 2019) y presentando el inicio de su floración generalmente en el mes de Septiembre (Saar et al. 2003; Figura 2).



Figura 2. Imagen de ejemplar de *Dahlia campanulata*. Fotografía cortesía del Dr. Eddi Feliciano Jiménez Cruz.

D. campanulata también se caracteriza principalmente por el gran desarrollo radical que posee ya que produce raíces tuberosas de gran tamaño y en número las cuales son ricas en carbohidratos de interés nutricional humano como muchas de las especies del género tales como la fructosa además de poseer inulina, el cual es considerado como un prebiótico que aporta beneficios a la salud gastrointestinal del ser humano ya que se trata de un fructano de alto grado de polimeración (Manrique et al., 2005).

Se han empezado a generar estudios y mayor interés en el cultivo de especies con alto rendimiento de raíces tuberosas con la finalidad de obtener fuentes de carbohidratos de bajo costo de producción mejorando el rendimiento del cultivo de diferentes especies y variedades (Arenas et al., 2011; Carreño-Chaves et al., 2014), sin embargo, las especies dentro de la sección *Pseudodendron* también poseen un alto potencial en la generación de variedades ornamentales dadas sus características distintivas que las hacen únicas tales como inflorescencias más grandes y vistosas y la forma colgante de las cabezuelas florales como en el caso de *D. campanulata*, sin mencionar que genéticamente son compatibles con las especies herbáceas dentro del género (Hansen & Hjerting, 2003) dado su recuento cromosómico por lo que en esta parte del trabajo se estableció como objetivo explorar la compatibilidad genética entre las especies *D. coccinea* y *D. campanulata* en la obtención de híbridos interespecíficos e interseccionales y observar la morfología de los híbridos obtenidos mediante polinizaciones manuales dirigidas (Hansen & Hjerting, 2003).

2.2. Materiales y métodos

2.2.1. Material vegetal

El material vegetal correspondiente a la especie *D. coccinea* se obtuvo mediante la siembra trasplante y cultivo de ejemplares provenientes de semillas colectadas en una localidad de la región de Tetzcozinco y dos en el municipio de Huexotla en el estado de México identificadas como “Huexotla naranja 2017” y “Huexotla” donde se tiene registro de la presencia de la especie; la finalidad de la siembra de diferentes lotes de semillas consistió en obtener la mayor variabilidad morfológica posible dentro de una población grande que alcanzó los 1226 ejemplares en etapa madura. Los aquenios de las distintas especies y localidades fueron caracterizados morfológicamente tomando datos

sobre su anchura, longitud y forma general, además del color que presentaban y el número de aquenios por gramo de material vegetal (Cuadro 3; Figura 3).

Cuadro 3. Características morfológicas de los aquenios de tres localidades de *Dahlia coccinea* así como de *D. merckii* y *D. pinnata*.

Localidad	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Forma	# Semillas.g ⁻¹	Color
<i>D. coccinea</i> “Tetzcotzincó”	12.5	2.37	Oblanceolada	187	Café claro
<i>D. coccinea</i> “Huexotla naranja 2017”	12.23	2.85	Oblanceolada	176	Café oscuro
<i>D. coccinea</i> “Huexotla”	12.1	2.16	Linear oblanceolada	194	Café oscuro/café
<i>D. pinnata</i> “Rio Frio”	10.46	3.15	Oblanceolada/ espatulada	112	Café grisáceo
<i>D. merckii</i> “Rio Frio”	8.53	1.25	Linear/ surcada	217	Café grisáceo pálido

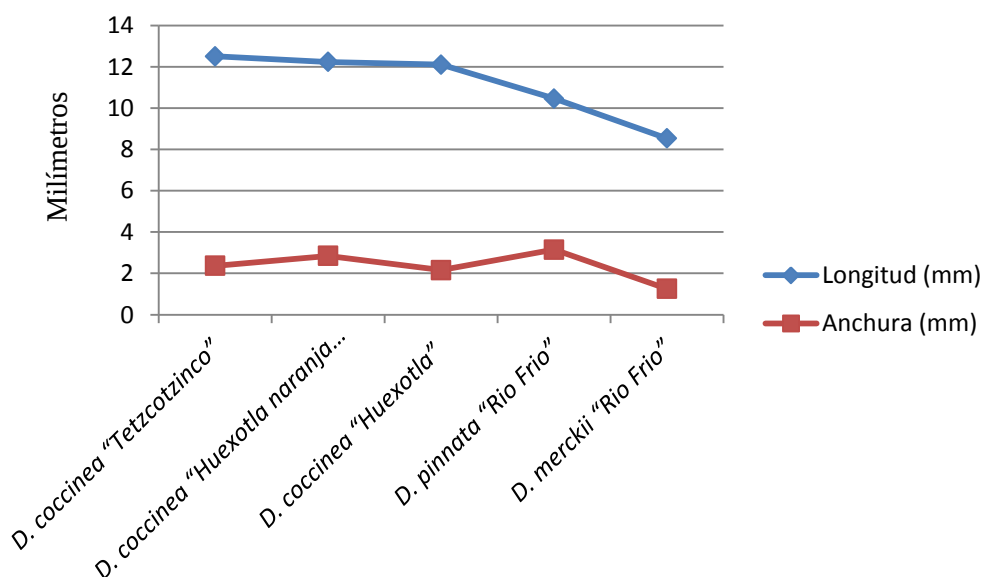


Figura 3. Medidas promedio del ancho y largo de las semillas de diferentes especies de *Dahlia*.

2.2.2. Manejo del cultivo

2.2.2.1. Siembra, trasplante y establecimiento

La siembra de la semilla correspondiente a *D. coccinea* fue llevada a cabo el día 20 de abril del 2021 utilizando semilleros con 26 cavidades de 3.5 x 3.5 x 5 cm y utilizando 100 % peat moss como sustrato para la germinación, realizando riegos por inmersión durante la primer semana desde la siembra.

La germinación de las primeras plántulas se dio a los 7 días desde la siembra y a las dos semanas desde la emergencia de las primeras plántulas se empezaron a realizar fertirriegos ligeros utilizando 0.5 g de NPK por litro de agua de riego, continuando con riegos por inmersión de los semilleros. Al mismo tiempo, se llevaron a cabo siembras de semilla de las especies *D. pinnata* y *D. merckii* provenientes de la localidad de “Rio Frio” en el estado de México (Figura 4), así como de dos nuevas especies identificadas mediante colectas de campo de germoplasma silvestre provenientes del Estado de Hidalgo e identificadas hasta ese momento como *D. “Rio del Milagro”* y *D. “Pachuca”*, respectivamente.



Figura 4. Semilleros utilizados para la siembra del germoplasma silvestre; la emergencia de las primeras plántulas fue diferencial entre especies.

La finalidad de la siembra de estas especies adicionalmente al lote poblacional de *D. coccinea* se llevó a cabo con la intención de generar la mayor cantidad de material vegetal posible disponible de distintas especies de dalias silvestres para posteriores trabajos de hibridación y en el caso de las nuevas especies identificadas, adicionalmente, para poder ser caracterizadas morfológicamente y observar su comportamiento bajo condiciones de cultivo para poder ser propuestas como nuevas especies.

La germinación de las diferentes especies, así como de las localidades de una misma especie en el caso de *D. coccinea* fue muy variable, obteniéndose porcentajes de germinación distintos para cada una de ellas, teniéndose mayor éxito en la germinación de las semillas de las especies *D. pinnata* y *D. coccinea* de la localidad de “Huexotla” (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cantidad de semillas sembradas, plántulas obtenidas y porcentaje de germinación de cada una de las especies y localidades.

Localidad	Sembradas	Días primera emergencia	Días última emergencia	Plántulas obtenidas	% de germinación
“Pachuca”	182	5	16	8	4.39
“Rio del Milagro”	234	28	37	5	2.13
<i>D. pinnata</i> “Rio Frio”	104	4	22	84	80.76
<i>D. merckii</i> “Rio frio”	130	6	14	8	6.15
<i>D. coccinea</i> “Tetzcotzinco”	500	5	16	394	78.8
<i>D. coccinea</i> “Huexotla naranja 2017”	500	7	20	368	73.6
<i>D. coccinea</i> “Huexotla”	500	237	15	464	92.8

El primer trasplante se llevó a cabo aproximadamente al mes de la germinación de las primeras plántulas cuando éstas presentaban el primer o segundo par de hojas verdaderas y una altura de aproximadamente de 5 a 7 cm. Las plantas jóvenes fueron trasladadas a macetas individuales pequeñas de 10 cm de diámetro y 8 cm de altura donde permanecieron durante dos meses aproximadamente para continuar con el desarrollo de las raíces tuberosas utilizando, para tal fin, sustrato compuesto por peat moss y agrolita en proporción 50-50 e incrementando la dosis de fertiriego a 1 g.L⁻¹ de agua de NPK (Figura 5).



Figura 5. Plántulas de *Dahlia coccinea* después de su primer trasplante. El lote de población alcanzado fue de 1226 individuos.

El traslado al campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo se llevó a cabo el 24 de julio del 2021 donde se establecieron finalmente los ejemplares de *D. coccinea* a un costado del lote de *D. campanulata* para ser cultivados en condiciones de intemperie hasta su floración esperando el momento de la sincronización de la antesis de ambas especies y llevar a cabo polinizaciones manuales entre ellas. El trasplante se realizó sobre surcos preestablecidos en el campo experimental a una distancia de 80 cm entre cada surco y con una separación de 60 cm entre plantas las cuales fueron hidratadas y fertilizadas con NPK al momento del trasplante para continuar con posteriores riegos mediante cintas de riego durante el periodo de cultivo de la especie (Figura 6).



Figura 6. Campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. El lote de establecimiento de *Dahlia coccinea* se encuentra en preparación a la izquierda y con las plantas ya establecidas a la derecha.

En el caso de la especie *D. campanulata*, los individuos ya se encontraban establecidos en campo y a cargo del Dr. Eddi Feliciano Jiménez Cruz, quien mantuvo su cultivo con fines de investigación propios por lo que el material vegetal disponible para la hibridación entre las especies *D. coccinea* y *D. campanulata* se encontraba potencialmente disponible de manera sincrónica para su aprovechamiento, solo a espera del momento en que ambas especies mostraran individuos en floración al mismo tiempo.

2.2.2.2. Labores culturales

Los lotes plantados con ambas especies se mantuvieron en la medida de lo posible sin malezas con visitas periódicas al campo experimental; el aclareo de malezas se llevó a cabo principalmente en las etapas tempranas del cultivo en campo dada la juvenilidad de las plantas de dalia recién trasladadas al mismo con la finalidad de promover su correcto desarrollo con la menor competencia posible con otros agentes vegetales además de la prevención de posibles plagas. Dos semanas después del establecimiento en campo, se llevó a cabo la siembra de frijol ayocote (*Phaseolus coccinus*) en los espacios intersticiales entre cada planta de dalia (Figura 7).



Figura 7. Campo experimental establecido con plantas de dalias y frijol ayocote.

Esta siembra se hizo, principalmente, con el objetivo de prevenir la invasión por tuzas (*Thomomys umbrinus*) dado que las dalias, al ser plantas tuberosas, son una potencial fuente de alimento para ellas y pueden causar graves daños al cultivo.

Los riegos fueron llevados a cabo en las etapas tempranas del cultivo mediante cintas colocadas en cada surco para prevenir la mortandad por estrés hídrico de las plantas recién trasladadas; una vez alcanzaron una altura promedio de 60 cm, los riegos fueron espaciados cada vez más dejando el desarrollo de las plantas en condiciones de temporal, siendo la lluvia estacional la encargada de mantener a las plantas hidratadas.

2.2.2.3. Hibridación interespecífica

Para llevar a cabo los cruzamientos en el género *dalia* existen principalmente dos métodos; el primero de ellos consiste en mantener simplemente los ejemplares a hibridar de ambas especies próximos entre sí y dejar la polinización de las flores tubulares por medios entomológicos; una vez en antesis sincrónica de las plantas, la polinización cruzada es llevada a cabo principalmente por insectos polinizadores tales como las abejas; este método resulta eficaz para la mayor producción de semilla posible de los parentales además de ahorrar mano de obra en el manejo de las plantas pero tiene el inconveniente de no poder controlar los progenitores a entrecruzarse ya que se da de forma aleatoria por parte de los insectos (Hansen & Hjerting, 2000). El segundo método

utilizado para este fin consiste en la realización de polinizaciones manuales dirigidas que si bien, requiere de mayor cantidad de trabajo físico y una realización recurrente del mismo para asegurar la mayor cantidad de flores tubulares fertilizadas, tiene la ventaja de poder tener bien identificados los ejemplares de ambas especies que participan en la hibridación, pudiéndose conformar grupos de hermanos completos a la hora de cosechar la semilla híbrida obtenida.

Las polinizaciones manuales en esta forma pueden llevarse a cabo de manera uni o bidireccional, eligiendo la especie parental materna o paterna según sea el caso y dependiendo de los objetivos perseguidos además de la disponibilidad del material vegetal. En este trabajo, la realización de la hibridación interespecífica entre estas especies fue llevada a cabo solo de forma unidireccional eligiendo como parental masculino la especie *D. coccinea*, mientras que *D. campanulata* fungió como progenitor femenino. Lo anterior fue dado al escaso periodo sincrónico entre ambas especies al momento de la antesis, encontrándose más ejemplares de *D. coccinea* en floración al mismo tiempo que solo unos cuantos ejemplares de *D. campanulata*, los cuales no presentaban gran cantidad de polen en las flores tubulares lo cual impidió la bidireccionalidad del entrecruzamiento, sin embargo, *D. coccinea* fue un buen donador de polen en el momento en que las flores tubulares de *D. campanulata* mostraban el estigma receptivo por lo que se llevó a cabo de esta manera; la sincronía de la antesis de ambas especies se llevó a cabo durante el mes de octubre, durante el cual se llevaron a cabo las polinizaciones manuales entre ellas siendo *D. coccinea* el progenitor masculino y *D. campanulata* el femenino.

Una vez elegida la dirección del cruzamiento, se seleccionaron ejemplares de ambas especies para fungir como progenitores; en el caso de *D. coccinea* se seleccionaron ejemplares con un mayor porte presentando un vigor superior al de la mayoría de los individuos en cultivo así como la mayor cantidad de cabezuelas florales y tomando en cuenta la coloración y tamaño de flores liguladas seleccionándose un total de seis individuos como parentales masculinos; para el caso de *D. campanulata*, la selección de los progenitores femeninos se vio limitada a solo dos ejemplares los cuales mostraban capítulos florales receptivos sincrónicos con el cultivo de *D. coccinea*.

Para la realización de las polinizaciones florales, se eligieron cabezuelas en estado de botón floral de ambos progenitores, los cuales fueron cubiertos mediante bolsas de tela de organza de 10 x 15 cm hasta que las flores tubulares alcanzaran la antesis dentro de las mismas, mediante esta práctica se pudieron evitar polinizaciones libres debido a la acción de los insectos, aislando las cabezuelas desde antes de que las flores tubulares maduraran y se tornaran receptivas a la vez que este material permite la observación de la maduración paulatina de los capítulos florales hasta el momento de la realización de las polinizaciones manuales permitiendo, así mismo, la transpiración de los órganos florales, con lo cual, los capítulos maduran dentro de las bolsas sin marchitarse (Figura 8).



Figura 8. Cabezuela de *Dahlia coccinea*. Los capítulos florales fueron aislados desde la etapa de botón floral y hasta el momento de la colecta de polen.

Una vez receptivas las flores tubulares de los capítulos aislados se llevaron a cabo las polinizaciones manuales en un horario adecuado para la recolección y manipulación del polen el cual consistió en la manipulación de los ejemplares en un horario de 9 am a 12-1 pm; esto es debido a que demasiado temprano, el polen se encuentra mayoritariamente húmedo por la acción del sereno durante la noche lo que le confiere una textura pastosa difícil de manipular de manera eficiente; así mismo, más tarde, el calor excesivo del medio día reseca mucho los granos polínicos por lo que las mejores horas para la realización de esta tarea es la mencionada anteriormente. Otro factor es el clima ya que las dalias suelen alcanzar la floración en épocas de lluvias, las cuales se presentan mayoritariamente por las tardes con lo cual las flores tubulares quedan despojadas de polen una vez terminada la lluvia, reponiéndose nuevamente al día siguiente

Para facilitar la manipulación de los capítulos florales, así como la recolección de polen manualmente se retiraron seis de las ocho flores liguladas de las cabezuelas elegidas de todas las plantas a entrecruzar. La recolección de polen se llevó a cabo mediante la utilización de pinceles de cerdas súper finas, las cuales permiten la adherencia del mismo de manera relativamente fácil permitiendo limpiar las anteras de manera eficaz sin lastimar los órganos florales manipulados; los pinceles fueron utilizados de manera individual al momento de recolectar el polen de cada individuo en cuestión, es decir, se utilizó un pincel por planta para evitar entrecruzamientos indeseados; al cambiar de planta, se utilizó o bien un pincel diferente o esterilizando uno de los previamente utilizados mediante alcohol etílico y dejándolo secar; el polen obtenido de esta manera fue recolectado en cajas Petri previamente esterilizadas y utilizado inmediatamente para la realización de la polinización de los parentales femeninos y los capítulos florales donantes de polen fueron cubiertos nuevamente con las bolsas de organza.

La polinización manual se realizó tratando de imitar en la medida de lo posible la actividad natural de los insectos polinizadores, estos visitan los capítulos florales y recolectan el néctar de las flores tubulares de manera individual una a la vez por lo que este trabajo se realizó impregnando de polen los estigmas de cada una de las flores tubulares de cada cabezuela floral del parental femenino, las cuales van madurando de manera diferencial en el transcurso del tiempo, esto es, las flores tubulares van

madurando desde la periferia de la cabezuela floral hacia el centro de la misma tardando aproximadamente tres a cuatro días en madurar todas las flores tubulares exponiendo su receptividad, razón por la cual, las tareas de polinización manual se llevaron a cabo de manera iterativa, repitiendo el mismo proceso durante tres a cuatro días consecutivos cubriendo de polen todos los estigmas de las flores tubulares presentes en ese momento para asegurar la mayor cantidad de flores fecundadas exitosamente. Una vez terminada cada manipulación de las cabezuelas, fueron nuevamente cubiertas mediante las bolsas de organza repitiendo el proceso hasta completar la polinización de todas las flores tubulares de las cabezuelas tratadas (Figura 9). Al final de las polinizaciones manuales iterativas, se dejaron las cabezuelas florales cubiertas con las bolsas hasta el momento de la maduración y cosecha de la semilla híbrida facilitando su identificación y cosecha.



Figura 9. Colecta de polen en cajas petri por medio de pinceles de cerda fina.

2.2.2.4. Cosecha de semilla híbrida

Ésta se llevó a cabo aproximadamente mes y medio después de las labores de polinización manual, a mediados-finales del mes de noviembre en el momento en que los capítulos florales se encuentran totalmente secos y las paleas comienzan a separarse, exponiendo las semillas maduras. La utilización de las bolsas de organza permitió cosechar toda la semilla de cada capítulo floral, manteniendo dentro de ella las que podrían haberse desprendido por sí solas, así como todo el receptáculo deshidratado (Figura 10)



Figura 10. Aquenios maduros de *Dahlia* dentro de las bolsas de organza; las semillas desprendidas quedan retenidas dentro de las bolsas evitando su diseminación temprana.

2.2.2.5. Limpieza y resguardo del germoplasma híbrido

Una vez colectadas las bolsas de organza con los capítulos florales dentro de ellas, se extrajeron y se limpió la semilla obtenida de todo el material vegetal deshidratado para su resguardo en bolsas de papel estraza, las cuales fueron mantenidas en un lugar seco y fresco hasta el siguiente ciclo de cultivo.

2.2.2.6. Siembra y cultivo de descendientes híbridos

La semilla obtenida del entrecruzamiento entre *D. coccinea* x *D. campanulata* se llevó a cabo a finales del mes de febrero del 2022 en la misma forma en la que se llevó la siembra de la especie *D. coccinea* el año anterior, utilizando semilleros de 12 cavidades hexagonales utilizando 100 % peat moss como sustrato.

La emergencia de las primeras plantas se dio al cabo de una semana aproximadamente después de la siembra, momento en que se fertilizaron por primera vez utilizando 0.5 g.L⁻¹ de NPK; las plántulas fueron trasplantadas a macetas pequeñas al momento de presentar el primer o segundo par de hojas verdaderas, sustrato compuesto por 50 % “peat moss” y 50 % agrolita e incrementando la fertilización a 1 g.L⁻¹ de NPK semanalmente para posteriormente ser cultivadas hasta su maduración en tinas de 700 litros acondicionadas como maceteros gigantes y establecidas dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo, en los espacios correspondientes a los invernaderos de posgrado. Las tinas fueron rellenas hasta un 80 % de su capacidad con sustrato compuesto por 40 % peat moss, 40 % tierra de campo y 20 % perlita, donde las plantas vieron su ubicación final (Figura 11).

El cultivo en tinas acondicionadas como maceteros se hizo con la finalidad de prevenir el ataque por tuzas así como para facilitar el manejo de las plantas cultivadas y labores culturales tales como deshierbe, fertilización y fumigación. Las plantas se dejaron que alcanzaran su máximo desarrollo para observar su morfología y características distintivas respecto a sus progenitores.



Figura 11. Tinas a modo de maceteros acondicionadas para el cultivo de los híbridos interespecíficos.

Los individuos obtenidos no mostraron cualidades distintivas de interés particular, evidenciando un fenotipo intermedio entre ambas especies parentales, las plantas fueron polinizadas de manera natural por los insectos y se colectaron las semillas producidas para resguardarlas para futuros trabajos de mejoramiento genético con estas dos especies. Debido a la poca cantidad de plantas no se evaluaron características cuantitativas significativas llevándose a cabo solo la observación del fenotipo de las mismas y la capacidad de producir semillas, es decir, si eran híbridos fértiles.

Finalizando su periodo de cultivo, los individuos fueron retirados de las tinas y se resguardaron los tubérculos que quedaron en macetas cubriéndolos con peat moss para evitar su deshidratación; algunas plantas mostraron podredumbre de las raíces tuberosas al finalizar su ciclo vegetativo por lo que se perdieron al finalizar el mismo.

2.3. Resultados y discusión

2.3.1. Morfología de la descendencia híbrida

Dadas las condiciones de intemperie y el escaso tiempo de sincronía de la floración de las poblaciones de *D. coccinea* y *D. campanulata* se obtuvieron pocas semillas híbridas provenientes de las polinizaciones manuales realizadas alcanzando un total de 36. La semilla híbrida obtenida obtuvo un porcentaje de germinación de tan solo un 19.44 % dado que se obtuvieron siete ejemplares los cuales fueron los tomados como representativos de la descendencia híbrida entre ambas especies.

D. campanulata es una especie de porte arbóreo que puede alcanzar hasta 2.5 m de altura, con tallos robustos que se lignifican en etapas maduras de la planta, posee hojas pecioladas bipinnadas con peciolo robustos que forman costillas a lo largo del tallo principal donde se insertan y cabezuelas florales campanuladas de color rosado (Saar et al., 2003) mientras que la especie *D. coccinea* no supera los 1.5 m de altura, posee tallos herbáceos delgados, pruinosos y hojas pinnadas o bipinnadas de textura rugosa y color verde ceniciento (Sorensen, 1969). La morfología mostrada por los descendientes híbridos resultó intermedia entre ambas especies parentales, a saber, los ejemplares alcanzaron una altura significativa de hasta 1.95 m de altura con tallos robustos pero sin lignificación a diferencia de *D. campanulata* y menos robustos que ésta, por otro lado, el follaje de las plantas consistió en hojas pinnadas a modo de la especie *D. coccinea*, con una textura rugosa y de color verde pálido; así mismo las lígulas de los siete ejemplares exhibieron una coloración roja al igual que su parental paterno *D. coccinea* (Figura 12).



Figura 12. Híbrido joven en etapa vegetativa de *Dahlia coccinea* x *Dahlia campanulata*. La fenología de la descendencia híbrida muestra una tendencia de parentesco al parental femenino en las estructuras vegetativas de las plantas (hábito, tipo de hojas) mientras que las características florales muestran más parecido al parental paterno.

Tomando en cuenta el papel parental de ambas especies hibridadas, la descendencia interespecífica muestra una morfología intermedia con una tendencia observable en la herencia paterna de las características florales y en el follaje de las plantas mientras que la herencia materna se manifestó más en el hábito de desarrollo de las mismas; un

fenotipo intermedio de la descendencia híbrida interespecífica es común en los escasos trabajos publicados con especies de *Dahlia* utilizando especies mayoritariamente de la sección *Dahlia* (Hansen & Hjerting, 2003). Como resultado de este cruzamiento se obtuvieron plantas de porte alto con hojas pequeñas y peciolo delgado y cabezuelas florales diminutas en proporción a la talla de las plantas. El éxito en la obtención de individuos fértiles proveniente de estas especies reafirma la afinidad genética que poseen las especies de *Dahlia* que poseen el mismo número de cromosomas para poder hibridar entre sí (Gatt et al. 2000a; Hansen & Hjerting, 2003) a pesar de encontrarse en secciones diferentes de acuerdo a su fenología, obteniéndose individuos fértiles que exhiben un fenotipo intermedio entre ambas especies parentales. *D. campanulata* posee un número de cromosomas de $n=16$, mientras que *D. coccinea* presenta poblaciones con recuentos cromosómicos de $n=16$ y 32 , lo que corrobora lo mencionado por Hansen & Hjerting (2003), respecto a especies que pueden hibridar sin barreras dentro del género.

Las especies de la sección *Pseudodendron* han sido nula o escasamente utilizadas en la implementación de trabajos de fitomejoramiento con *Dahlia*s, solo teóricamente se ha propuesto que éstas son susceptibles de hibridar con otras especies con el mismo número de cromosomas dados los ensayos de hibridación realizados con otras especies (Gatt et al., 2000a; Hansen & Hjerting, 2003), obteniendo descendencia fértil cuando ambos parentales poseen el mismo recuento cromosómico o múltiplos del mismo (Hansen & Hjerting, 2003).

Debido al tipo de hábito de crecimiento y distribución restringida de las especies de la sección *Pseudodendron* que hacen difícil su cultivo en otros países (Hansen & Hjerting, 2003; Lawrence, 1970) es que no se ha explorado la afinidad genética de estas especies con otras de la misma sección o secciones diferentes, sin embargo, México cuenta con un gran potencial en la generación de nuevos cultivares de dalias provenientes de la hibridación interespecífica de especies silvestres de dalias dado el marcado endemismo del género (Carrasco-Ortíz et al., 2019), lo cual pone a disposición de los horticultores mexicanos, un amplio reservorio genético aun inexplorado con potencial en la generación de nuevas variedades ornamentales de dalias (Mejía-Muñoz et al., 2020)

Sin embargo, dada la talla de las plantas, así como la ausencia de características ornamentales de interés, los individuos de esta progenie solo fueron cultivados en orden de observar su comportamiento agronómico así como para la producción de semillas con fines de seguimiento de los trabajos de mejoramiento entre estas especies, no obstante, ninguno fue seleccionado para ser propuesto como una nueva variedad de dalia. En este sentido, la realización de futuras hibridaciones de forma bidireccional así como los retrocruzamientos y una mayor obtención de semilla híbrida obtenida por parte de éstos podría arrojar nuevos resultados en cuanto a los fenotipos de la descendencia interespecífica entre estas especies.

2.3.2. Cosecha de semilla F2

Los ejemplares híbridos llegaron a floración a mediados del mes de agosto, periodo más concordante con la especie *D. coccinea* ya que *D. campanulata* alcanza la floración en el mes de septiembre (Saar et al., 2003). Los individuos no recibieron ningún tratamiento adicional a su cultivo convencional, dejando se desarrollasen y produjeran semillas mediante libre polinización; éstas se recolectaron y se resguardaron de la misma manera que la semilla obtenida mediante las polinizaciones manuales.

Finalizando su periodo de cultivo, los individuos fueron retirados de las tinas y se resguardaron los tubérculos que quedaron en macetas cubriéndolos con peat moss para evitar su deshidratación; algunas plantas mostraron podredumbre de las raíces tuberosas al finalizar su ciclo vegetativo por lo que se perdieron al finalizar el mismo.

2.4. Conclusiones

Mediante estos ensayos de hibridación se constata la afinidad genética entre especies de dalias con el mismo número de cromosomas a pesar de pertenecer a secciones diferentes dentro del género resultando en híbridos fértiles ya que fueron capaces de producir semillas mediante libre polinización.

La compatibilidad entre especies dentro de la sección *Pseudodendron* con otras pertenecientes a la sección *Dahlia* en la obtención de híbridos fértiles amplía la gama de

obtención de nuevas variedades con distintas finalidades tales como la ornamental, medicinal o producción de carbohidratos para alimentación aprovechando el reservorio genético resguardado en especies de *Dahlia* nula o escasamente trabajadas en el campo del mejoramiento genético.

La realización de futuros ensayos utilizando estas especies y más concretamente, la cruce recíproca de la llevada a cabo en este ensayo de hibridación (*D. campanulata* x *D. coccinea*) es crucial para determinar la posibilidad de obtener híbridos con características ornamentales de interés que permitan seleccionarlos para ser propuestos como nuevas variedades de dalias con valor ornamental.

La descendencia híbrida obtenida exhibe un fenotipo intermedio entre ambas especies parentales siendo más afín el progenitor femenino en las características vegetativas de las plantas híbridas mientras que el progenitor masculino se destaca en las características florales heredando el color y la forma de los capítulos florales mostrando una coloración rojiza y cabezuelas pequeñas provenientes de la especie *D. coccinea* mientras que el hábito de las plantas alcanzó una altura de hasta 1.92 m. denotando su parentesco a *D. campanulata*.

Es necesario realizar cruzamientos bidireccionales entre especies parentales para ampliar la diversidad tanto genética como morfológica de la descendencia híbrida y obtener más opciones de selección en los trabajos de mejoramiento genético con dalias silvestres.

2.5. Literatura citada

- Arenas, J. Y. R., Delgado-Martínez, R., Morales- Rosales, E. J., Laguna-Cerda, A., Franco-Mora, O. & Urbina-Sánchez, E. (2011). Rendimiento de raíces tuberosas de *Dahlia variabilis* Wild (Desf.) bajo diferentes prácticas de manejo agronómico. *Phyton*, 80(1), 107-112.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572011000100016&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1851-5657.
- Carrasco-Ortiz, M., Mungufa-Uno, G., Castro-Castro, A., Vargas-Amado, G., Harder, M., & Rodríguez, A. (2019). Riqueza, distribución geográfica y estado de conservación del género *Dahlia* (Asteraceae) en México. *Acta Botánica Mexicana*, 126(1). Article e1354.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512019000100107&script=sci_arttext
- Carreño-Chávez, D.A., Muñoz, L.S. & Ararat, J. E. (2014). Evaluación agronómica y nutricional de *Dahlia imperialis* (Roezl ex Ortgies). *Revista Investigación Pecuaria*, 3(1), 37-47.
<https://revistas.udenar.edu.co/index.php/revip/article/view/1839>
- Gatt, M., Hammett, K. & Murray, B. (1999). Confirmation of ancient polyploidy in *Dahlia* (Asteraceae) species using genomic in situ hybridization. *Annals of Botany*, 84(1), 39-48. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0893>
- Gatt, M., Hammet, K. & Murray, B. (2000a). Interspecific hybridization and the analysis of meiotic chromosomes pairing in *Dahlia* (Asteraceae-Heliantheae) species with $x=16$. *Plant Systematics and Evolution*, 221: 25-33.
- Hansen, H.V. (2004). Simplified keys to four sections with 34 species in the genus *Dahlia* (Asteraceae-Coreopsidae). *Nordic Journal of Botany* 24(5), 549-553.
<https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2004.tb01639.x>
- Hansen, H. (2008). Native (wild) *Dahlia*. Taxonomy, historical review, and the derivation of cultivars. *Trial of Dahlia 2008, final report*. Royal Horticultural Society. 21 pp.
- Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2000). *The early history of the domestication of Dahlia (Asteraceae, Heliantheae) with emphasis on the period 1791–1836 including observations on taxonomy, chromosome numbers, biochemistry, biosystematics, ray colour inheritance, and ray colour designation within the genus*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.
- Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2003). *Hybridization within Dahlia (Asteraceae-Coreopsidae): A synopsis based on data from 20 species*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.
- Manrique, I., Párraga, A., & Hermann, M. (2005). Jarabe de Yacón: Principios y procesamiento. *Centro Internacional de la Papa*. https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/06/1919-Jarabe_Yacon.pdf

- Mejía-Muñoz, J. M., De Luna-García, I., Jiménez-Ruiz, E. F., Sosa-Montes, E., Flores-Espinosa, C., Treviño-De Castro, G., & Reyes-Santiago, J. (2020). Research on *Dahlia*, the national flower of Mexico. *Acta Horticulturae*, (1288), 103-108. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1288.15>
- Mejía-Santoyo, M.C., Arellano-Vicuña, D., Ríos-Peralta, S.C., Mejía-Muñoz, J. M & Sosa-Montes, E. (2019). Dahlia flowers and tubers-a healthy and nourishing food from Mexico. *Gesellschaft der Staudenfreunde*. <https://www.ddfagg.de/dahlien/pdf/DAHLIA-FLOWERS-AND-TUBERS.pdf>.
- Saar, D. E., Polans, N. O., & Sorensen P. D. (2003). A phylogenetic analysis of the genus *Dahlia* (Asteraceae) based on internal and external transcribed spacer regions of nuclear ribosomal DNA. *Systematic Botany*, 28(3), 627-639. <https://doi.org/10.1043/01-78.1>
- Schie, S. & Debener, T. (2013). The generation of novel species hybrids between garden dahlias and *Dahlia macdougalii* to increase the gene pool for variety breeding. *Plant Breeding*, 132(2), 224-228. <https://doi.org/10.1111/pbr.12034>
- Sørensen, P. D. (1969). Revision of the genus *Dahlia* (Compositae, Heliantheae-Coreopsidinae). *Rhodora* 71, 309-416. <http://www.jstor.org/stable/23311302>
- Whitley, G.R. (1985). The Medicinal and Nutritional Properties of *Dahlia* spp. *Journal of Ethnopharmacol*, 14(1), 75-82. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(85\)90031-5](https://doi.org/10.1016/0378-8741(85)90031-5)

3. Variación morfológica de la descendencia híbrida interespecífica de dos especies de *Dahlia* secc Entemophyllon

RESUMEN

En este estudio se tuvo como objetivo principal explorar la afinidad genética de las especies *D. dissecta* y *D. rupicola*, dos especies dentro la sección Entemophyllon con la finalidad de observar y evaluar la morfología de la descendencia híbrida interespecífica dentro de esta sección mediante análisis morfométricos de las características foliares y florales de mayor variación observada. Para tal fin, se llevaron a cabo polinizaciones manuales dirigidas, bidireccionales e iterativas, entre individuos pertenecientes a ambas especies, las cuales fungieron tanto como progenitor femenino como masculino. La semilla híbrida obtenida fue sembrada en su totalidad y se llevó a cabo la selección al azar de 60 ejemplares de cada cruce recíproca. La mayor variabilidad en la morfología de las plantas híbridas reside en sus características foliares y la descendencia muestra tres fenotipos distintivos bien definidos: uno intermedio que comparte características de ambas especies parentales y dos extremos que se asemejan más a su parental femenino y que son específicas de cada una de las cruces recíprocas. Los datos morfométricos muestran que las características que explican la mayor variación morfológica de la descendencia híbrida y que definen a los distintos fenotipos son la altura de las plantas, el diámetro del tallo basal que poseen, la anchura de las láminas foliares así como el número total de pedúnculos florales producidos, la longitud de los mismos y el número de capítulos florales.

Palabras clave: *D. dissecta*, *D. rupicola*, caracterización, fenotipo, morfometría

3. Morphological variation of the interspecific hybrid offspring of two species of *Dahlia* secc Entemophyllon

ABSTRACT

The aim of this study was to explore the genetic affinity of the species *D. dissecta* and *D. rupicola*, two species within the Entemophyllon section, with the purpose of observing and evaluating the morphology of the interspecific hybrid offspring within this section through morphometric analysis. of the foliar and floral characteristics with the greatest variation observed. For this purpose, directed, bidirectional and iterative manual pollinations were carried out between individuals belonging to both species, which served as both female and male parents. The hybrid seed obtained was sown in its entirety and a random selection of 60 specimens of each reciprocal cross was carried out. The greatest variability in the morphology of the hybrid plants resides in their foliar characteristics and the offspring show three well-defined distinctive phenotypes: an intermediate one that shares characteristics of both parental species and two extremes that are more similar to their female parent and that are specific to each of the reciprocal crosses. The morphometric data show that the characteristics that explain the greatest morphological variation of the hybrid offspring and that define the different phenotypes are the height of the plants, the diameter of the basal stem they have, the width of the leaf blades as well as the total number of floral peduncles produced, their length and the number of floral chapters.

Keywords: *D. dissecta*, *D. rupicola*, characterization, phenotype, morphometry

3.1. Introducción

La flor de dalia goza de renombre mundial gracias a la gran diversidad de formas y colores, exceptuando el azul, que poseen las distintas variedades ornamentales actuales; es dado a esta gran variabilidad de las características florales de estas plantas que la flor de dalia ha encontrado gran aceptación en especial por parte de los europeos, dándole una importancia similar a flores tradicionalmente cultivadas y aclamadas en ese continente tales como el tulipán holandés (Mejía et al., 2020). Este gran reconocimiento del que goza la flor nacional mexicana tuvo sus inicios alrededor del año 1818 (Mera & Bye, 2006), momento en el cual ya se tenía constancia de más de 75 variedades de dalias ornamentales y desde ese momento, el desarrollo de los procesos de fitomejoramiento utilizando a la dalia como su principal fuente de recurso genético comenzó de manera formal y los cuales condujeron a la obtención de cabezuelas florales de mayor tamaño que la de las especies silvestres (Hansen & Hjerting, 2000), así como en un incremento en el número de lígulas generando las primeras variedades “dobles” de dalias y con una gran combinación de colores de flores liguladas exceptuando el azul (Mera & Bye, 2006), así mismo, los esfuerzos del mejoramiento genético han logrado producir características florales distintivas en las dalias reduciendo el número de flores tubulares del disco floral en pro del aumento del número de lígulas además de presentar formas distintivas tales como torsiones y curvaturas de las mismas (Hansen, 2000; Treviño et al., 2007) lo cual resalta su belleza y excentricidad.

Todas estas características han impulsado y promovido la creación de muchas y muy diversas asociaciones alrededor del mundo que tienen como objetivo fundamental el mejoramiento y desarrollo así como la promoción del cultivo de la flor de dalia (Mera & Bye, 2006) entre las que se encuentran La Sociedad Americana de la Dalia (ADS), La Sociedad Nacional de la Dalia en Reino Unido, así como la Asociación Mexicana de la Dalia o Acocoxóchitl (AC), además de otras agrupaciones similares en países como Nueva Zelanda, Francia y Alemania (Mera & Bye, 2006).

A pesar de todas estas agrupaciones y asociaciones enfocadas al cultivo y mejoramiento de la dalia, solo cuatro especies de las 42 reconocidas actualmente (Reyes-Santiago, et al., 2018) han dominado la obtención de cultivares ornamentales, *D. coccinea*, *D.*

pinnata, *D. imperialis* y *D. merckii*, dejando inexplorado el gran reservorio genético del resto de las especies del género (Mejía et al., 2020); si bien, año con año se siguen generando nuevas variedades, existen otras especies de dalias con cualidades potencialmente de interés ornamental dada su diversidad genética tales como floraciones recurrentes y cierto grado de resistencia a factores climáticos adversos (Mejía et al., 2020).

La sección *Entemophyllon*, dentro del género *dalia*, agrupa un total de siete especies que se caracterizan por un tipo de hábito de crecimiento arbustivo o semiarbustivo, laminas foliares tripinnadas profusamente subdivididas en pinnas delgadas y pequeñas que presentan una filotaxia alterna y flores liguladas de color lila, morado o blanco (Saar et al., 2003; Sorensen, 1969). Esta sección también se caracteriza en cuanto al recuento de cromosomas que poseen la especie que la integran siendo $2n=34$ el número de cromosomas en común de todas estas especies y que difiere de las demás dalias conocidas hasta el momento lo que posiciona a esta sección como el único clado natural dentro del género (Gatt et al., 1999; 2000a; Hansen, 2008).

El hábitat en el que se encuentran estas especies de manera natural les ha otorgado una serie de características distintivas, muy singulares de entre las demás especies de dalias y que al igual que su conformación genética, las define y distingue de las demás secciones (Carrasco-Ortíz et al., 2019). Estas especies provienen de ambientes áridos y semiáridos además de que muestran una distribución sumamente restringida, muchas de ellas encontrándose únicamente en su localidad tipo (Castro-Castro, 2012) y no habiéndose encontrado, hasta el momento, otras poblaciones de la misma especie (Carrasco-Ortíz et al., 2019). La adaptación a ambientes áridos les ha conferido a estas especies cualidades de interés agronómico tales como la resistencia a sequías prolongadas como en el caso de *D. rupicola* y otras exhiben periodos vegetativos y florales amplios y recurrentes a lo largo de todo el año como en el caso de *D. dissecta* (Mejía et al., 2020). Estas dos especies en particular no se encuentran cohabitando de forma natural (Castro-Castro, 2012), sin embargo, al compartir el mismo número de cromosomas, ambas especies pueden ser susceptibles de hibridar entre ellas (Hansen & Hjerting, 2003); esta cualidad, implementada en trabajos de mejoramiento genético con

dalias silvestres podría conducir a la generación de variedades ornamentales de dalias completamente diferentes, desde su tipo de hábito de crecimiento, así como por el porte y tipo de follaje de las plantas que no exhiben otras variedades ornamentales provenientes de la hibridación entre especies pertenecientes a otras secciones (Mejía-Muñoz et al., 2015).

Actualmente los trabajos de mejoramiento genético utilizando como material vegetal las especies dentro de la sección Entemophyllon son escasos por lo que los resultados de éstos han sido escasa o nulumamente reportados (Mejía-Muñoz et al., 2015); algo similar ocurre con la única especie que conforma la sección Ephyphytum, *D. macdougalli*, la única especie de dalia trepadora que se conoce y que es endémica del estado mexicano de Oaxaca (Schie & Debener, 2013); todas estas especies junto con sus características distintivas son prácticamente desconocidas para la horticultura ornamental a pesar de poseer un gran potencial si se implementan trabajos de hibridación y obtención de nuevas formas cultivadas de dalias (Hansen & Hjerting, 2003).

3.2. Materiales y Métodos

El trabajo se realizó en las instalaciones de los invernaderos de posgrado pertenecientes a la Universidad Autónoma Chapingo en el estado de México donde predomina un clima templado semis eco con lluvias en verano correspondiente a la clasificación climática con una temperatura media normal anual de 15.6 °C de máxima 25.1 y una mínima de 6.1 y una precipitación media anual de 554.5 mm. Se eligieron individuos de las especies *D. rupicola* y *D. dissecta* pertenecientes a un lote poblacional a cargo del M. en C. José Merced Mejía Muñoz para fungir como progenitores de los entrecruzamientos a realizar. La selección de los individuos consistió en la elección de aquellos que presentaban una floración abundante así como vigor vegetativo y un porte adecuado para la especie en cuestión. *D. dissecta* es una especie de hábito de crecimiento semiarbustivo y semirastrero que se extiende horizontalmente sobre la superficie del terreno, posee un follaje de color verde brillante conformado por hojas en posición opuesta, tripinnadas con pinnulas en posición alternada y presenta una floración abundante consistente en cabezuelas de tamaño pequeño de 5-7 cm de diámetro mayoritariamente solitarias o en grupos de dos o tres en pedúnculos florales largos, delgados y flexibles mientras que las

lígulas son de color lila pálido a blancas y flores tubulares amarillas. Por su parte, *D. rupicola* es una especie con un hábito de crecimiento erecto, posee 1 a 3 tallos principales robustos, lignificados en la base con una altura de hasta 1.8 m; presenta hojas tripinnadas muy distintivas, profundamente subdivididas en pínulas largas y delgadas alternadas sobre el raquis y raquillas; las cabezuelas son mayoritariamente solitarias o en grupos de tres sobre pedúnculos florales cortos y delgados y lígulas de color morado con la porción basal de la cara interna de color amarillo al igual que las flores tubulares (Figura 13).



Figura 13. Ejemplares de las especies *Dahlia dissecta* (izquierda) y *Dahlia rupicola* (derecha).

Los ejemplares seleccionados de ambas especies conformaron un lote de cultivo de las mismas consistente en seis ejemplares cada uno; los individuos se empezaron a cultivar a mediados del mes de febrero de 2021, siendo ejemplares ya maduros, su cultivo en esta etapa consistió en la preparación de las plantas para su correcto desarrollo comenzando

por la nutrición de las mismas fertilizando y controlando la aparición de diversos tipos de plagas que pudieran afectar el desarrollo de las plantas. Los lotes poblacionales de ambas especies llegaron a la sincronización de la antesis a mediados del mes de mayo del 2021, momento en el cual se llevaron a cabo las polinizaciones manuales.

El trabajo de cruzamiento se llevó a cabo de la misma manera que el descrito en el capítulo dos del presente trabajo correspondiente a las especies *D. coccinea* x *D. campanulata* bajo las mismas directrices con la adición de la realización de cruzamientos recíprocos, es decir, ambas especies fueron utilizados como receptores y donadores de polen. Las hibridaciones se llevaron a cabo mediante la recolecta del polen de individuos de ambas especies, una a la vez, y polinizando las flores tubulares del ejemplar correspondiente, identificando las cabezuelas florales mediante etiquetas dentro de las bolsas de organza con la finalidad de repetir el mismo cruzamiento de manera iterativa durante tres o cuatro días consecutivos; la selección de los cruzamientos fue llevada a cabo al azar entre los individuos (Figura 14).



Figura 14. Cabezuelas florales aisladas mediante bolsas de organza. Izquierda, parental *Dahlia dissecta*. Derecha: Cabezuela de *Dahlia rupicola*, el retiro de lígulas a excepción de dos se realizó para facilitar la colecta de polen y las sucesivas polinizaciones manuales.

Una vez terminadas las polinizaciones manuales, los capítulos se dejaron bajo el resguardo de las bolsas de organza hasta su maduración y cosecha de semilla híbrida (Figura 15), la cual se llevó a cabo desde finales del mes de agosto hasta mediados del mes de noviembre del mismo año. Una vez colectados todos los frutos maduros, se procedió con la limpieza de la semilla de los remanentes florales, se contaron los totales de semillas obtenidas por cruce manteniendo la identidad de los progenitores involucrados y se resguardaron en bolsas de estraza en lugar fresco y seco hasta el próximo ciclo de cultivo (Cuadro 5).



Figura 15. Aquenios maduros provenientes de las polinizaciones manuales.

Cuadro 5. Totales de semillas híbridas obtenidas y sembradas de los entrecruzamientos recíprocos de *Dahlia dissecta* x *Dahlia rupicola*.

Cruza	Ssemillas
<i>D. dissecta</i> x <i>D. rupicola</i>	775
<i>D. rupicola</i> x <i>D. dissecta</i>	254

Con base en la cantidad de semilla híbrida obtenida, a mediados del mes de febrero de 2022, se sembraron dos lotes correspondientes a cada una de las cruzas utilizando el total de la semilla híbrida obtenida con el propósito de asegurar al menos 60 individuos de cada una para llevar a cabo las caracterizaciones y análisis de morfología de la descendencia. Para tal fin se establecieron semilleros con sustrato a base de 100 % de “peat moss” como sustrato para la siembra de la semilla híbrida obtenida; la germinación de las primeras plantas tardó una semana después de la siembra (Figura 16).



Figura 16. Plántulas híbridas obtenidas mediante la siembra de los aquenios obtenidos mediante las fecundaciones manuales realizadas.

Una vez germinadas, las plántulas fueron trasladadas a macetas de cuatro pulgadas para su desarrollo inicial individual en el momento de presentar el primer par de hojas verdaderas; el tiempo de desarrollo hasta esta etapa fue de tres semanas tras la siembra de la semilla; se utilizó un sustrato compuesto por “peat moss” y perlita 50 %-50 % y fertilizando dos veces por semana con 0.5 g.L^{-1} de NPK para establecer las plántulas en las macetas; luego de alcanzar una altura aproximada de entre 12 a 15 cm al mes y medio desde la siembra, se seleccionaron 60 ejemplares al azar provenientes de ambas cruza, los cuales fueron trasplantados a tinas a modo de maceteros de 700 L de

capacidad en el mes de abril del 2022 las cuales fueron previamente establecidas con una mezcla de “peat moss”, perlita y tierra de campo en proporción 40-40-20, respectivamente, simulando una disposición en “tres bolillo” dentro de las tinas y ubicándose ocho ejemplares por cada una; el resto de los ejemplares fueron trasladados al campo experimental para continuar con su desarrollo en condiciones de intemperie (Figura 17).



Figura 17. Establecimiento de los ejemplares seleccionados en las tinas. La disposición fue de “tres bolillo” estableciendo 8 ejemplares por tina.

Las plantas híbridas alcanzaron la etapa de madurez y floración a mediados del mes de mayo y principios de junio del mismo año, aproximadamente tres meses y medio después de la siembra de la semilla y se continuándose su cultivo y labores culturales tales como fertilización, deshierbe y fumigación de manera periódica hasta el final de su ciclo de cultivo (Figura 18).



Figura 18. Ejemplares híbridos maduros comenzando antesis en las tinas de cultivo.

En el mes de noviembre de 2022, los ejemplares híbridos ubicados en las tinas de cultivo se encontraban terminando su periodo de floración, momento que fue aprovechado para la toma de datos correspondientes de los diferentes individuos para evaluar la variabilidad morfológica de la descendencia híbrida (Cuadro 6). Se midieron las diferentes variables morfológicas de interés al tiempo que se podaron las plantas a la altura del sustrato para comenzar su periodo de reposo, Al respecto, la semilla producida

por los ejemplares descendientes de los cruzamientos mediante libre polinización, fue colectada y resguardada al momento de hacer las podas mencionadas con la finalidad de poseer germoplasma para continuar con futuros trabajos de mejoramiento genético con estas especies.

Cuadro 6. Variables seleccionadas para la realización de los análisis de variabilidad morfológica.

Variable	Abreviación
Altura de planta	AP
Diámetro basal del tallo	DT
Largo total de la hoja	LH
Largo de lámina foliar	LLF
Ancho de lámina foliar	AH
Longitud de pedúnculo floral	LPF
Número de pedúnculos florales	TF
Cabezuelas por pedúnculo floral	CT
Total de cabezuelas por planta	CP

En cuanto a la realización de los análisis de morfometría, se llevó a cabo primeramente un análisis discriminante con el objetivo de determinar cuáles de las variables medidas tiene mayor poder discriminante a la hora de conformar grupos dentro de la descendencia híbrida y si estos se corresponden con los fenotipos observados de las plantas a primera vista, así como poder eliminar variables no informativas en la explicación de la varianza morfológica de la descendencia.

Una vez identificadas las variables más relevantes se procedió a realizar un análisis de componentes principales (ACP) con el objetivo de encontrar las características morfológicas que explican el mayor porcentaje de variación observada dentro del grupo de híbridos obtenidos. Finalmente se llevó a cabo un análisis de agrupamiento o clúster para identificar la conformación de grupos bien definidos y si éstos efectivamente se corresponden a los fenotipos identificados durante el cultivo de las plantas híbridas.

3.3. Resultados y discusión

La afinidad genética para el cruzamiento de *D. dissecta* y *D. rupicola* mostró ser plausible desde el momento de la obtención de achenios maduros por parte de los progenitores polinizados de manera manual; las especies de la sección Entemophyllon poseen un único número de cromosomas en común ($n=17$), por lo cual podrían ser susceptibles de hibridación, sin embargo, esto solo había sido propuesto por Hansen & Hjerting (2003) ya que indicaron la compatibilidad entre especies con el mismo número de cromosomas, sin embargo, la sección Entemophyllon no fue evaluada al respecto en dichos trabajos. La afinidad genética entre *D. dissecta* y *D. rupicola* fue corroborada por Mejía-Muñoz et al. (2015) mediante hibridaciones unilaterales utilizando a *D. dissecta* como progenitor femenino y obteniendo individuos fértiles dentro de la descendencia, sin embargo, la crucea recíproca no se llevó a cabo por lo que es importante observar si ambas especies son afines entre sí en ambas direcciones de entrecruzamiento y si la descendencia muestra otro fenotipo distinto.

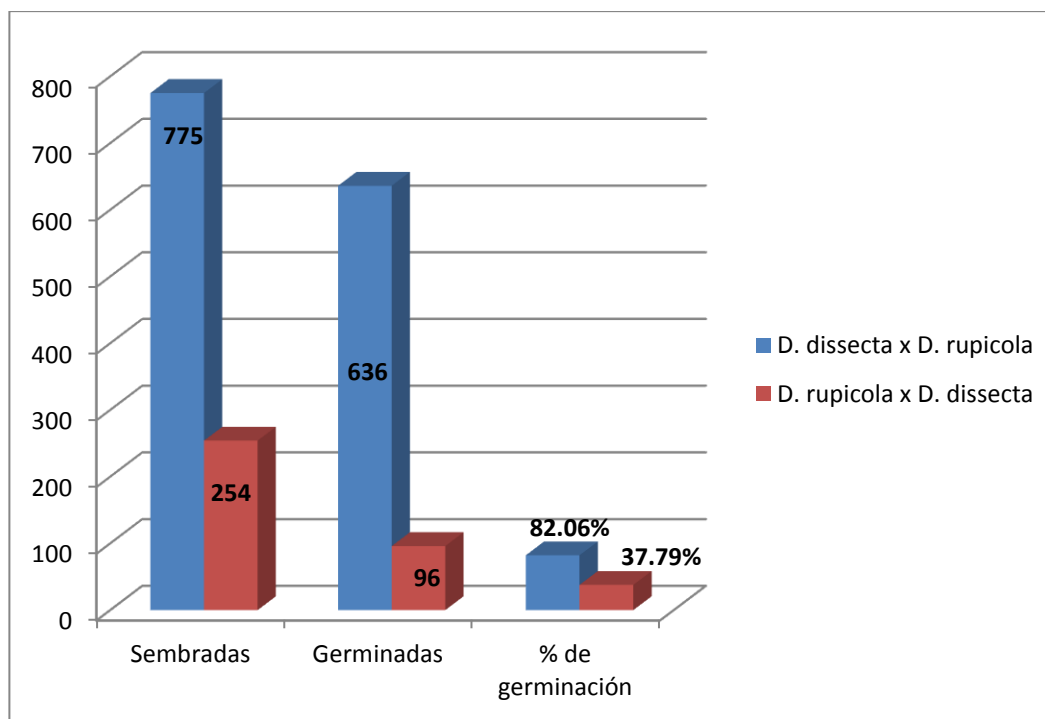


Figura 19. Total de semillas sembradas, número de semillas germinadas y porcentaje de germinación de la descendencia híbrida recíproca de *D. dissecta* y *D. rupicola*.

La hibridación entre ambas especies utilizando a *D. dissecta* como progenitor femenino fue la que más semillas produjo mediante las polinizaciones manuales, así como la que mostró mayor porcentaje de germinación de los aquenios sembrados, siendo más del triple que la crucea recíproca de *D. rupicola* x *D. dissecta* en el caso del total de semilla híbrida obtenida y sobrepasando el doble del porcentaje de germinación (Figura 19)

De los 60 ejemplares representativos de cada cruzamiento se obtuvo un lote de 120 plantas establecidos en las tinas de cultivo. Los ejemplares, durante su desarrollo mostraron a simple vista tres tipos de fenotipos distintos, uno de los cuales se mostró compartido en la descendencia híbrida recíproca siendo el de mayor representatividad por el número de ejemplares con esta morfología mientras que los otros dos fueron exclusivos de cada una de las cruzaes recíprocas (Figura 20). Esto concuerda parcialmente con los resultados obtenidos por Mejía-Muñoz et al. (2015) quienes obtuvieron individuos híbridos con un fenotipo intermedio entre ambos parentales silvestres; al respecto, ellos observaron dos fenotipos distintos de plantas híbridas de hábito de crecimiento ramificado y no ramificado que corresponden a la descendencia de una de las cruzaes realizadas, sin embargo, se evidenció que estas especies dan lugar a un tercer fenotipo dentro de la progenie al realizar las cruzaes recíprocas.



Figura 20. Fenotipos observados en la descendencia híbrida entre *Dahlia dissecta* y *Dahlia rupicola*; arriba, izquierda: fenotipo denominado “fino”; arriba, derecha: fenotipo “intermedio” compartido por ambas cruzaes recíprocas; abajo: fenotipo “postrado”.

El fenotipo compartido identificado como “intermedio” se caracterizó por mostrar una morfología intermedia entre ambas especies parentales con una altura promedio de 80 cm de las plantas, un hábito de crecimiento semiarbustivo, muy ramificado desde la base con tallos erectos y hojas trippinadas de láminas foliares amplias segmentadas en pinnas anchas y alargadas y pedúnculos florales sumamente largos de textura rígida y quebradiza de hasta 40 cm de longitud, los capítulos florales se mostraron mayoritariamente en grupos de tres por cada pedúnculo floral con lígulas de color lila con la porción basal interior de las mismas de color amarillo, en comparación, la especie *D. dissecta* presenta un hábito de crecimiento semirastrero con follaje compuesto de hojas pequeñas subdivididas en pinnas igualmente de pequeño tamaño y pedúnculos florales alargados de 25 a 30 cm de longitud, delgados y flexibles con flores mayoritariamente solitarias o en grupos de dos cabezuelas por pedúnculo floral; por su parte, *D. rupicola* presenta un hábito de crecimiento erecto, semiarbustivo, con un tallo principal donde se insertan las hojas de lámina foliar profundamente subdivida en pinnas delgadas y alargadas dándole un aspecto de “palmera” que recuerda a las especies de *Cosmos bipinnatus*, los pedúnculos florales que posee son cortos de no más de 12-15 cm de largo, delgados y que presentan cabezuelas solitarias con ocho lígulas de color morado oscuro a lila claro con la base interna de color amarillo (Figura 21 y 22).



Figura 21. Comparación del hábito de crecimiento y tipo de follaje entre las especies parentales y su descendencia híbrida intermedia: izquierda *Dahlia rupicola*; centro: descendencia intermedia; derecha: *Dahlia dissecta*.



Figura 22. Morfología floral de las especies parentales y su descendencia intermedia: izquierda: *Dahlia rupicola*; centro: descendencia híbrida intermedia; derecha: *Dahlia dissecta*.

Estas características de las especies parentales se ven mezcladas en la descendencia de fenología “intermedia”, mostrando así mismo un desarrollo vegetativo muy superior al de sus parentales silvestres alcanzando la madurez en tan solo tres meses y medio a partir de la siembra de los aquenios y mostrando una floración abundante y recurrente durante al menos cinco meses de su cultivo, en comparación con los parentales silvestres que exhiben un periodo de floración que sólo barca tres meses como máximo; estas mismas características fenológicas fueron observadas en la descendencia híbrida obtenida por Mejía-Muñoz et al. (2015), por lo que son recurrentes al entrecruzarse estas especies, generando plantas que exhiben periodos de floración abundantes y prolongados durante su ciclo de cultivo.

Otra característica sobresaliente de estas plantas es que mostraron una carencia de periodo de reposo invernal; esta característica se evidenció al momento de la toma de datos morfológicos y después de ser podadas las plantas, las cuales, ya en etapas tempranas invernales de mediados de diciembre, rebrotaron desde la corona de las raíces tuberosas y alcanzaron una talla comparable a la que tenían antes de ser podadas aunque con una escasa producción de flores, sin embargo, seguían produciéndose algunas cabezuelas florales.

Respecto a los fenotipos extremos dentro de la descendencia, ambos cruzamientos mostraron un pequeño porcentaje de individuos con morfología muy similar al de su progenitor femenino, es decir, un pequeño porcentaje de los individuos de la cruce *D. dissecta* x *D. rupicola*, evidenció un fenotipo muy similar a la especie *D. dissecta* que se denominó como “postrado” por el hábito de crecimiento de las plantas mientras que lo mismo ocurrió en la cruce de *D. rupicola* x *D. dissecta*, obteniéndose algunos ejemplares de fenotipo como *D. rupicola* e identificado como “fino” debido a su follaje de pinnas delgadas y alargadas; estos fenotipos fueron exclusivos de cada una de las cruces y no se presentaron en la recíproca (Figuras 23 y 24)



Figura 23. Fenotipos extremos de la descendencia híbrida semejantes al parental materno: izquierda: individuo de fenotipo “fino” de la cruce *Dahlia rupicola* x *Dahlia dissecta*; derecha ejemplar “postrado” de la cruce *D. dissecta* x *D. rupicola*.

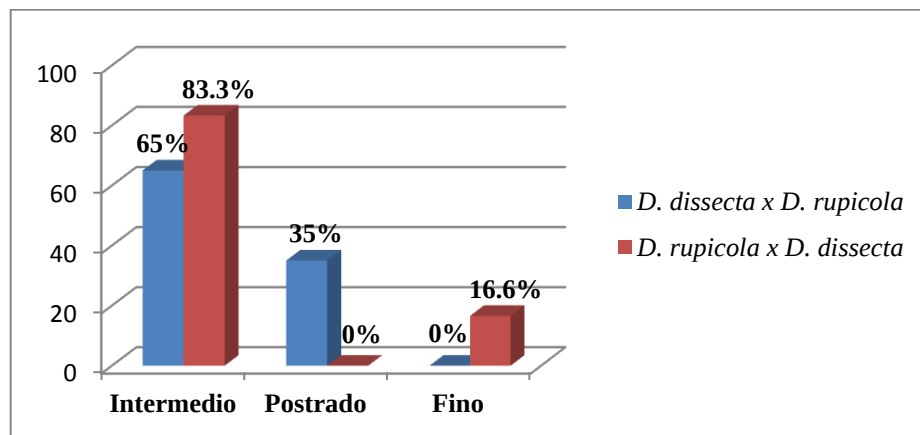


Figura 24. Porcentaje de obtención por cruce de los distintos fenotipos de la descendencia híbrida entre *Dahlia dissecta* y *Dahlia rupicola*.

Como parte de los análisis morfométricos se llevó a cabo en primer lugar la selección de variables de mayor relevancia consistente con la metodología de Jhonson (1998) mediante un método de selección por pasos partiendo de un primer análisis de varianza de cada una de las variables respuesta. Se eligieron las variables cuyo valor de F calculada mediante el análisis fuera más alto, las cuales denotan mayor variación dentro de los individuos analizados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Variables introducidas en el análisis discriminante y valores del estadístico F obtenidos de cada una de ellas mediante el procedimiento stepdisc de SAS, $Pr > F$: 0.0001. AP: Altura de Planta, DT: Diámetro basal del tallo, LH: Longitud de la hoja, LLF: Longitud de la lámina foliar, AH: Ancho de la hoja, LPF: Longitud de pedúnculo floral, TF: # de pedúnculos florales, CT: Cabezuelas por pedúnculo floral, CP: Total de cabezuelas por planta.

Estadísticos para Entry, DF = 3, 111					
Variable	Etiqueta	R-cuadrado	Valor F	Pr > F	Tolerancia
AP	AP	0.4704	32.87	<.0001	1.0000
DT	DT	0.6112	58.17	<.0001	1.0000
LH	LH	0.5011	37.17	<.0001	1.0000
LLF	LLF	0.3414	19.18	<.0001	1.0000
AH	AH	0.6623	72.57	<.0001	1.0000
LPF	LPF	0.5290	41.55	<.0001	1.0000
TF	TF	0.2451	12.01	<.0001	1.0000
CT	CT	0.1322	5.63	0.0012	1.0000
CP	CP	0.2177	10.30	<.0001	1.0000

De las nueve variables medidas se discriminaron tres cuyo valor de F no fue significativo para ser elegidas como componentes de la varianza morfológica de la descendencia híbrida por lo que se excluyeron de los posteriores análisis de componentes principales (ACP) y de agrupamiento, identificando como principales características de variación de las plantas el ancho total de las hojas así como la longitud de los pedúnculos florales, la altura de las plantas, el diámetro basal del tallo así como el número de tallos y capítulos florales que desarrollaron los individuos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resumen de la selección de variables morfológicas mediante el procedimiento stepdisc en el programa estadístico SAS; número de variables seleccionadas 6; $Pr > F = 0.0001$.

Resumen de selección stepwise											
Pas o	Núme ro en	Introduci do	Elimina do	Etique ta	R- cuadra do parcial	Valo r F	Pr > F	Lambda: de W ilks	Pr < Lamb da	Correlaci ón canónica cuadrada de la media	Pr > ASC C
1	1	AH		AH	0.6623	72.57	<.0001	0.33769536	<.0001	0.22076821	<.0001
2	2	LPF		LPF	0.5397	42.99	<.0001	0.15545342	<.0001	0.39955654	<.0001
3	3	AP		AP	0.3252	17.51	<.0001	0.10490432	<.0001	0.48186784	<.0001
4	4	DT		DT	0.2201	10.16	<.0001	0.08181481	<.0001	0.52395565	<.0001
5	5	CT		CT	0.1962	8.70	<.0001	0.06576631	<.0001	0.54643597	<.0001
6	6	TF		TF	0.1500	6.24	0.0006	0.05589971	<.0001	0.56767655	<.0001

Estas variables identificadas mediante el análisis discriminante concuerda con las observaciones vistas en las plantas híbridas las cuales se diferencian principalmente por la altura que alcanzan, mientras que el tipo de follaje y hábito de crecimiento también son distintivos a simple vista. La variable DT (Diámetro basal del tallo) es una característica que se puede pasar por alto a simple vista pero que resulta ser estadísticamente relevante a la hora de identificar grupos de plantas dentro de la descendencia. Así mismo se puede constatar que el número de pedúnculos y cabezuelas florales contados en las plantas también difiere dependiendo el fenotipo en cuestión.

El análisis de componentes principales se interpretó con base en los eigen-values del análisis en cuestión los cuales muestran los componentes principales con sus respectivos valores en el análisis realizado, así como su porcentaje tanto individual como acumulado y el total de la variabilidad alcanzada con cada uno de ellos. Para que un análisis de componentes principales sea fiable, los tres primeros componentes de la varianza deben explicar al menos el 80 % de la variabilidad observada. En este análisis, los datos muestran una explicación de la varianza del 87.02 % en tres factores principales los cuales integran las 6 variables identificadas en el análisis anterior (Cuadros 9 y 10; Figura 25) por lo que las variables seleccionadas son las que mejor explican la

variabilidad morfológica de la descendencia híbrida recíproca entre *D. dissecta* y *D. rupicola*.

Cuadro 9. “Eigen-values” o valores obtenidos de las variables seleccionadas obteniéndose un porcentaje de explicación de la varianza del 87.02 % en tres factores principales.

Autovalores de la matriz de correlación				
Componente principal	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulado
1	3.65782266	2.58707247	0.6096	0.6096
2	1.07075020	0.57830445	0.1785	0.7881
3	0.49244575	0.13852623	0.0821	0.8702
4	0.35391951	0.05996224	0.0590	0.9292
5	0.29395728	0.16285267	0.0490	0.9781
6	0.13110460		0.0219	1.0000

Cuadro 10. Autovectores resultantes del análisis ACP. El primer componente principal lo componen cuatro variables principales, mientras que el componente 2 y 3 lo conforman dos y una variable, respectivamente.

Autovectores							
		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
AP	AP	0.327775	0.581946	-.619034	0.316992	0.258931	0.056302
DT	DT	0.447567	0.057806	-.267232	-.662677	-.467852	-.258656
LH	LH	0.450330	-.337626	0.132059	0.146842	0.466686	-.653003
LLF	LLF	0.435261	-.253648	0.066738	0.603620	-.594226	0.155868
AH	AH	0.458237	-.306602	0.037544	-.269600	0.378374	0.691920
LPF	LPF	0.300028	0.621019	0.722551	-.042093	-.001269	0.021572

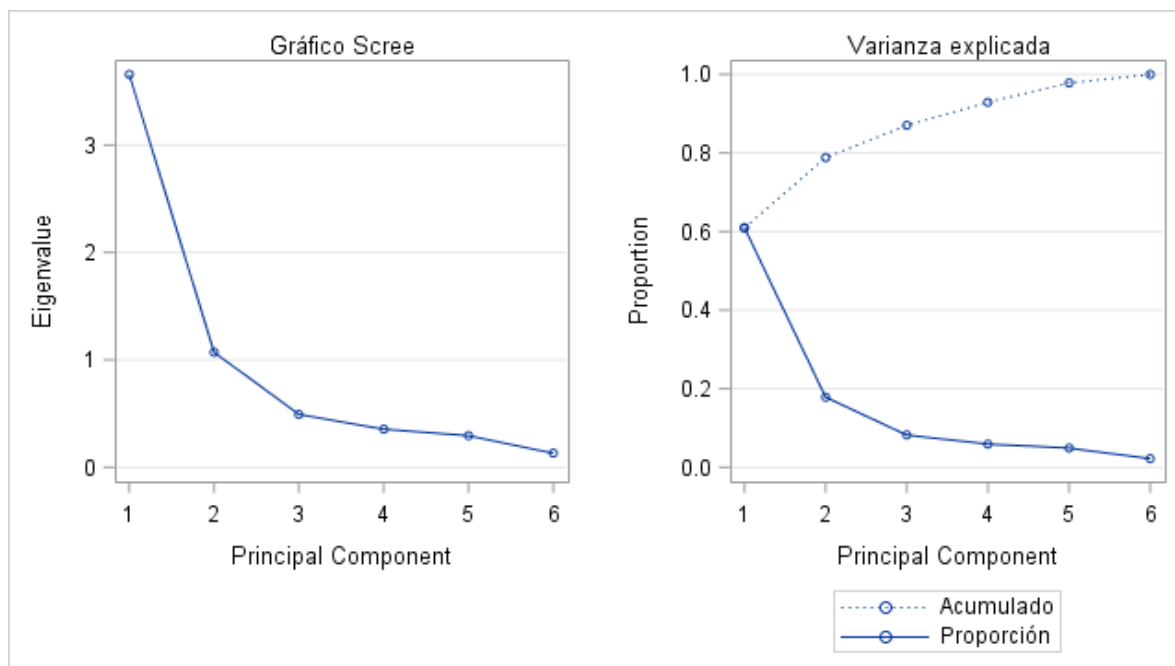


Figura 25. Varianza explicada por medio de tres factores principales que abarcan el 87 % de la variación morfológica observada. Las seis variables medidas son significativas en la explicación de la variabilidad morfológica de las plantas híbridas.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis de agrupamiento o clúster para visualizar los grupos de individuos identificados como parte de los análisis de explicación de la varianza. Tomando en cuenta el estadístico de pseudo F para la formación de conjuntos (Figura 26), el análisis sugiere la conformación de tres grupos morfológicos distintos que corresponden a los tres tipos de fenotipos identificados dentro del total de la descendencia híbrida obtenida los cuales son el tipo de fenotipo “intermedio” entre ambos progenitores, el tipo “postrado” correspondiente a la cruce con *D. dissecta* como parental materno y el tipo “Fino” proveniente de los individuos que poseen a *D. rupicola* como parental femenino (Figura 27).

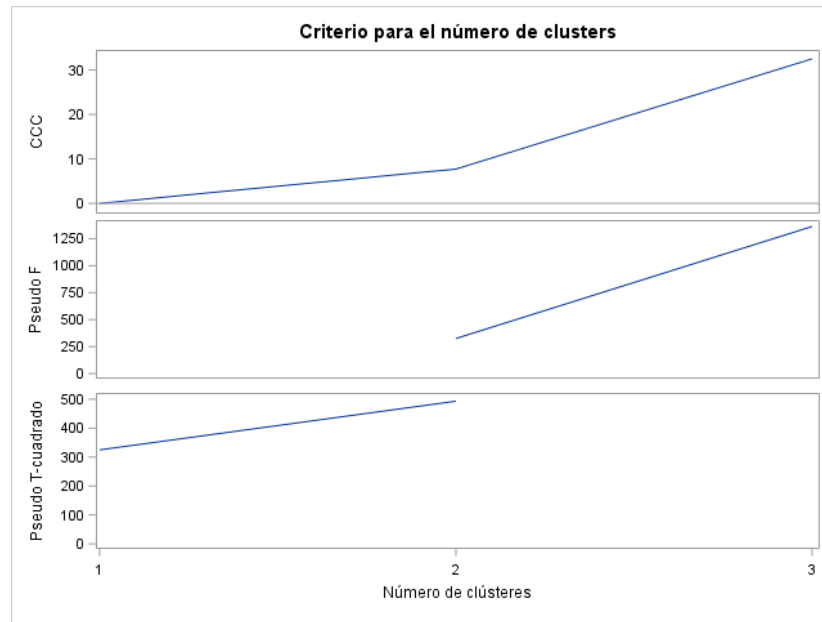


Figura 26. Criterios de agrupamiento arrojados por el análisis clúster con base en tres tipos de estadísticos diferentes. El estadístico pseudo F así como el criterio cúbico de agrupamiento sugieren la conformación de tres grupos claramente identificados dentro de los individuos analizados mientras que la pseudo t cuadrada identifica dos.

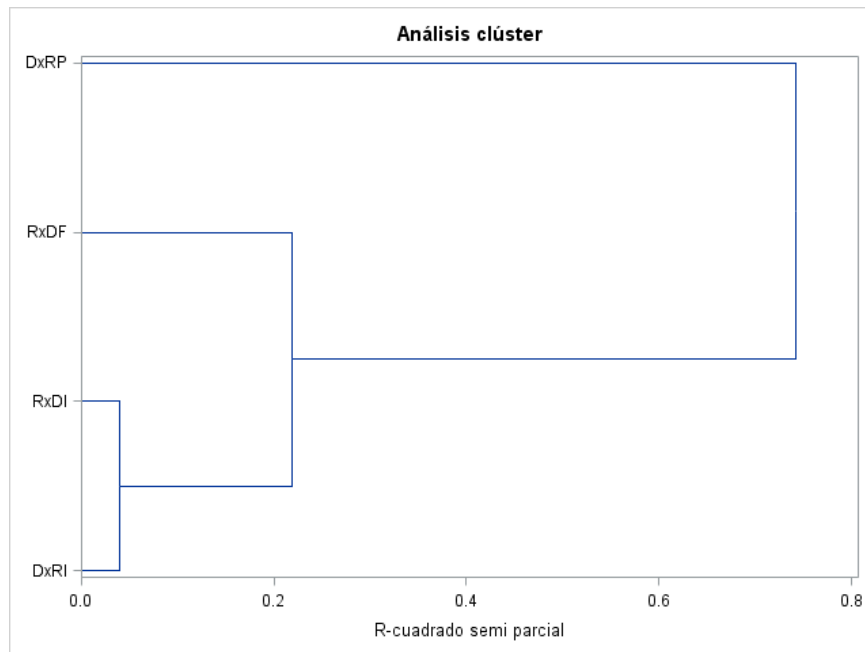


Figura 27. Dendrograma obtenido mediante el método de varianza mínima de Ward donde se observan dos o tres grupos bien definidos dependiendo la pseudoestadística que se tome en cuenta de los criterios de agrupamiento. Ambas cruza recíprocas son las más cercanas ya que comparten el fenotipo intermedio (DxRI y RxDI) y conforman un grupo de morfología intermedia mientras que los otros dos grupos corresponden a los fenotipos extremos “fino” (RxDF) y “postrado” (DxRP).

Los individuos con fenotipo “intermedio” resultaron estar más cercanamente relacionados en el dendrograma al grupo de plantas con un fenotipo “fino”, esto se debe a que de las variables medidas, éstas comparten más cantidad de caracteres morfológicos entre si tales como la altura de las plantas, siendo ésta una de las variables más significativas resultantes en los análisis de componentes principales; sin embargo, ambos grupos pueden identificarse claramente también debido a que sus diferencias resultan ser mayores que sus semejanzas. Con ayuda de marcadores ISSR, Mejía-Muñoz et al., 2015, corroboraron el estado híbrido de la descendencia obtenida mientras que los análisis morfométricos realizados en este trabajo también logran identificar estadísticamente distintos fenotipos dentro de la progenie híbrida por lo que resulta adecuado llevar de la mano ambos tipos de estudios para poder caracterizar de una forma más completa los descendientes obtenidos ayudando, así mismo, en posibles trabajos de selección y mejoramiento con estas especies.

El grupo más apartado dentro del análisis de agrupamiento resultó ser el fenotipo “postrado” dado que posee una morfología muy distinta a los otros grupos sobre todo en características distintivas como la altura de la planta y el tamaño de las láminas foliares que poseen; este fenotipo no fue observado en los trabajos anteriores de hibridación con las especies *D. dissecta* y *D. rupicola* (Mejía- Muñoz et al., 2015) muy probablemente por la unilateralidad de las cruas por lo que, a pesar de que ambas direcciones de entrecruzamiento generan un fenotipo en común, existe otro porcentaje de individuos híbridos que muestran un fenotipo exclusivo de cada uno de los progenitores involucrados dependiendo de su papel progenitor, lo cual es de relevancia a la hora de implementar futuros trabajos de fitomejoramiento tomando en cuenta todas las posibles características que presenta la descendencia y seleccionar las más relevantes dependiendo de los objetivos que se pretendan alcanzar.

3.4. Conclusiones

La hibridación interespecífica entre las especies *D. dissecta* y *D. rupicola* es plausible de manera recíproca, generando híbridos fértiles con un vigor superior al de sus parentales silvestres y con una morfología mayoritariamente intermedia entre ambas especies.

Se identifican tres fenotipos de la descendencia híbrida claramente identificables tanto por el observador a simple vista como diferenciables significativamente de forma estadística; estos grupos de híbridos se identifican principalmente por la altura que pueden alcanzar, el ancho y largo de las hojas que presentan, el diámetro basal de sus tallos principales y la cantidad de pedúnculos florales así como de cabezuelas que generan.

Los análisis morfométricos y de agrupamiento lograron identificar las características que poseen la mayor explicación de la varianza morfológica en la descendencia híbrida siendo éstas mayoritariamente enfocadas a las características foliares, sin embargo, también se identificó que cualidades tales como la altura máxima que pueden alcanzar las plantas así como la cantidad de pedúnculos y cabezuelas florales producidas ayudan al reconocimiento de los diferentes grupos identificados en este tipo de plantas.

La floración abundante y recurrente que mostró el mayor porcentaje de la descendencia híbrida obtenida, es decir, el fenotipo intermedio, le otorgan un valor agregado a esta progenie tanto como para su uso ornamental, como planta con flores, para maceta y en la conformación de setos así como para su uso en el ámbito ecológico estableciendo jardines de polinizadores que exhiban especies que solventen el sustento de diferentes especies de polinizadores, desde insectos hasta aves, benéficos, tanto para el ambiente como para el ser humano. Así mismo, la gran producción de cabezuelas florales durante un largo periodo de tiempo así como la formación de aquenios maduros evidencia la gran capacidad reproductora de los híbridos entre estas especies los cuales los hace aptos para implementar futuros trabajos de mejoramiento genético así como en la multiplicación masiva de los mismos con fines diversos de cultivo.

D. dissecta obtuvo una mejor generación de semillas por parte de las polinizaciones manuales dirigidas y presentando un mayor porcentaje de viabilidad en la germinación de las mismas por lo que es recomendable ser utilizada como progenitor femenino en futuros trabajos de mejoramiento con estas y otras especies pertenecientes a la sección *Entemophyllon*.

3.5. Literatura citada

- Hansen, H. (2008). *Native (wild) Dahlia. Taxonomy, historical review, and the derivation of cultivars*. Trial of Dahlia 2008, final report. Royal Horticultural Society.
- Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2000). *The early history of the domestication of Dahlia (Asteraceae, Heliantheae) with emphasis on the period 1791–1836 including observations on taxonomy, chromosome numbers, biochemistry, biosystematics, ray colour inheritance, and ray colour designation within the genus*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.
- Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2003). *Hybridization within Dahlia (Asteraceae-Coreopsiadeae): A synopsis based on data from 20 species*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.
- Mejía-Muñoz, J.M., C. Flores-Espinosa, G. Peña-Ortega, M. E. Alvarado-Cano, R. Gaspar-Hernández, J. Reyes-Santiago. (2015). Interspecific hybridization between *Dahlia dissecta* and *D. rupicola*. *Acta Horticulturae*, 1087, 321-324. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1087.41>
- Mejía-Muñoz, J. M., De Luna-García, I., Jiménez-Ruiz, E. F., Sosa-Montes, E., Flores-Espinosa, C., Treviño-De Castro, G., & Reyes-Santiago, J. (2020). Research on *Dahlia*, the national flower of Mexico. *Acta Horticulturae*, (1288), 103-108. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1288.15>
- Mera, O. L. M. & Bye, R. (2006). La Dahlia una belleza originaria de México. *Revista Digital Universitaria*, 7(11), 1-11. https://www.revista.unam.mx/vol.7/num11/art90/nov_art90.pdf
- Reyes-Santiago, J., Islas-Luna, M. A., Macías-Flores, R. G. & Castro-Castro, A. (2018). *Dahlia tamaulipana* (Asteraceae, Coreopsiadeae), a new species from the Sierra Madre Oriental biogeographic province in Mexico. *Phytotaxa*, 349(3), 214-224. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.349.3>
- Schie, S. & Debener, T. (2013). The generation of novel species hybrids between garden dahlias and *Dahlia macdougalii* to increase the gene pool for variety breeding. *Plant Breeding*, 132(2), 224-228. <https://doi.org/10.1111/pbr.12034>
- Treviño, C. M. G., Mera, O. L. M., Bye, B. R., Mejía, M. J. M. & Laguna, C. A. (2007). Historia de la dalia o Acocoxóchitl, “La flor nacional de México”. *Publicación de difusión #.1. SINAREFI*.

4. *Dahlia zaratesii* y *Dahlia odorimella*, dos nuevas especies del género *Dahlia* provenientes del estado de Hidalgo, México

RESUMEN

La identificación y clasificación de nuevas especies es una labor constante que requiere gran esfuerzo de trabajo de campo. Se estima que alrededor del 86 % de las especies de seres vivos en el planeta es aún desconocida para la ciencia por lo que existen un gran número de taxones que faltan por ser reconocidos y caracterizados aún. El género *Dahlia* cuenta actualmente con 42 especies descritas de manera formal con algunas más en proceso de descripción y publicación considerándose que aún faltan algunas especies por descubrir dada la diversidad que presenta el género, así como la distribución restringida que poseen la mayoría de las especies que lo integran. El presente trabajo tiene como objetivo la descripción de dos nuevas especies de dalia silvestres encontradas, identificadas y reconocidas mediante distintas salidas a campo dentro de los límites geográficos del estado de Hidalgo en busca de germoplasma silvestre perteneciente a diversas especies con fines de mejoramiento genético. Ambos taxones pertenecen a la sección *Dahlia* del género dado su hábito de crecimiento herbáceo y poseen lígulas de color rojo o anaranjado, característica que podría confundirlas con *D. coccinea*, sin embargo, se distinguen de esta última especie dadas diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas claramente identificables. Ambas especies exhiben la presencia de aroma en las cabezuelas florales, una particularidad que no ha sido reportada anteriormente en otras especies de dalias, además se encuentran en una población bien definida de forma silvestre y actualmente solo se conocen de una localidad en específico. Particularmente, *D. zaratesii* es la primer especie identificada con cabezuelas aromáticas además de caracterizarse por una filotaxia alternada de las pinnas basales en su lámina foliar mientras que *D. odorimella* muestra nictinastia de las lígulas de sus capítulos florales además de presentar un follaje semicraso y ceroso. Se describen y presentan estas nuevas especies como nuevas para la ciencia.

Palabras clave: Descripción, taxa, filotaxia alterna, aroma, nictinastia.

4. *Dahlia zaratesii* and *Dahlia odorimella*, two new species of the *Dahlia* genus from the state of Hidalgo, Mexico

ABSTRACT

The identification and classification of new species is a constant task that requires great field work effort. It is estimated that around 86% of living species beings on the planet are still unknown to science, so there is a large number of taxa that have yet to be recognized and characterized. The *Dahlia* genus currently has 42 formally described species with some more in the process of description and publication considering that there are still some species to be discovered given the diversity that the genus presents as well as the restricted distribution that most of the species that contain it have. The objective of this work is the description of two new species of wild dahlia found, identified and recognized through different field trips within the geographical limits of the state of Hidalgo in search of wild germplasm belonging to different species for genetic improvement purposes. Both taxa belong to the *Dahlia* section of the genus given their herbaceous growth habit and have red or orange ligules, a characteristic that could confuse them with *D. coccinea*, however, they are clearly distinguished from the latter species given different morphological and physiological characteristics identifiable. Both species exhibit the presence of aroma in the flower heads, a peculiarity that has not been previously reported in other species of dahlias. They are also found in a well-defined population in the wild and are currently only known from a specific locality. Particularly, *D. zaratesii* is the first species identified with aromatic heads in addition to being characterized by an alternating phyllotaxy of the basal pinnae on its leaf blade while *D. odorimella* shows nyctinasty of the ligules of its floral chapters in addition to presenting a semi-crass and waxy foliage. These new species are described and presented as new to science.

Keywords: Description, new taxa, alternate phyllotaxy, aroma, nyctinasty.

4.1. Introducción

Dahlia es un género de angiospermas perteneciente a la familia asteraceae que actualmente engloba 42 especies aceptadas (Castro-Castro, 2015; Castro-Castro et al., 2012; Reyes-Santiago, 2018; Villaseñor, 2018). Esta familia de plantas con flores es la que representa la mayor diversidad tanto de especies, así como géneros que son nativos del territorio mexicano (Villaseñor, 2003; 2016). La principal característica que distingue a esta familia de plantas con flores es la disposición en la que se agrupan las mismas, conformando disposiciones florales llamadas cabezuelas que semejan una flor simple pero que en realidad agrupa uno o dos tipos de flores, según la especie, sobre un receptáculo floral; las flores que simulan ser los pétalos de la flor simple se denominan lígulas mientras que las flores centrales del disco se conocen como flores tubulares (Redonda-Martínez, 2022). Dentro de esta misma familia existe una amplia diversidad del tipo de inflorescencias que poseen las diferentes especies que la integran habiendo especies que poseen cabezuelas florales únicamente con flores tubulares, sin lígulas como en el caso de las especies del género *Senecio*; en contraparte, hay géneros que se distinguen por sólo poseer flores liguladas como en *Taraxacum* (Villaseñor, 2003). También existen diferencias respecto a la fertilidad de las flores liguladas encontrándose especies tales como las que integran el género *Dahlia*, cuyas lígulas son estériles o semiestériles mientras que las flores que producen los aquenios son las flores tubulares una vez fecundadas (Sorensen, 1969); en contraparte, especies como las del género *Hidalgoa* presentan flores liguladas fértiles mientras que las tubulares son estériles (Sorensen, 1969). Esta gran diversidad en los atributos tanto morfológicos como florales de la familia Asteraceae le ha valido su distribución cosmopolita a lo largo del mundo (Hansen & Hjerting, 2003).

El género *Dahlia* se subdivide a su vez en cuatro secciones (Sorensen, 1969), atendiendo, principalmente, al tipo de hábito de crecimiento que presentan las diferentes especies, encontrándose la sección *Dahlia* que integra las especies herbáceas, *Pseudodendron* que incluye las dalias llamados “árboles dalia” por su hábito arborescente de hasta 2.5 m de altura, la sección *Entemophyllum*, cuyos integrantes presentan hábitos arbustivos o semiarbustivos y la sección *Ephyphytum*, con su único

representante *D. macdougalii* que muestra un tipo de hábito de crecimiento trepador o semitrepador, siendo esta la única especie de dalia epífita que se conoce actualmente (Hansen, 2004).

La mayoría de las especies poseen lígulas de color morado, lila o púrpura que se distinguen unas de otras básicamente tanto por sus diferentes hábitos de desarrollo, así como la arquitectura de su follaje (Hansen & Hjerting, 2003; Sorensen 1969). Sin embargo, existe un segundo grupo de especies que presentan lígulas de color rojo anaranjado y amarillo cuya clasificación taxonómica no está bien establecida, manteniéndose, la mayoría de estos taxones, bajo la denominación de *D. coccinea*, siendo considerada ésta, un complejo de especies de variación superlativa (Sorensen, 1969). Las plantas bajo esta denominación se encuentran en diferentes tipos de hábitats, abarcando una distribución que incluye la totalidad del área de distribución natural del género (Saar, 2003; Sorensen, 1969) a diferencia de la mayoría de las especies que se encuentran en ambientes bien definidos con una distribución espacial restringida (Carrasco-Ortíz et al., 2012).

La mayoría de las especies actualmente descritas, basan sus descripciones en ejemplares herborizados (Villaseñor & Redonda-Martínez, 2018) y aunque éstos han permitido la identificación de las diferentes especies de manera congruente, algunos caracteres pueden pasarse por alto debido a que se pierden durante el proceso de herborización, tales como algunas estructuras foliares o florales, el color de lígulas, su forma, etc. (Sorensen, 1969). Después de reducir a sinónimos de *D. coccinea* todos los taxones propuestos anteriormente como diferentes especies de dalias de lígulas rojas, Sorensen en su revisión del género en 1969 establece que se trata de una especie polimórfica, con muy diferentes y distintivas variantes geográficas, sin embargo, no se encontraban aisladas reproductivamente por lo que mantuvo bajo la denominación *D. coccinea* todos estos taxones (Sorensen, 1969); sin embargo, el mismo autor señaló en su misma revisión, que en un futuro podrían reconocerse taxones de dalias rojas amarillas o anaranjadas conjuntando esfuerzos en la obtención de más información acerca de la morfología, distribución así como de su genética y números de cromosomas que

pudiesen definir más claramente la taxonomía de estas especies enmascaradas por la variabilidad morfológica que presentan (Saar, 2003; Sorensen, 1969).

Así mismo, los estudios sobre la genética del género llevados a cabo hasta el momento corroboran en gran medida la clasificación taxonómica basada en la morfología de las diferentes especies (Gatt et al., 1999; 2000a; Hansen & Hjerting, 2000). Los estudios sobre citogenética igualmente aportan un grado significativo en el conocimiento de la diversidad y clasificación de las especies, así como de la afinidad genética que potencialmente poseen (Hansen & Hjerting, 2003), mientras que el conteo de cromosomas es una herramienta primordial en análisis de poblaciones (Lamina et al., 2010), estudios sobre la evolución de los diferentes grupos de organismos vivos y en análisis sistemáticos y taxonómicos ya que permiten diferenciar, en muchos casos, especies que morfológicamente pueden ser muy semejantes o con estatus taxonómico incierto (Lamina et al., 2010) como las especies dentro del complejo *coccinea* además, el conteo cromosómico es utilizado comúnmente para determinar hibridaciones, relaciones interespecíficas, cariotipos y traslocaciones genéticas en diferentes grupos de organismos (Perez et al., 2003).

4.2. Materiales y métodos

4.2.1. Trabajo de campo

Este trabajo se realizó mediante distintas salidas a campo a dos localidades bien identificadas dentro de los límites territoriales del estado de Hidalgo, donde se tenía conocimiento previo de la existencia de dos poblaciones de dalias con lígulas rojas y anaranjadas que no correspondían a la descripción de *D. coccinea* y que solo comparten con ésta última el color de lígulas.

Las salidas a campo se llevaron a cabo en los meses de junio, agosto y noviembre del año 2021 a las localidades de “Rio del milagro” en el municipio de Mineral del Chico, así como al municipio de Pachuca de Soto (Figura 28). La iteración de las salidas a campo se llevó a cabo con la finalidad de monitorear la fenología de ambas poblaciones y determinar el momento adecuado para la colecta tanto de especímenes para herborizar como germoplasma consistente en la colecta de aquenios maduros, para su posterior

siembra y cultivo. Así mismo se visitaron otras localidades con presencia de dalias silvestres dentro de la ruta designada.

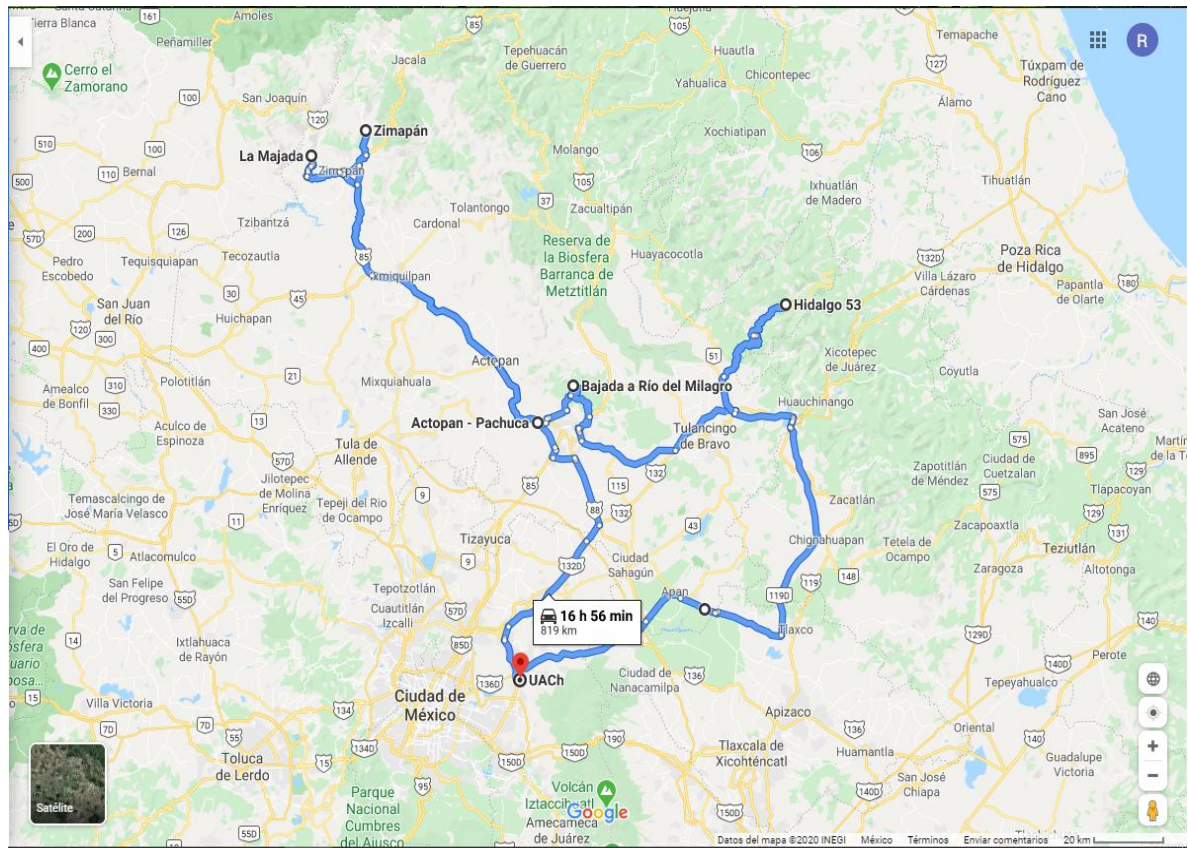


Figura 28. Ruta recorrida en la exploración de campo para visitar las localidades de las nuevas especies identificadas.

Se colectaron ejemplares silvestres representativos de ambas poblaciones teniendo en cuenta la mayor preservación y obtención de todas sus características morfológicas, incluyendo las raíces tuberosas, para lo cual, los ejemplares fueron colectados en campo y prensados *in situ* para reducir su daño mediante la manipulación y traslado del material vegetal.

4.2.2. Herborización y descripción de holotipos

Una vez colectados, los ejemplares fueron llevados al herbario Hortorio-JES del departamento de preparatoria agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Ya en el herbario, los ejemplares fueron retirados de las prensas, examinados, divididos, acomodados y organizados para su correcta herborización con el objetivo de que

mostrarán fielmente en la medida de lo posible, todas las características de las plantas *in vivo*. Se llevó a cabo un proceso de herborización específico para ejemplares de este tipo de especies con raíces tuberosas así como lígulas que se decoloran con el calor de la siguiente manera:

1. Los ejemplares fueron divididos individualmente en cuatro porciones: tubérculos, tallos y hojas basales, tallos y hojas intermedias, pedúnculos florales y cabezuelas.
2. Se realizaron incisiones longitudinales en las raíces tuberosas para facilitar su desecación, fueron acomodadas entre láminas de papel periódico por separado y cuidando que no se encimaran unas con otras y se les añadió sal regular para fungir tanto como agente desecante así como desinfectante y preventivo de la proliferación de bacterias u hongos y prevenir la pudrición del tejido de reserva antes de su completa desecación; las muestras procesadas de esta manera se colocaron entre porciones de papel cartón y fueron prensadas nuevamente y colocadas dentro de la desecadora de calor (Figura 29).



Figura 29. Preparación de las raíces tuberosas para su deshidratación; incisiones longitudinales fueron hechas para promover la desecación evitando la pudrición de los órganos de reserva.

3. Las muestras de tallos y hojas de las plantas se acomodaron en pares entre hojas de papel periódico procurando exhibir una hoja en vista adaxial y otra en vista abaxial mostrando todas sus características morfológicas, desde la forma de los

foliolos, su tipo de margen, el tamaño de las láminas foliares, presencia/ausencia y ubicación de estipelas, la inserción de los peciolos en los tallos, etc. Una vez acomodadas de esta forma se cubrieron con papel periódico y se colocaron entre porciones de cartón, se prensaron y se colocaron en la desecadora (Figura 30).



Figura 30. Follaje de *Dahlia* deshidratado exhibiendo hojas en posición tanto adaxial como abaxial.

4. Las cabezuelas florales se establecieron entre porciones de papel de cera acomodando las lígulas de tal manera que se mostraran completamente extendidas así como permitiendo la visualización de las brácteas involucrales externas y algunas flores tubulares, también se aislaron algunas lígulas para poder ser visualizadas de manera individual una vez desecadas así como el tipo de aquenios que presentan; la utilización de papel encerado tuvo el objetivo de preservar la integridad tanto de los pigmentos de las lígulas así como de su tejido durante el proceso de desecación evitando así su decoloración. Las muestras ya preparadas fueron cubiertas con papel periódico y colocadas en cartones para ser prensadas y llevadas igualmente a la desecadora (Figura 31)



Figura 31. Estructuras florales deshidratadas; izquierda: *Dahlia odorimella*; centro: *Dahlia zaratesii*; derecha: aquenios y brácteas involucrales internas.

5. El proceso de desecación consistió en tiempos diferenciales para cada una de las estructuras tratadas dado su contenido de humedad. Las muestras fueron revisadas diariamente durante un periodo de una semana y retiradas de la desecadora una vez presentaban el grado de deshidratación adecuado y resguardadas en una habitación fresca para ser finalmente montadas por el personal del herbario.

La caracterización de las dos especies propuestas como nuevas para la ciencia se llevó a cabo mediante la revisión de literatura correspondiente a la taxonomía del género y con base en notas de su morfología y observaciones realizadas en campo, así como de los ejemplares colectados y herborizados.

4.2.3. Conteos cromosómicos

La semilla colectada correspondiente a ambas especies fue sembrada a finales del mes de febrero del 2021 con la finalidad de poseer material vegetal con diferentes propósitos; particularmente para este apartado, se obtuvieron plántulas de las cuales se extrajeron ápices de raíces jóvenes para llevar a cabo conteos cromosómicos; así mismo, se colocaron a germinar semillas en cajas Petri con papel filtro humedecido para la extracción de la raíz primordial (Figura 32).



Figura 32. Cepellón de raíces de donde se extrajeron ápices radiculares para ser tratados y realizar los conteos cromosómicos correspondientes a ambas especies.

El trabajo se realizó en el laboratorio de citogenética perteneciente al departamento de Genética del Colegio de Posgraduados campus Montecillo con una metodología universal utilizada para la realización de las preparaciones citológicas en ese laboratorio de la siguiente manera:

1. **Muestras de tejido:** Se colectaron muestras pertenecientes al meristemo radicular de plántulas jóvenes y semillas germinadas en cajas Petri de ejemplares de ambas especies en descripción; se tomaron porciones de 1-2 cm de las raíces de plantas con el primer par de hojas verdaderas presentes en el caso de las plántulas y la raíz primordial en el caso de las semillas germinadas.

2. **Pretratamiento:** Los meristemos radicales colectados se sometieron a un periodo de exposición a una solución de colchicina al 0,5% en cajas Petri consistente en tres diferentes tiempos: una, dos y tres horas y a una temperatura ambiente.
3. **Fijación:** Transcurrido el tiempo de pretratamiento de las muestras, éstas se fijaron mediante una solución de alcohol etílico absoluto y ácido acético glacial 3:1 durante 20 min a una temperatura de 60 °C
4. **Hidrólisis del tejido:** Para tal fin se utilizó HCl 1N durante 10 min a una temperatura de 60 °C.
5. **Tinción:** Las muestras se tiñeron con base en la reacción de Feulgen exponiéndolas al colorante durante 10 minutos a una temperatura de 60 °C después de lo cual fueron montadas para su observación en el microscopio.
6. **Contratinción:** En el momento del montaje de la preparación, se añadió una gota de acetocarmin como contra tinción para mejorar la visualización del material genético de las células y a continuación se llevó a cabo la técnica de aplastado para su observación
7. **Conteo de cromosomas:** Los conteos del número de cromosomas presentes se realizaron mediante la utilización de un microscopio óptico con un aumento de 100x mediante la utilización de aceite de inmersión. Se tomaron fotografías de las preparaciones que mostraban los cromosomas de manera más relevante y que facilitaran el conteo total de los mismos.

4.3. Resultados y discusión

4.3.1. Herborización

El proceso de herborización fue diferencial en cuanto a tiempos de desecación para los diferentes órganos de las plantas de dalia tomando siete días para las raíces tuberosas, cuatro para las hojas y tallos y dos días para las cabezuelas. En el caso de las raíces tuberosas, la revisión diaria del grado de desecación fue acompañada de la renovación de la sal que gradualmente iba absorbiendo la humedad de las raíces, esto permitió una desecación uniforme y exitosa al final del tiempo de exposición de las muestras al calor de la desecadora; en el caso de las hojas y tallos, el tiempo de desecación óptimo fue

determinado al momento de que las estructuras podían ser levantadas sin que se doblaran o desacomodaran, manteniendo la posición en la que habían sido colocadas y mostrando una textura firme sin llegar a tornarse de color marrón; finalmente las estructuras florales solo requirieron dos días para encontrarse completamente deshidratadas y las lígulas preservaron la coloración de mejor manera que ejemplares herborizados de otras especies consultados durante la realización del presente trabajo (Figura 33). Así mismo, la inclusión de los órganos de almacenamiento de estas especies de plantas en los ejemplares herborizados es una cualidad que no presentan la mayoría de las especies descritas en sus holotipos limitando su descripción a ilustraciones o fotografías de las raíces tuberosas (Castro-Castro et al., 2015; Villaseñor & Redonda-Martínez, 2018); esto probablemente por la dificultad que presenta la correcta preservación de estos órganos de reserva sin que presenten degradación por putrefacción durante el proceso de herborización por lo que implementar una técnica que mantenga en correcto estado estos órganos para su posterior observación y análisis en los holotipos designados es de gran utilidad a la hora de poder diferenciar más concretamente entre especies, ya que se ha observado que éstas no solo difieren en la morfología de la parte vegetativa sino que también, las raíces tuberosas presentan diferencias significativas en su morfología dependiendo de la especie que se trate (Mejía-Muñoz et al., 2020).



Figura 33. Hojas (izquierda) y foliolo (derecha) de los ejemplares herborizados. La textura de las herborizaciones fue óptima dados los tiempos de desecación.

4.3.2. Descripción de nuevas especies

De acuerdo con la información obtenida de los distintos ejemplares colectados y herborizados, así como de los examinados de los distintos herbarios y aunado a la revisión bibliográfica realizada y el cultivo de las plantas provenientes del germoplasma silvestre obtenido, se pudieron identificar dos taxones de dalias silvestres de lígulas rojas y anaranjadas respectivamente en el estado de Hidalgo que no corresponden a *D. coccinea*, los cuales se proponen como especies nuevas para la ciencia bajo la denominación de *Dahlia zaratesii* y *Dahlia odorimella* dadas sus características morfológicas sobresalientes que las distinguen de otras especies o morfotipos de dalias rojas, amarillas o naranjas así como de sí mismas, además de encontrarse en poblaciones bien definidas y separadas de otras especies de dalias rojas y anaranjadas tales como *D. coccinea* (Sorensen, 1969); entre estas características destacan el hábito de crecimiento de la planta, la longitud de los pedúnculos florales, desarrollo indeterminado de la lámina foliar, la forma y disposición de sus raíces tuberosas y en el caso de *D. zaratesii*, una filotaxia alternada de los foliolos de las raquillas basales de las hojas intermedias así como una coloración de lígulas que abarca del rojo carmín al escarlata; por otro lado, *D. odorimella* se distingue por poseer un hábito de crecimiento peculiar, manteniendo el follaje en el primer tercio de la altura de la planta con pedúnculos florales sumamente largos que sobresalen del resto de la vegetación nativa en la que se encuentra naturalmente creciendo la especie; también presenta un follaje semicraso y la planta en general carece de tricomas visibles excepto en los peciolo de las hojas y márgenes de los foliolos, poco abundantes y con una lámina foliar de textura lisa y cerosa y tallos sumamente pruinosos, muy parecida a la especie de lígulas moradas proveniente de San Luis Potosí *D. spectabilis*. Aunado a estas características morfológicas es relevante mencionar que durante las distintas salidas a campo, ambas especies evidenciaron la presencia de un sutil aroma distintivo de cada una de ellas, una característica cualitativa que reafirma la distinción de éstas con otras especies del género así como de entre ellas mismas y que las ubica como las primeras especies de dalia identificadas con esta cualidad; *D. zaratesii* presenta un aroma un tanto agridulce que recuerda a la especie de cosmos *Cosmos atrosanguineus*, el cual es conocido coloquialmente como cosmos chocolate debido a su aroma; por su parte, *D. odorimella* denota un aroma más dulce parecido a la miel pura. Ambas especies se comparan entre sí, así como de especies afines tales como *D. coccinea*, *D. spectabilis* y *D. atropurpurea* dadas sus posibles semejanzas en cuanto a la morfología de las plantas. Las diferentes especies se distinguen unas de otras principalmente por la anatomía de la arquitectura foliar que presentan así como su tipo de hábito de crecimiento (Sorensen, 1969); esta última característica, aunada a la presencia de tallos huecos en las plantas y el recuento cromosómico encontrado para las mismas permiten ubicar a *D. zaratesii* y *D. odorimella*, dentro de la sección *Dahlia* (Castro-Castro et al., 2015; Hansen y Hjerting, 2003; Sorensen, 1969).

***Dahlia coccinea* Cav. Icon 1(3): 33-34. 1794**

Planta herbácea perenne de 1-2(3) m de altura; raíces tuberosas; tallos lisos, verdes glabros o pubescentes de hasta 2.5 cm de diámetro, hojas opuestas, rara vez verticiladas ampliamente variables, desde simples a pinnadas o bipinnadas, imparipinnadas, crecimiento de la lámina foliar determinado, peciolo de hasta 15 cm de longitud, connados, delgados y surcados en la parte superior, débilmente alados, filotaxia de las pinnas opuesta: pinnas ovado-acuminadas, generalmente aserradas, lobadas o subenteras con 8-10 dientes por lado, ovadas, elípticas, romboidales o lanceoladas, sésiles o cortamente pecioluladas sobre las raquillas de ápice agudo o acuminado; base aguda, cuneada o trunca y textura membranácea; color de los foliolos verde oscuro o cenizo; superficie adaxial glabra o pubescente, escabriúscula; superficie adaxial glauca, glabra o pubescente a lo largo de las nervaduras foliares; foliolo terminal generalmente simple, ampliamente ovado u orbicular y caudado. Flores solitarias terminales o en grupos de 3-5, 8-12 cm de diámetro, la primera solitaria y después varias sincrónicas; pedúnculos florales cortos o mediamente largos, 10-30 cm de longitud, glabros. Brácteas involucrales externas: cinco, forma de ovada a oblonga, a veces espatuladas o lanceoladas, extendidas o reflejas durante la antesis, 5-15 mm de largo, color verde, glabras, raras vez pubescentes internamente, 3-5 nervaduras dorsales. Brácteas internas del involucre: 8, forma elíptica a oblonga-lanceolada, 10-22 mm de largo, color amarillo pardo hialino, glabras; páleas semejantes a las brácteas involucrales internas. Lígulas: ocho, estériles; elípticas, ovadas u obovadas, extendidas o en posición refleja en la antesis, color carmesí, rojas, amarillas o anaranjadas, pubescentes dorsalmente sobre las nervaduras. 25-100 flores tubulares, amarillas antes y durante la antesis, 7-10 mm de longitud; frutos en aquenio, lineares o linear-oblancheolados 7-14 mm de largo, grises pardos o negruzcos, pubérulos, sin vilano.

Obs. Considerada una “mala hierba” dado su amplia distribución y abundancia, presente en toda el área de distribución natural del género extendiéndose desde el norte de México hasta centro y norte de Sudamérica; en México solo está ausente en las grandes penínsulas (Yucatán y Baja California), así mismo se encuentra presente en una gran diversidad de ecosistemas, habitando desde bosques tropicales perennifolios hasta matorrales xerófilos, también puede ser encontrada en bosques mesófilos de montaña, caducifolios, de coníferas de encino y en pastizales, y en altitudes que abarcan desde los 100 hasta los 3000 msnm, presenta una amplia variedad fenotípica sobre todo foliarmente considerándose como un complejo de especies bajo una misma denominación por falta de discontinuades morfológicas claras, sin embargo, se han encontrado algunas poblaciones de dalias de lígulas rojas muy puntuales, bien definidas y delimitadas geográficamente, además de encontrarse separadas de otras similares y que presentan características que pueden definirlas claramente como taxones diferentes de *D. coccinea*; las discontinuidades entre diferentes especies de dalias de lígulas rojas,

amarillas o naranjas pueden encontrarse tanto en el hábito de crecimiento de las plantas, el tipo de follaje que presentan, así como en la morfología y disposición de sus raíces tuberosas, características que son mayoritariamente adaptativas al ambiente en el que se encuentran además de tomar en consideración otros atributos de manera cualitativa que no están presentes en todas las poblaciones de dalias rojas.

***Dahlia spectabilis* Saar & Sorensen Brittonia 54(2): 116-119. 2002**

Planta robusta, herbácea perene de raíces tuberosas, hasta 2.4 m de altura con 1 a varios tallos erectos. Tallos glaucos, casi teretes a ligeramente angulosos, entrenudos huecos, los nudos inferiores huecos pero los superiores sólidos. Hojas medianas de 27-35 cm de largo (incluidos los peciolos), bipinnadas con estípelas frecuentemente en el primer y/o segundo nudo del raquis, 5-7 foliolos primarios, pinnulas opuestas en la raquilla, márgenes de los últimos segmentos eciliolados; peciolos 7-11 cm, sólidos. Capítulos florales de 14.5 cm de diámetro en tallos terminales o axilares; el pedúnculo 14-32 cm; flores del disco fértiles, tubulares, amarillas; flores liguladas estériles, lígulas 7 u 8, 5.8-7 x 2.1-3.2 cm de largo, color lavanda claro con nervaduras longitudinales más oscuras en la superficie abaxial. Brácteas involucrales internas 7 u 8, 9-16 x 4-7.5 mm; brácteas involucrales externas 5 o 6, estrechamente espatuladas a oblongas, 9-14 x 2-3 mm, reflejas en la antesis. Aquenios negros, 10.2-13.1 x 1.7-2 mm. Plantas glabras. Florece desde agosto hasta por lo menos octubre.

Obs. *Dahlia spectabilis* presenta un follaje semi-craso muy poco usual en el género, así como la ausencia de tricomas, ambas características podrían estar relacionadas con la adaptación de la especie al medio ambiente donde habita ya que se trata de un clima extremadamente árido y seco. La especie en su hábitat natural recuerda a las especies de dalia de la sección Pseudodendron debido a la gran altura que puede alcanzar, no obstante, los tallos que posee son herbáceos mientras que las dalias llamadas “árboles dalia” poseen tallos lignificados. Una última característica sobresaliente es el gran tamaño que presentan los capítulos florales, alcanzando casi 15 cm de diámetro mientras que las demás especies raramente sobrepasan los 7-10 cm.

***Dahlia atropurpurea* Sorensen Rhodora 71(787): 375-378. 1969**

Hierba perenne, 1.5- 2.2 m de altura. Hojas pinnadas y bippinadas, 16-25 cm de largo; 5-7 foliolos primarios, pinnas basales ovado-lanceoladas, 6-13 cm de largo, 2.3-3.8 cm de ancho, pecioluladas de 1.3-3 cm de largo, ápice largamente acuminado, base redondeada; foliolos de dos colores, verde pálido o verde grisáceo dorsalmente, escasamente pubescentes sobre las nervaduras, ventralmente glabros, rugosos; márgenes serrado-crenados, 6-10 dientes de cada lado; peciolos 2.4-5.5 cm de longitud; estípelas en los nudos de las raquillas basales y medias. Pedúnculos florales, 6.5-11 cm de largo; brácteas involucrales externas reflejas durante la antesis, 5-9.5 mm de largo, 3.5 mm de

ancho, dorsalmente 5-9 nervios morados, glabras, ventralmente escasamente pubescentes o glabras. Flores liguladas morado oscuro o morado negruzco, 2.2-3.5 cm de longitud; flores tubulares amarillas o amarillentas con puntas moradas. Número cromosómico: $n=32$.

Obs. *D. atropurpurea* es una especie que posee una coloración de lígulas moradas que tienden al negruzco, esta coloración es única de la especie y de la cual toma su nombre formalmente, la distribución de la especie se conocía solamente del estado de Guerrero de donde tomaba el nombre coloquial de “Dalia Guerrerense”, sin embargo se han encontrado registros de su presencia en el estado de Hidalgo.

***Dahlia zaratesii* Aguirre et al. sp. nov.** Tipo: MÉXICO: HIDALGO: Municipio de Mineral del Chico, sendero de “Rio del Milagro”, en la orilla a lo largo del camino paralelo al curso de agua, bosque de pino-encino con *Tigridia*, *Rubus*, *Pinus*, *Quercus*, *Cosmos*, 2182 m alt. Basado en descripciones preliminares previamente realizadas por el autor (Aguirre-Zárate, 2017), Fig. 34.

Planta perenne, herbácea de hasta 1.5 metros de altura; raíces subterráneas tuberosas; tallos de contorno redondeado, acostillados, de color rojizo más comúnmente, glaucos o verdes, pilosos en toda su extensión sobre las crestas de las costillas y más pronunciadamente en los nudos, entrenudos huecos y nudos sólidos; hojas truladas en posición opuesta, dística, alternadas a lo largo del tallo, bipinnadas-pinnatisectas, con cuatro niveles de división de las hojas intermedias incluyendo el foliolo terminal; raquillas basales imparipinnadas y alternipinnadas, foliolos lanceolados, a veces ovado-lanceolados, ápices ampliamente acuminados y de crecimiento indeterminado, excepto los más basales de la lámina foliar; el par de foliolos que anteceden al terminal en posición opuesta y simples; foliolo terminal subdividido en tres lóbulos o más, todos decurrentes y de base oblicua así como raquis y raquillas aladas en toda la lámina foliar, se presenta a veces un doble margen serrado, con 1 a 2 dientes cuando el margen no es totalmente entero, tricomas presentes en ambos márgenes presentándose de forma continuamente alternada entre margen y margen, rígidos, multicelulares, dirigidos hacia el ápice foliar; haz visiblemente más oscuro que el envés, de textura pilosa, con dos tipos de tricomas presentes: delgados, glandulares y flexibles sobre todas las nervaduras foliares, más densamente sobre la nervadura principal y contorno de la misma, semejantes a los tricomas del tallo, raquis y raquilla; los segundos, rígidos y cónicos, iguales a los del doble margen, distribuidos por toda la lámina foliar exceptuando las nervaduras, menos numerosos que los primeros, ambos tipos de tricomas multicelulares y de color verde hialino; envés piloso solo sobre las nervaduras, con tricomas glandulares, multicelulares, largos y flexibles; estipelas presentes en el primer y segundo nudo del raquis, a veces se presentan también en la raquilla, en los niveles proximales al raquis, simples o divididas, ovadas a elípticas de doble margen también serrado, a veces pedunculadas en el primer nodo y sésiles en el segundo nodo y las raquillas; venación

foliar pinnada con las nervaduras principales profusamente acanaladas y el nervio principal que sobresale de la lámina foliar, venación secundaria que llega al ápice de los dientes (cuando están presentes) del margen serrado, rara vez las terciarias, alternas; hojas jóvenes próximas a los pedúnculos florales: trilobuladas, nunca simples, lanceoladas y ampliamente acuminadas, estrechas, en ocasiones ovadas en los ejemplares más jóvenes; cabezuelas generalmente solitarias, erectas; pedúnculos florales acostillados, esparcidamente pubescentes sobre el borde de las costillas, tricomas más abundantes hacia la base del pedúnculo; brácteas involucrales externas: cinco, espatuladas a oblongo-espatuladas, extendidas o reflejas en la antesis con nervaduras paralelas (10), acostilladas, glabras en la parte dorsal y pilosas en la ventral, donde no se marcan las nervaduras; brácteas involucrales internas ocho, lineales a ovadas, ovado-lineales de márgenes hialinos; flores liguladas: ocho, extendidas a reflejas exponiendo las flores del disco durante la antesis, ovadas, pilosas dorsalmente sobre las nervaduras que son paralelas y de color rojo-anaranjado; flores tubulares 60-80, amarillas, corola con cinco lóbulos, 1 a 1.4 cm de largo, glabras; disco central con las flores tubulares dispuestas cónicamente a manera piramidal.

Distribución y hábitat. Conocida únicamente de una localidad en el municipio de Mineral del Chico. Habita en bosque de pino-encino a lo largo de la cañada del “Río del Milagro”, creciendo entre la vegetación del sotobosque en las partes más húmedas, entre 2120 y 2300 m de altitud; algunos ejemplares se han encontrado creciendo en la misma zona, pero en matorral xerófilo ya que ambos ecosistemas confluyen en el área.

Obs. *Dahlia zaratesii* es una especie de dalia de lígulas rojas que se diferencia de *D. coccinea* sensu lato claramente por la arquitectura de su lámina foliar de crecimiento indeterminado (no determinado), con segmentos foliares alternos a lo largo de la lámina foliar, sobre todo en las raquillas basales (no opuestos), estrechamente elípticos a lanceolados (no ovados) y un margen entero a subentero (no serrado). También destaca la presencia de un foliolo terminal que es trilobulado y ampliamente decurrente (no simple). Las hojas que anteceden a los pedúnculos florales son tripinnadas y sésiles, con foliolos largamente acuminados (Cuadro 2). El hábito de crecimiento es igualmente peculiar en la especie, mostrando, en los individuos jóvenes, poca altura y semejando un apuntalamiento del suelo donde crece con las hojas basales, formando una roseta compacta casi a la altura del suelo y después elongando el tallo principal hasta el desarrollo de la floración, así mismo, las raíces tuberosas poseen una forma alargada y curvada, aglomeradas de forma compacta semejando un ancla de “dedos” en el suelo. Las lígulas presentan una coloración rojo-anaranjado a rojo-carmín, muy profuso y un sutil pero perceptible aroma que recuerda a la especie *Cosmos atrosanguineus* así como su coloración lo que hace de *D. zaratesii*, la primera especie de dalia identificada con aroma.

***Dahlia odorimella* Aguirre et al. sp. nov.** Tipo. HIDALGO. Municipio de Pachuca, carretera Pachuca-Actopan, cerro con matorral xerófilo presentando *Yucca*, *Opuntia*, *Mimosa*, *Acacia*, *Dalea*, *Schinus*, *Prosopis*, *Agave*, *Hechtia* y *Cylindropuntia*, alt. 2468 m. Basado en descripciones preliminares previamente realizadas por el autor (Aguirre-Zárate, 2017), Fig. 35.

Hierba perenne de 1 a 2.5 m de alto; tallos redondeados de 1 a 1.5 cm de diámetro, pruinosos, con tintes púrpura cuando están frescos, glabros; entrenudos huecos, nudos basales huecos a semisólidos; hojas opuestas, dísticas; hojas intermedias con peciolo de 3.5 a 6 cm de largo, sólidos, connados, ampliamente acanalados, pilosos con tricomas multicelulares uniseriados de color rojizo; lámina foliar trulada, de 15 a 25 cm de largo y de 20 a 28 cm de ancho, bipinnada, imparipinnada; raquis ligeramente alado en la porción apical, piloso a lo largo y tomentoso en los nudos; estipelas presentes en el primer y segundo nudos del raquis, en ocasiones ausentes, ovadas, de 1.5 a 2 cm de largo y 1 a 1.8 cm de ancho; pinnas opuestas, su eje formando un ángulo agudo con el raquis; pinnas basales con 3 a 5 segmentos foliares; foliolos opuestos, ampliamente ovados a suborbiculares, de 2 a 7 cm de largo y de 1.5 a 3.5 cm de ancho, crassiúsculos en material fresco, cerosos y firmes; rugosos y quebradizos en material herborizado, ligera a ampliamente conduplicados; ápice ampliamente acuminado; base decurrente, cordada y oblicua; margen regularmente serrado a subentero, con 4 a 8 dientes por lado, mucronados, con tricomas largos, flexibles a rígidos, multicelulares, uniseriados, de ápice agudo; haz verde claro, pubescente a lo largo de las nervaduras principales, los tricomas delgados y largos, entrelazados, de color café; envés pálido; segmentos foliares terminales: tres, el central de (3.5) 4 a 5.0 (5.5) cm de largo y 2 a 2.5 cm de ancho; los laterales de 2 a 3.5 cm de largo y de (1.5) 2 a 2.6 cm de ancho; cabezuelas solitarias o hasta 3 por pedúnculo, ampliamente cupuladas, erectas, de 5 a 9 cm de diámetro; pedúnculos robustos, muy largos, de 30 a 45 cm, pilosos en la porción apical; brácteas involucrales externas 5, carnosas, verdes en la porción apical y con tintes púrpura en la porción basal, reflejas durante la antesis, oblongo-lanceoladas, de 0.8 a 1 cm de largo y de 0.3 a 0.5 cm de ancho, ápice agudo, cinco nervios visibles en la parte dorsal; brácteas involucrales internas 8, verde-amarillentas en la porción apical y verdes en la porción basal en material fresco, verde-amarillentas en la porción apical y cafés en la porción basal en material herborizado, ovadas, de 1.5 cm de largo y de 0.6 cm de ancho; páleas parecidas a la brácteas involucrales internas, hialinas, de 1 cm de largo y de 0.3 cm de ancho; flores liguladas 8 o 9, tubo de la corola puberulento, lígula ampliamente ovada y cóncava, de 2.5 a 5 cm de largo y de 1 a 2 cm de ancho, de color anaranjado, nervaduras evidentes en la parte dorsal, amarillas, pubescentes a glabras de la base hacia el ápice, nictanísticas; flores tubulares 90 a 100, corola amarilla, de 1.2 a 1.5 cm de largo, glabra.

Distribución y hábitat. Municipio de Pachuca, Estado de Hidalgo; se encuentra exclusivamente en matorral xerófilo en el sur del estado entre 2400 y 2500 m de altitud.

Observaciones. *Dahlia odorimella* es una especie cercana a *D. coccinea* debido al color de lígulas que presenta, sin embargo se distingue de ella por sus hojas concentradas hacia la mitad o tercio inferior (no distribuidas a lo largo del tallo), por los segmentos foliares ampliamente ovados a suborbiculares (no ovados), ampliamente conduplicados (no planos) y crasos (no membranáceos); sus cabezuelas erectas y ampliamente cupuladas con lígulas cóncavas dirigidas hacia el frente (no con lígulas rectas, perpendiculares al eje de la inflorescencia). Las lígulas son anaranjadas, lo que la separa de *D. spectabilis*, de lígulas moradas y presentan nictinastia, posicionándose sobre el disco floral al atardecer y durante la noche para volver a extenderse al día siguiente.

Se presenta una clave dicotómica para la identificación de las especies de dalia antes mencionadas.

A. Follaje de consistencia membranacea

B. Lámina foliar de desarrollo indeterminado, foliolos de filotaxia alterna en las raquillas basales, foliolo terminal trilobulado, márgenes enteros a subenteros con pocos dientes del margen y presencia de aroma achocolatado en las cabezuelas florales.....*D. zaratesii*

B. Lámina foliar de desarrollo determinado, filotaxia opuesta de los foliolos, foliolo terminal simple, márgenes serrados y sin aroma en las cabezuelas.....**C**

C. Lígulas de color rojo, naranja o amarillo, filotaxia foliar opuesta, cabezuelas inodoras, plantas de amplia distribución.....*D. coccinea*

C. Lígulas de color morado oscuro a negruzco, plantas de distribución restringida.....*D. atropurpurea*

A. Follaje de consistencia crassiúscula

D. Lígulas de color naranja, follaje en el tercio inferior del tallo, Altura de hasta 1,5 m., cabezuelas moderadamente aromáticas.....*D. odorimella*

D. Lígulas de color morado, hojas a lo largo del tallo principal, altura de hasta 4.5 m., cabezuelas sin aroma perceptible.....*D. spectabilis*

Cuadro 11. Principales diferencias morfológicas entre las especies *Dahlia zaratesii*, *D. odorimella*, *D. coccinea*, *D. spectabilis* y *D. atropurpurea*.

Característica	<i>D. zaratesii</i>	<i>D. odorimella</i>	<i>D. coccinea</i>	<i>D. spectabilis</i>	<i>D. atropurpurea</i>
Flores liguladas	Rojo escarlata	Naranja	Rojo, anaranjado, amarillo	Lavanda	Morado negruzco
Fenología del follaje	Postrado y luego ascendente	Follaje al tercio inferior del tallo	Uniformemente distribuido	Uniformemente distribuido	Uniformemente distribuido
Filotaxia de foliolos en raquillas basales	Alterna	Opuesta	Opuesta	Opuesta	Opuesta
Cabezuelas aromáticas	sí	sí	no	no	no
Nictinastia	no	sí	no	no	no
Distribución	Hgo, Centro	Hgo, Sur	México (excepto las penínsulas)	San Luis Potosí	Guerrero, Hgo
Filotaxia pinnas basales	Alterna	Opuesta	Opuesta	Opuesta	Opuesta
Aquenio	Linear-oblancheolados	Obovado	Linear/Linear-oblancheolado	Oblanceolados	Linear-oblancheolado
Brácteas externas	Espatuladas/oblongo espatuladas	Oblongo-lanceoladas	Ovadas-oblongas	Espatuladas a oblongas	Oblanceoladas
Lígula	Ovadas	Ampliamente ovadas-cóncavas	Elípticas ovadas u obovadas	Elípticas-Oblanceoladas	Elípticas-obovadas

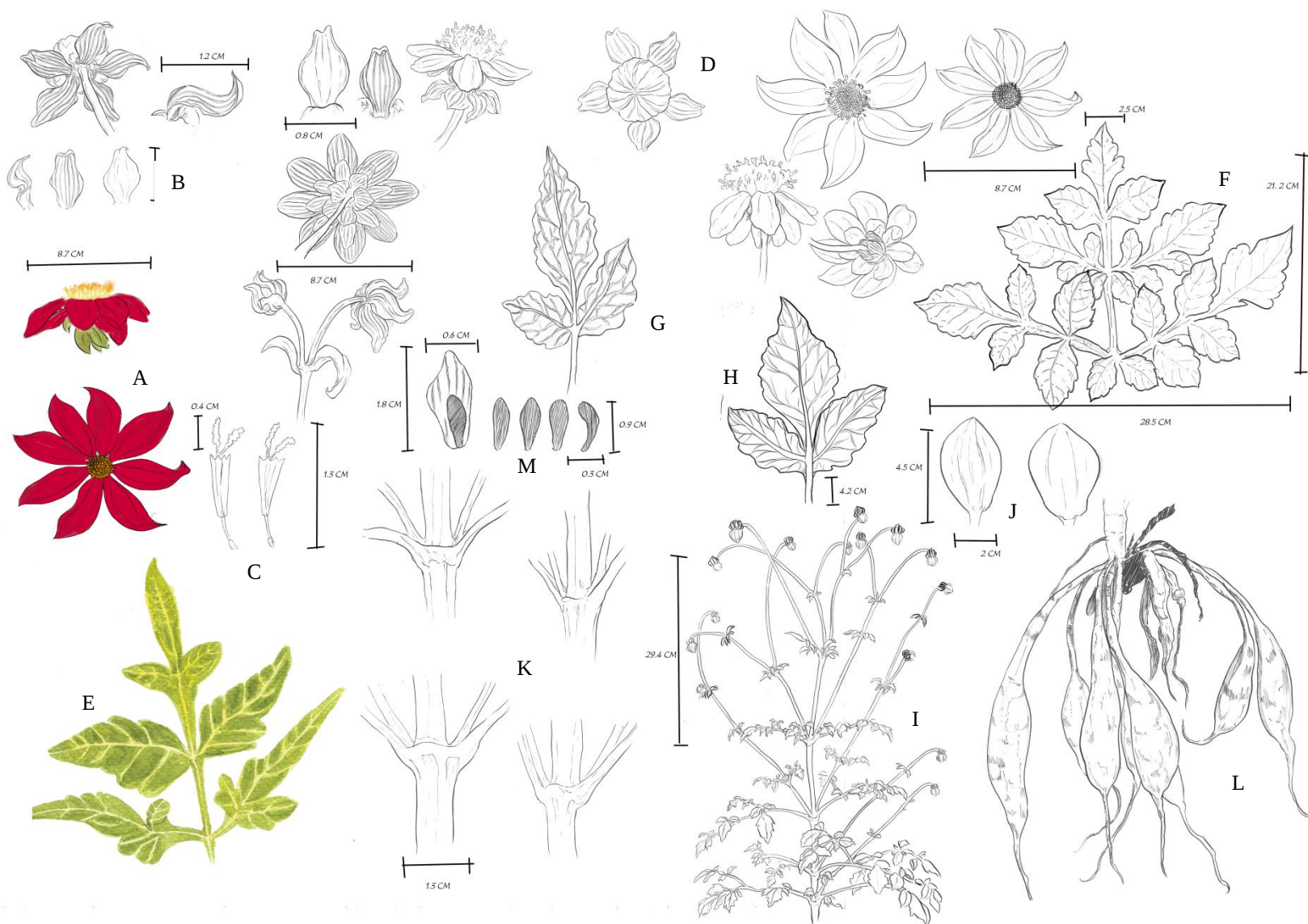


Figura 34. *Dahlia zaratesii*. A, Cabezuela. B, Brácteas involucrales externas. C, Flores tubulares. D, Botón floral. E, F, Hoja intermedia. G, H, Foliolo terminal. I, Hábito de la planta. J, Lígulas. K, Nudos del tallo. L, Raíces tuberosas. M, Aquenios.

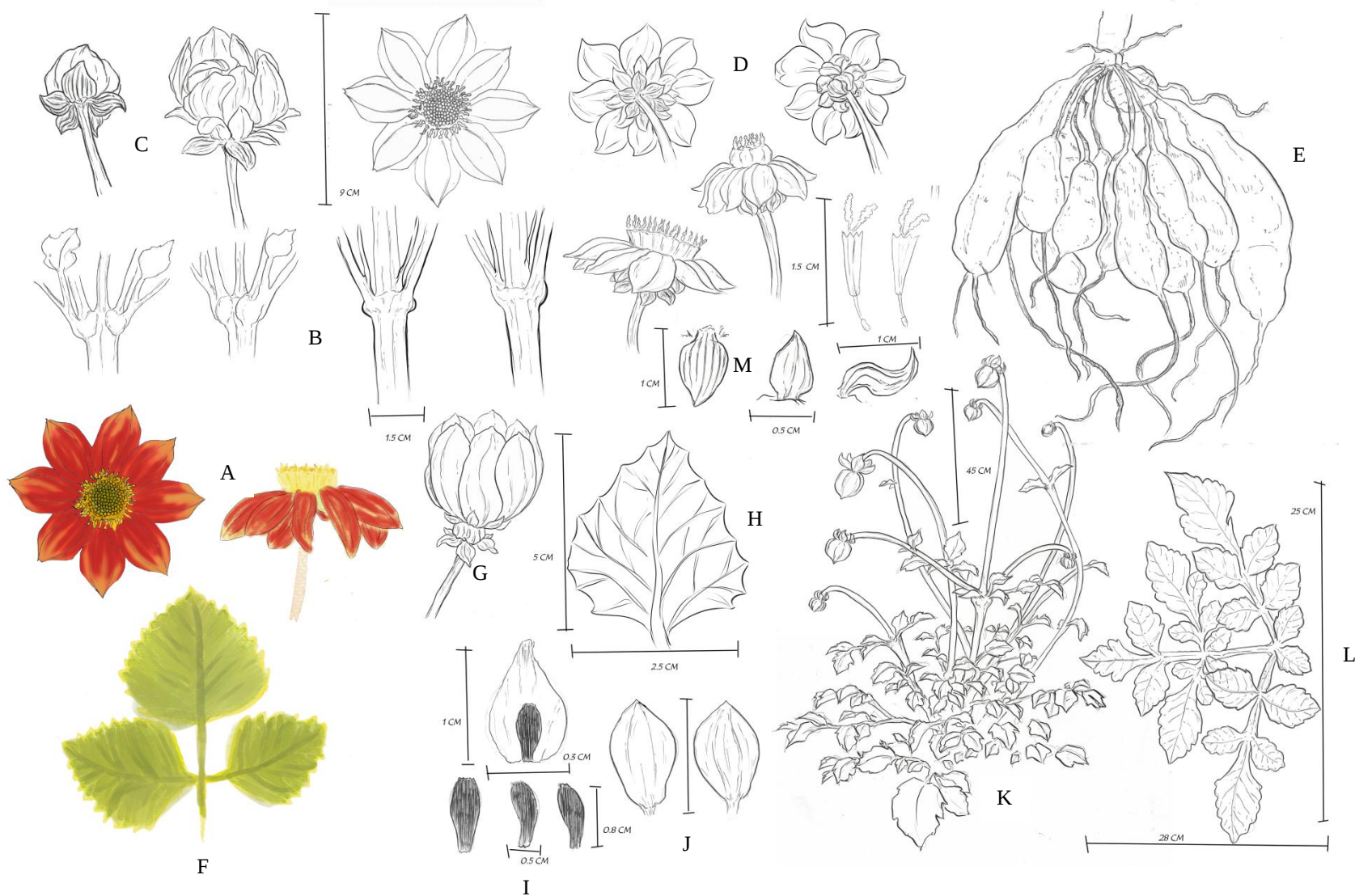


Figura 35. *Dahlia odorimella*. A, Cabezuela. B, Nudos del tallo. C, Botón floral. D, Cabezuela (vista trasera). E, Raíces tuberosas. F, foliolos. G, Cabezuela en nictinastia. H, Foliolo terminal. I, Aquenios. J, Lígulas. K, Hábito de la planta. L, Hoja intermedia. M, Brácteas involucrales externas.

4.3.3. Conteo cromosómico

El pretratamiento con colchicina al 5 % durante tres horas arrojó resultados más eficaces a la hora de visualizar los cromosomas vegetales en las diferentes preparaciones ya que se encontraron mayor cantidad de células en estado de metafase con cromosomas condensados mientras que la tinción mediante la reacción de Feulgen fue eficaz a la hora de teñir el material genético celular (Figura 36).

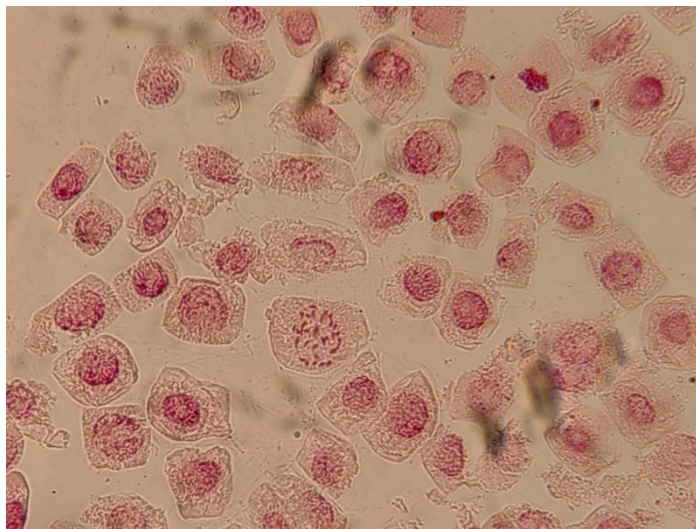


Figura 36. Preparación que muestra varias células en un estado adecuado del ciclo de mitosis donde se aprecia el material genético teñido.

Los conteos cromosómicos llevados a cabo evidenciaron el nivel de ploidía que presentan ambas especies diferenciándolas entre sí mismas además de sus diferencias morfológicas; *D. odorimella* obtuvo un recuento cromosómico de $2n=32$ en las muestras analizadas, siendo una especie que se puede considerar diploide con base en los estudios genéticos previos sobre el género; por su parte, *D. zaratesii* posee un recuento cromosómico de $2n=64$ lo que la convierte en una de las pocas especies de dalias poliploides de forma natural (Figs. 37 y 38).

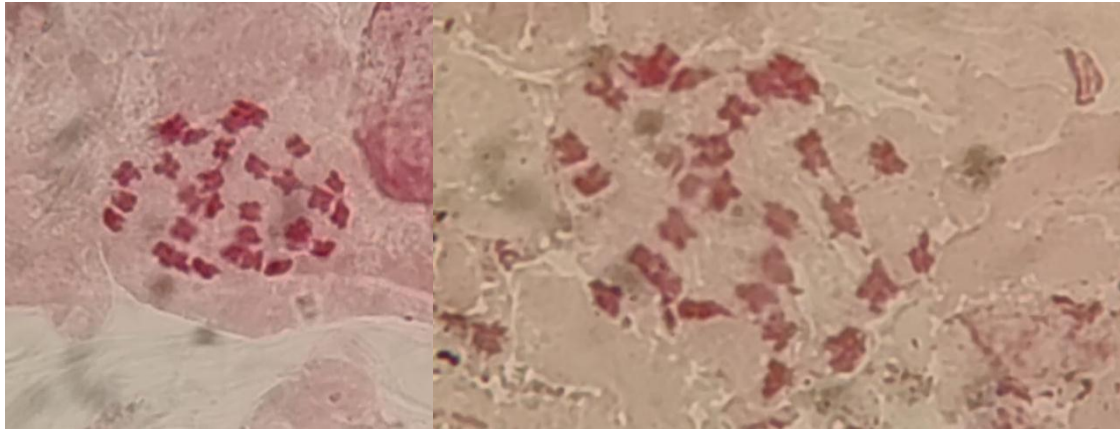


Figura 37. Conteo cromosómico de *Dahlia odorimella* $2n=32$.

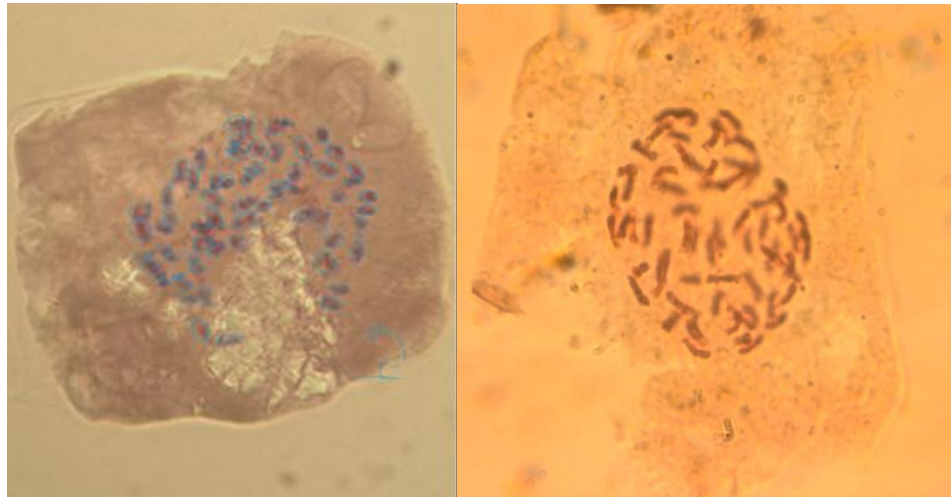


Figura 38. Número de cromosomas de *Dahlia zaratesii* $2n=64$.

La gran cantidad de cromosomas que posee *D. zaratesii* en comparación con *D. odorimella* retrasó en gran medida la definición y conteo de su número base debido a que muchas veces los cromosomas no se encontraban en un mismo plano y teniendo que afinar la técnica de aplastamiento a la hora de las visualizaciones, sin embargo, la técnica finalmente permite la correcta tinción y visualización de los cromosomas en estas especies de dalia.

4.4. Conclusiones

Dahlia zaratesii y *Dahlia odorimella* son dos especies nuevas de dalias que se diferencian de otras especies afines dadas sus características morfológicas singulares así como por caracteres cualitativos que no exhiben otras especies dentro del género.

Dahlia zaratesii es afín a *D. coccinea* dado su hábito de crecimiento herbáceo y el color ojo de lígulas que presenta, sin embargo, se diferencia de esta última por el tipo de desarrollo de lámina foliar indeterminado mientras que *D. coccinea* presenta láminas foliares determinadas con foliolos bien definidos; así mismo, la filotaxia de los foliolos de las raquillas basales de las hojas intermedias es alternada en *D. zaratesii* mientras que *D. coccinea* presenta una filotaxia opuesta: Así mismo, los foliolos de *D. zaratesii* muestran márgenes enteros a subenteros mientras que *D. coccinea* posee foliolos serrados. Otra característica distintiva de *D. zaratesii* es su hábito de crecimiento postrado y luego ascendente además de la forma alargada y curvada de sus raíces tuberosas a maneras de “anclas”. Estas características morfológicas, aunadas a sus cualidades aromáticas distinguen a *D. zaratesii* de otras especies de dalias además de que se conoce actualmente sólo de su localidad tipo.

Por su parte, *D. odorimella* es afín tanto a *D. spectabilis* como a *D. coccinea*; en el primer caso debido a su follaje semicraso sin embargo se distingue de *D. spectabilis* por el color, forma, y tamaño tanto de las lígulas como de los capítulos florales, siendo estos más grandes y con lígulas moradas en *D. spectabilis* mientras que *D. odorimella* posee lígulas más pequeñas, cóncavas y de color anaranjado. En cuanto a *D. coccinea*, *D. odorimella* se distingue por poseer follaje crasuláceo mientras que *D. coccinea* exhibe láminas foliares membranáceas además de ser plantas pilosas mientras que *D. odorimella* es mayoritariamente glabra en todas sus estructuras vegetativas, además de presentar nictinastia de las lígulas.

Ambas especies se conocen solo de su localidad tipo por lo que los esfuerzos para conservar el medio donde habitan, así como la obtención y resguardo de germoplasma correspondiente a ambas especies de vital importancia tanto para asegurar el

mantenimiento de ambas especies como para implementar futuros trabajos de fitomejoramiento con éstas dadas sus cualidades aromáticas, únicas dentro del género.

4.5.Literatura citada

- Aguirre-Zárate, R. (2017). *Morfometría y taxonomía del complejo Dahlia coccinea Cav.(Asteraceae) en el estado de Hidalgo, México*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo].
- Castro-Castro, A. R., Rodríguez, A., Vargas-Amado, G. & Harker, M. (2012). Diversidad del género *Dahlia* (Asteraceae: Coreopsidae) en Jalisco, México y descripción de una especie nueva. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(2), 347-358. <https://doi.org/10.7550/rmb.26375>
- Castro-Castro, Arturo, Zuno-Delgadillo, Osvaldo, Carrasco-Ortiz, Marco Antonio, Harker, Mollie, & Rodríguez, Aarón. (2015). Novedades en el género *Dahlia* (Asteraceae: Coreopsidae) en Nueva Galicia, México. *Botanical Sciences*, 93(1), 41-51. <https://doi.org/10.17129/botsci.239>
- Hansen, H. V. (2004). Simplified keys to four sections with 34 species in the genus *Dahlia* (Asteraceae - Coreopsidae). *Nordic Journal of Botany* 24(5), 549 -553. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2004.tb01639.x>
- Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2000). *The early history of the domestication of Dahlia (Asteraceae, Heliantheae) with emphasis on the period 1791–1836 including observations on taxonomy, chromosome numbers, biochemistry, biosystematics, ray colour inheritance, and ray colour designation within the genus*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.
- Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2003). *Hybridization within Dahlia (Asteraceae-Coreopsidae): A synopsis based on data from 20 species*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.
- Lamina, Q., Salcedo, S., Jadán, M., & Proaño, K. (2010). Estandarización de la metodología para el conteo cromosómico en especies del género *Polylepis* en el Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 31(1-2). <https://doi.org/10.26807/remcb.v31i1-2.41>.
- Pérez, R., Hernández, M., Rose, V., Calleros, V. & Panzera, F. (2003). Citotaxonomía y evolución cromosómica en *Triatominae*, insectos vectores de la enfermedad de Chagas (heteroptera-reduviidae). *Entomology Vector*, 10(1), 543-550. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46136172/Citotaxonomia_y_evolucion_cromosmica_en_Tr20160601-24832-n0mbha-libre.pdf?1464797439=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCitotaxonomia_y_evolucion_cromosmica

_en.pdf&Expires=1715201257&Signature=MoarN3nTaNf0a8PNaaWnP0AT~2u3NS9-s0xz2JtCos7NmW18kPPMQlrCiEA7Hh-UGIOQe18EVSC7q8W77RAqp0csp5v4VRmX7uzOTC8ZIJNY8IH4F8WCQ0DJT4mlW0pxJp~TwP3rgpb34Jbwa5wxxjJik7hCVMzf6oKDGd7rZCjlnH7R9BL8nDrPzf9v9d1EADASNp11s0vP~Lh1jnkIC~MJFPZXBQhAy11sEWCd460t3h1-PzjHS7PtxFYc8u0rndzFoguJgvy4xgXEN~dudPk-L80Tskt8Vsg-Nf2F2sHSQ9xPoptx3Wg0nQHqoJ0YHap96M9tQHvW72hvocJxYA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

- Redonda-Martínez, Rosario. (2022). Tribus de Asteraceae en México, morfología y clave de identificación. *Acta Botánica Mexicana*, 129(1), <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.2122>
- Reyes-Santiago, J., Islas-Luna, M. A., Macías-Flores, R. G. & Castro-Castro, A. (2018). *Dahlia tamaulipana* (Asteraceae, Coreopsideae), a new species from the Sierra Madre Oriental biogeographic province in Mexico. *Phytotaxa*, 349(3), 214-224. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.349.3>
- Sørensen, P. D. (1969). Revision of the genus *Dahlia* (Compositae, Heliantheae-Coreopsidinae). *Rhodora* 71, 309-416. <http://www.jstor.org/stable/23311302>
- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28(3), 160-167. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000300008&lng=es&tlng=es.
- Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 559-902. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.017>
- Villaseñor, J. L. & Redonda-Martínez, R. (2018). A new species of *Dahlia* (Asteraceae, Coreopsideae) from the state of Oaxaca, México. *Phytotaxa*, 362(2), 239-243. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.362.2.11>

5. Nuevas variedades y nuevos atributos de dalias ornamentales provenientes de especies nuevas para la horticultura

Resumen

La flor de dalia, al ser muy apreciada a nivel mundial, posee un gran número de variedades que son el resultado del mejoramiento genético posicionándola como la planta con flores con mayor cantidad de cultivares ornamentales globalmente. Esta gran variedad de formas, tamaños, tipos y colores de lígulas exceptuando el azul que caracterizan a las diferentes cultivares evidencian la gran diversidad genética que posee este género de plantas y más aún si tomamos en cuenta que la mayoría de estas variantes devienen mayoritariamente de solo cuatro de las 42 especies conocidas de dalias. En este trabajo se tuvo como objetivo principal explorar la afinidad genética entre especies de la sección *Dahlia* mediante polinizaciones manuales dirigidas utilizando especies nula o escasamente reportadas como progenitores de nuevas variedades con excepción de *D. pinnata*, la cual se incluyó como parte de los trabajos de hibridación interespecífica por ser uno de los principales progenitores de las variedades ornamentales de dalias y *D. dissecta*, perteneciente a la sección *Entemophyllon*. Se realizaron polinizaciones manuales dirigidas utilizando ocho especies diferentes de dalias silvestres dada su disponibilidad en el momento de la realización del estudio y con las cuales se formaron “parejas” para llevar a cabo las hibridaciones correspondientes tomando en cuenta diferentes criterios para su selección. Los entrecruzamientos resultaron en la obtención de al menos 10 variedades nuevas de dalias, dos de las cuales, dada su característica única de presentar cabezuelas perfumadas, son las primeras variedades obtenidas, reportadas y registradas que poseen aroma.

Palabras clave: mejoramiento tradicional, hibridación, especie, variedad, aroma.

5. New varieties and new attributes of ornamental dahlias from new species for horticulture

ABSTRACT

The dahlia flower, being highly appreciated worldwide, has a large number of varieties that are the result of genetic improvement, positioning it as the flowering plant with the largest number of ornamental cultivars globally. This great variety of shapes, sizes, types and colors of ligules, except for the blue that characterizes the different cultivars, shows the great genetic diversity that this genus of plants has and even more so if we take into account that most of these variants come mainly from only four of the 42 known species of dahlias. The main objective of this work was to explore the genetic affinity between species of the Dahlia section through directed manual pollinations using species with no or few reports as parents of new varieties with the exception of *D. pinnata*, which was included as part of the work of interspecific hybridization for being one of the main progenitors of the ornamental varieties of dahlias and *D. dissecta*, belonging to the Entemophyllon section. Directed manual pollinations were carried out using eight different species of wild dahlias given their availability at the time of the study and with which “pairs” were formed to carry out the corresponding hybridizations taking into account different criteria for their selection. The crossings resulted in the obtaining of at least 10 new varieties of dahlias, two of which, given their unique characteristic of presenting scented flower heads, are the first varieties obtained, reported and registered that have aroma.

Keywords: traditional breeding, hybridization, species, variety, aroma.

5.1. Introducción

Las primeras variedades ornamentales de dalias datan del año 1818 cuando ya se tenían registros de más de 75 cultivares diferentes en el continente europeo (Mera & Bye, 2006).; el continuo desarrollo del mejoramiento genético de esta flor ha permitido la generación de inflorescencias que difieren enormemente de las especies silvestres y que poseen cabezuelas florales de gran tamaño así como un incremento en el número y forma de flores liguladas que les proporcionan diversos y muy llamativos diseños así como combinación de colores exceptuando el azul (Mejía et al., 2020; Mera & Bye, 2006).

El gran reconocimiento de la dalia comenzó por la introducción de esta especie al continente europeo posteriormente a las fechas de la conquista española (Hansen & Hjerting, 2000) cuando Don Vicente Cervantes, catedrático de ciencias botánicas, en sus recorridos por el nuevo territorio español en américa, colectó y envió a España semillas de diversos ejemplares representativos de la zona a Antonio José Cavanilles y Palop, quien fungía como director del Real Jardín Botánico de Madrid, quien, al recibir las semillas se dispuso a sembrar y cultivar las plantas obtenidas (Mera & Bye, 2006), las cuales le sirvieron para elaborar las primeras descripciones botánicas de la flora de América y entre las cuales se encontraba representado el género *Dahlia* (Mera & Bye, 2006). Cavanilles describió y publicó *Dahlia pinnata* como la primer especie del género en sus publicaciones de “Icones et descriptiones plantarum” (Cavanilles, 1976) y nombró al género en honor al botánico sueco Andreas Dahl (Mera & Bye, 2006).

Sin embargo, en sus inicios, las dalias no eran de interés ornamental para los europeos extendiéndose más su uso como planta de consumo alimentario dadas sus raíces tuberosas puesto que se encuentra presentes en la gastronomía de diversos naciones, así como el uso culinario de sus flores liguladas (Treviño de Castro et al., 2007). A partir de los primeros ensayos y proyectos de mejoramiento genético utilizando las dalias como material vegetal fue que se empezaron a editar en 1890 los primeros documentos bibliográficos procedentes de España (Hansen & Hjerting, 2000) y desde ese momento solo cuatro especies han dominado la generación de nuevos cultivares siendo estas *D. pinnata*, *D. coccinea*, *D. imperialis* y *D. merckii* (Hansen & Hjerting, 2000).

México tiene un gran potencial en el desarrollo de nuevos cultivares de dalias, tanto ornamentales como para fines alimenticios o medicinales (Mejía et al., 2020) dadas las cualidades nutraceuticas que adicionalmente poseen las especies de este género de plantas puesto que la mayoría de las especies son endémicas del territorio mexicano (Reyes-Santiago et al., 2018; Villaseñor & Redonda-Martínez, 2018). En nuestro país, el cultivo de dalias con fines comerciales se lleva a cabo principalmente en la Ciudad de México y en los estados de Morelos, Puebla, Michoacán y el Estado de México con tres tipos de plantas de acuerdo a la finalidad de su cultivo (Mejía et al., 2020). En cuanto al registro de nuevas variedades, La Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) es la encargada de reconocer y proteger los derechos de propiedad intelectual de los obtentores de las diferentes variedades vegetales cultivadas (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, 2002); ésta establece que una variedad vegetal debe definirse e identificarse a través del reconocimiento de sus caracteres morfológicos que son la base de la examinación de las variedades para llevarse a cabo su distinción de otras variedades diferenciándose unas de otras por uno o varios caracteres específicos, su estabilidad que involucra que estos caracteres sean constantes y la homogeneidad de la variedad la cual refiere a que ésta sea lo suficientemente uniforme en sus caracteres distintivos manteniéndose sin cambios significativos durante los procesos de multiplicación (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, 2002). Para el caso del género *Dahlia*, la UPOV cuenta con la guía TG/226/1 de descriptores morfológicos para llevar a cabo los exámenes de distinción homogeneidad y estabilidad de los diferentes cultivares de dalias.

5.2. Materiales y Métodos

El trabajo de hibridación interespecífica se llevó a cabo en las instalaciones de los invernaderos de Posgrado de la Universidad Autónoma Chapingo. Se llevaron a cabo polinizaciones manuales dirigidas entre diferentes especies de dalias con la metodología descrita en el capítulo 1 del presente trabajo. La selección de especies a entrecruzar se determinó por la disponibilidad de las plantas y su sincronía en el momento de la antesis.

La procedencia de las plantas utilizadas para las polinizaciones manuales fue diversa obteniéndose algunas mediante la siembra de semilla silvestre colectada con anterioridad y ejemplares anteriormente cultivados y a cargo del M en C José Merced Mejía Muñoz; en el caso de los ejemplares obtenidos mediante semilla, éstas fueron sembradas a finales del mes de febrero del 2021 y cultivadas hasta su madurez, alcanzándose ésta a mediados del mes de agosto.

Se realizaron y homogeneizaron las labores culturales de ejemplares de ocho especies distintas de dalias cultivadas en maceta tales como fertilización, deshierbe y fumigación para prevención de plagas; cada una de las especies estaba representada por un número diferente de individuos disponibles para la realización de las polinizaciones manuales (Cuadro 11)

Cuadro 12. Especies de dalias utilizadas, procedencia y número de individuos de cada una de ellas para explorar la afinidad genética interespecífica.

Especie	Procedencia	Número de individuos
<i>D. pinnata</i>	Siembra de semilla	6
<i>D. merckii</i>	Ejemplares cultivados	4
<i>D. dissecta</i>	Ejemplares cultivados	8
<i>D. parvibracteata</i>	Ejemplares cultivados	5
<i>D. brevis</i>	Ejemplares cultivados	16
<i>D. purposii</i>	Ejemplares cultivados	1
<i>D. zaratesii</i>	Siembra de semilla	12
<i>D. odorimella</i>	Siembra de semilla	3

La sincronía de la antesis de los progenitores seleccionados inició a finales del mes de mayo del 2021, momento en el cual se comenzaron a realizar los trabajos de polinización y entrecruzamiento manual consistentes en 22 cruza distintas, algunas en sentido bidireccional. Se seleccionaron y aislaron cinco capítulos florales de individuos de las distintas especies desde la fase de botón floral, se etiquetaron y se llevaron a cabo las polinizaciones en el momento en que las flores tubulares se encontraban maduras.

Las polinizaciones se llevaron a cabo de manera iterativa hasta el momento de la apertura de todas las flores tubulares del parental femenino; posteriormente se dejaron madurar los frutos dentro de las bolsas de organza y se cosechó la semilla híbrida obtenida desde inicios del mes de noviembre del mismo año. La semilla fue limpiada y resguardada para su siembra el siguiente ciclo de cultivo.

La siembra de la progenie obtenida mediante los cruzamientos se llevó a cabo desde finales del mes de febrero del 2022 contando el número total de semillas obtenidas por cruce y sembrando su totalidad en semilleros para tal fin con “peat moss” 100 % como sustrato (Cuadro 12).

Cuadro 13. Diferentes entrecruzamientos realizados con las especies de dalias silvestres y porcentaje de germinación de la semilla híbrida obtenida; el primer progenitor mencionado en las cruza es el progenitor femenino, mientras que el segundo es el parental paterno.

Cruza	Sembradas	Germinadas	Mortalidad	Germinación (%)
<i>D. pinnata</i> x <i>D. zaratesii</i>	270	185	0	68
<i>D. zaratesii</i> x <i>D. pinnata</i>	82	65	0	79
<i>D. zaratesii</i> x <i>D. odorimella</i>	162	64	0	39
<i>D. odorimella</i> x <i>D. zaratesii</i>	356	337	0	94
<i>D. purpusii</i> x <i>D. zaratesii</i>	23	0	0	0
<i>D. zaratesii</i> x <i>D. purpusii</i>	61	20	0	32
<i>D. purpusii</i> x <i>D. pinnata</i>	1	0	0	0
<i>D. pinnata</i> x <i>D. purpusii</i>	21	0	0	0
<i>D. purpusii</i> x <i>D. coccinea</i>	24	4	1	16

<i>D. coccinea</i> x <i>D. purposii</i>	22	8	1	36
<i>D. dissecta</i> x <i>D. merckii</i>	200	98	1	49
<i>D. merckii</i> x <i>D. dissecta</i>	200	64	0	32
<i>D. parvibracteata</i> x <i>D. zaratesii</i>	52	5	0	9
<i>D. brevis</i> x <i>D. pinnata</i>	70	27	1	38
<i>D. brevis</i> x <i>D. parvibracteata</i>	33	6	0	18
<i>D. brevis</i> x <i>D. zaratesii</i>	8	0	0	0
<i>D. parvibracteata</i> x <i>D. pinnata</i>	69	1	0	1.4
<i>D. coccinea</i> x <i>D. pinnata</i>	19	19	0	100
<i>D. pinnata</i> x <i>D. coccinea</i>	37	21	1	56
<i>D. coccinea</i> x <i>D. brevis</i>	1	0	0	0
<i>D. pinnata bl</i> x <i>D. pinnata R</i>	67	32	0	47
<i>D. pinnata R</i> x <i>D. pinnata bl</i>	37	28	0	75

Las labores culturales del cultivo y manejo de la descendencia obtenida incluyeron labores de fertilización, trasplante y deshierbe, así como fumigación de las plantas durante su cultivo de la manera descrita en los capítulos 1 y 2 del presente trabajo. Se seleccionaron ocho individuos representativos de cada cruzamiento para ser establecidos en tinas de 700 L de capacidad a modo de maceteros con una mezcla de “peat moss”, perlita y tierra de campo en proporción 40-40-20 para completar su desarrollo.

Una vez alcanzada la antesis de los híbridos se observaron sus características morfológicas y cualidades agronómicas de interés ornamental, tales como tamaño, forma, posición y número de cabezuelas sincrónicas; color, forma y posición de lígulas, vigor de las plantas, tiempo a floración y se seleccionaron los individuos más sobresalientes de diferentes entrecruzamientos los cuales fueron caracterizados mediante la guía técnica de la UPOV para dalia TG/226/1 (Figura 39).

S



TG/226/1
ORIGINAL: Inglés
FECHA: 2006-04-05

UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES
GINEBRA

DALIA

Código UPOV: DAHLI

Dahlia Cav.

DIRECTRICES
PARA LA EJECUCIÓN DEL EXAMEN
DE LA DISTINCIÓN, LA HOMOGENEIDAD Y LA ESTABILIDAD

Nombre(s) alternativo(s):*

<i>Nombre botánico</i>	<i>Inglés</i>	<i>Francés</i>	<i>Aleman</i>	<i>Español</i>
<i>Dahlia Cav.</i>	Dahlia	Dahlia	Dahlie	Dalia

La finalidad de estas directrices ("directrices de examen") es elaborar los principios que figuran en la Introducción General (documento TG/1/3) y sus documentos TGP conexos, con objeto de que sirvan de orientación práctica y detallada para el examen armonizado de la distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE) y en particular, para identificar los caracteres apropiados para el examen DHE y producir descripciones armonizadas de variedades.

DOCUMENTOS CONEXOS

Estas directrices de examen deberán leerse en conjunción con la Introducción General y sus documentos TGP conexos.

* Estos nombres eran correctos en el momento de la adopción de estas Directrices de Examen pero podrían ser objeto de revisión o actualización. [Se aconseja a los lectores consultar el Código UPOV en el sitio Web de la UPOV (www.upov.int), donde encontrarán la información más reciente.]

Figura 39. Portada de la guía TG/226/1 para el examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad de las variedades de dalias de la UPOV.

Finalizando las caracterizaciones morfológicas correspondientes, los ejemplares candidatos a nuevas variedades se trasplantaron a macetas individuales, se etiquetaron y se dejó terminar su desarrollo, recolectando la semilla producida por éstos mediante libre polinización y resguardando ésta para futuros trabajos de mejoramiento genético. El resto de la descendencia no seleccionada continuó su desarrollo en las tinas de cultivo hasta la formación maduración y colecta de semillas (Figura 40).



Figura 40. Híbridos cultivados de diferentes cruzas; cada tina de cultivo correspondió a una crusa en particular donde los ejemplares exhibieron sus características de cultivo.

Los candidatos a nuevas variedades entraron en reposo vegetativo a mediados del mes de noviembre del 2022 momento en el cual se extrajeron las raíces tuberosas de los mismos y se llevaron a cabo las labores de multiplicación correspondientes consistentes en la división de las raíces tuberosas y la aplicación de Captan como agente preventivo de infecciones fúngicas en los tubérculos. Una vez divididas las raíces tuberosas se colocaron en macetas individuales y se cubrieron con “peat moss” y se mantuvieron de esta manera durante su periodo de reposo invernal en un lugar resguardado, fresco y

seco. A mediados del mes de febrero del 2023, se trasplantaron los individuos multiplicados a macetas individuales para que comenzaran su desarrollo y continuar las labores de caracterización morfológica y sucesivas multiplicaciones de las nuevas variedades. Se realizó un segundo examen con base en los ejemplares obtenidos aplicando nuevamente la Guía TG/226/1 para *Dahlia* y se corroboraron los exámenes anteriormente realizados.

Finalmente se llevaron a cabo las solicitudes de registro y propuesta de nuevas variedades ornamentales de dalias proponiendo a dos de ellas como variedades con derechos de obtentor dadas las cualidades aromáticas que poseen.

5.3. Resultados y discusión

Todos los entrecruzamientos realizados resultaron en la obtención de semillas por lo que las diferentes especies utilizadas son susceptibles de hibridar entre ellas, tomando en cuenta los números de cromosomas conocidos para las especies trabajadas, los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por Hansen y Hjerting (2003), ya que las especies con los mismos recuentos cromosómicos generaron descendencia híbrida fértil (Gatt et al., 2000a; Hansen & Hjerting, 2003); algunas cruas solo produjeron un solo aquenio al momento de la recolección de los frutos maduros. Las cruas de *D. purposii* x *D. pinnata*; *D. coccinea* x *D. brevis* y *D. brevis* x *D. zaratesii* fueron las que menos descendencia produjeron a través de las polinizaciones manuales mientras que las cruas que involucraron a las nuevas especies descritas, así como la recíproca de *D. dissecta* x *D. merckii* fueron de las más prolíficas (Figura 41), a diferencia de lo reportado por otros autores (Gatt et al., 2000a; Hansen & Hjerting, 2003) donde los pocos híbridos interespecíficos obtenidos entre estas mismas especies nunca alcanzaron la etapa de antesis floral, la descendencia híbrida obtenida en este trabajo sí alcanzó la floración de las plantas, siendo esta más abundante y de forma recurrente a diferencia de sus parentales silvestres; los individuos híbridos presentaron un mayor vigor que las especies progenitoras (Hansen & Hjerting, 2003) y un fenotipo intermedio entre ambos progenitores como en el caso de las especies de la sección *Entemophyllon* (Mejía-Muñoz et al., 2015) y mostrando un desarrollo superior al de las especies silvestres, sin embargo, también se observó un alto grado de esterilidad de los mismos, ya que no hubo

producción de semillas una vez pasado el tiempo de floración, encontrándose esporádicamente algún aquenio aislado en los capítulos florales maduros.

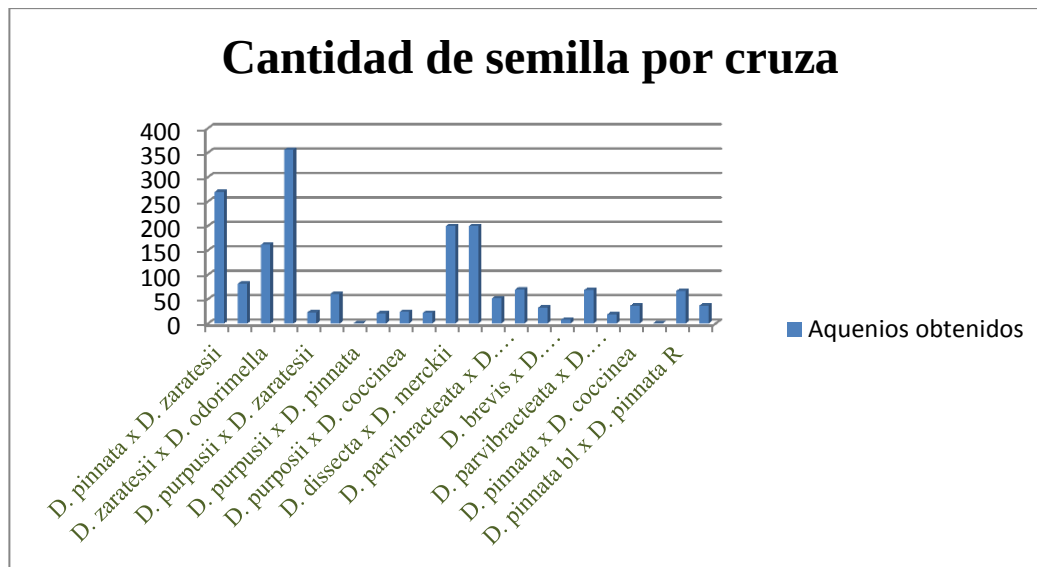


Figura 41. Cantidad de aquenios totales obtenidos en cada una de las hibridaciones realizadas.

Del total de semilla sembrada se obtuvieron diferentes cantidades de plántulas híbridas obteniéndose porcentajes de germinación variables dependiendo de la cruza en cuestión; la semilla híbrida más viable resultó ser la proveniente del cruzamiento de *D. coccinea* x *D. pinnata* ya que del total de aquenios sembrados, a pesar de ser poca cantidad, todos germinaron, obteniéndose plántulas para cultivo, esto concuerda con la gran cantidad de variedades ornamentales actuales provenientes de la hibridación entre estas dos especies ampliamente trabajadas en el ámbito del mejoramiento ornamental con dalias; sin embargo la cruza recíproca entre *D. zaratesii* y *D. pinnata* también presentó un porcentaje de germinación de la semilla híbrida alto (68 y 69 %) así como la de *D. odorimella* x *D. zaratesii* alcanzando 94 % de germinación del total de semillas sembradas. En contraparte las cruza que involucran a la especie *D. brevis* fueron las que menos viabilidad presentaron, obteniéndose un número de híbridos bajo, con excepción de su entrecruzamiento con *D. pinnada* (Figura 42). Esta cruza en particular produjo individuos vigorosos con un fenotipo intermedio entre ambas especies hibridadas y una morfología foliar que recuerda a la especie *D. brevis* pero con inflorescencias mucho más grandes que la especie silvestre (Figura 43).

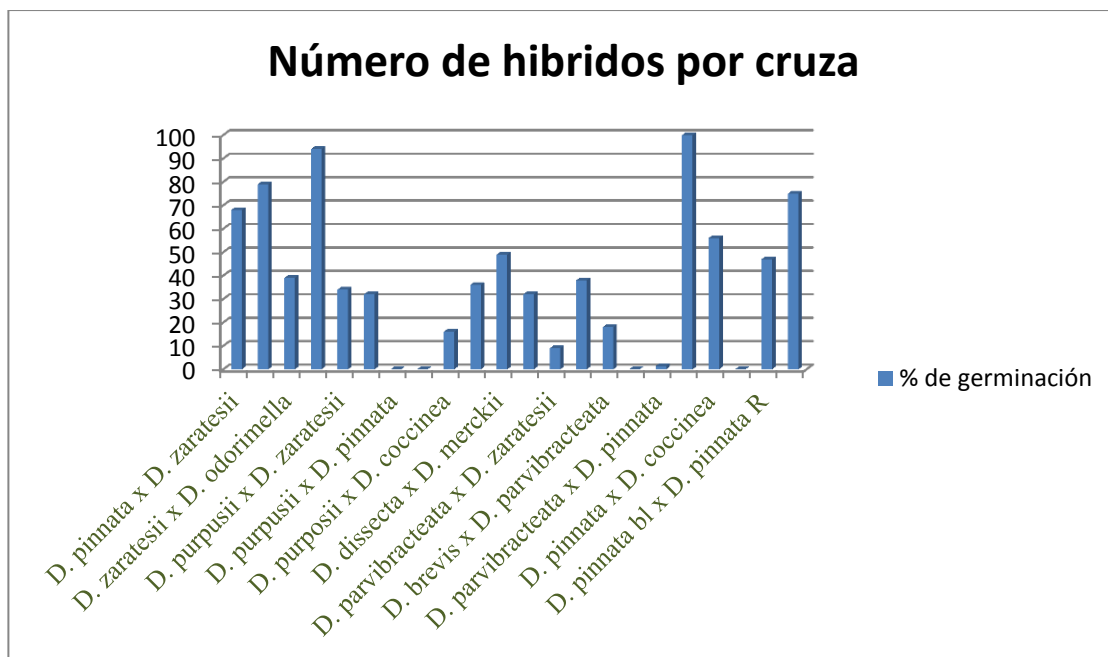


Figura 42. Porcentajes de germinación de la semilla híbrida de las diferentes cruzas.

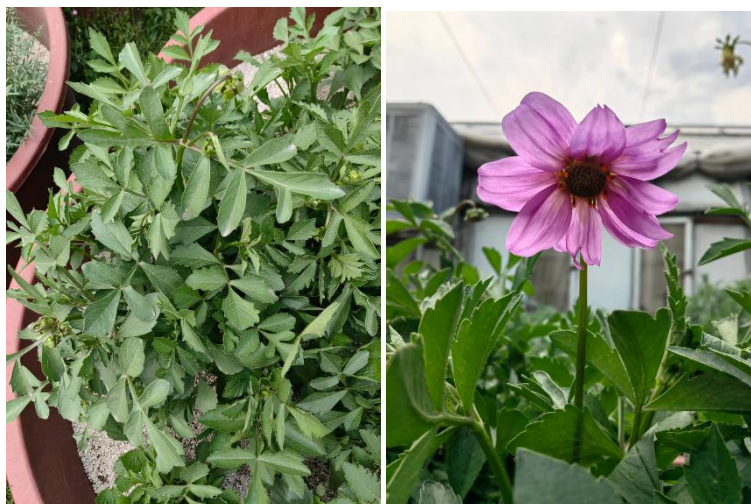


Figura 43. Ejemplar híbrido entre *Dahlia pinnata* x *Dahlia brevis*; izquierda: detalle del follaje; derecha: cabezuela con flores del disco púrpuras.

De particular interés fueron las hibridaciones entre las especies nuevas descritas de dalia dadas sus cualidades únicas de poseer cabezuelas aromáticas y nictinastia en el caso de *D. odorimella* (Figura 44) así como los ensayos hechos con la especie *D. purpusii*, debido a su extrema rareza y ubicación geográfica restringida.



Figura 44. Ejemplar de *D. odorimella* exhibiendo nictinastia; las lígulas se superponen en el disco floral central al atardecer y durante la noche.

El cruzamiento entre las nuevas especies produjo gran cantidad de híbridos fértiles de los cuales, los ocho seleccionados para representar su cultivo llegaron a floración desde mediados del mes de julio del 2022 y extendiéndose esta hasta mediados de noviembre del mismo año en un periodo que abarcó cuatro meses aproximadamente y culminando con la producción de semillas mediante polinización abierta.

En el caso de *D. purposii*, esta hibridó exitosamente con las especies *D. zaratesii*, *D. pinnata* y *D. coccinea* produciendo aquenios mediante las polinizaciones manuales, sin embargo, la semilla híbrida obtenida sólo produjo plántulas en el caso de la cruza *D. purposii* x *D. coccinea* y *D. purposii* x *D. zaratesii* no obteniéndose plántulas viables mediante su hibridación con *D. pinnata*. *D. purposii* se caracteriza por poseer hojas simples y grandes muy raras en las especies dentro del género; los pocos híbridos obtenidos con esta especie mostraron un morfología foliar intermedia entre ambas especies destacando el follaje simple de su parental *D. purposii*, con láminas foliares

amplias y simples o a lo mucho bipinnadas con tres folíolos de desarrollo indeterminado (Figura 45).



Figura 45. Ejemplar híbrido originado por la cruce de *Dahlia purposii* x *Dahlia zaratesii*; el follaje simple es característica del progenitor femenino.

Finalmente, se corroboró la afinidad genética entre especies de dalias con diferente número de cromosomas, particularmente entre las especies *D. dissecta* y *D. merckii*; la primera pertenece a la sección Entemophyllon y posee un número de cromosomas $n=17$ mientras que la segunda se encuentra dentro de la sección Dahlia con un recuento de $n=18$ cromosomas.

Esta cruce recíproca no solo fue una de las más prolíficas, obteniéndose gran cantidad de semillas de los capítulos florales fecundados manualmente, sino que también produjo híbridos viables y con gran vigor vegetativo alcanzando la etapa de floración la cual fue muy abundante y recurrente en un periodo de tiempo que abarcó desde mediados del mes de mayo del 2022 hasta sorprendentemente inicios del mes de diciembre del mismo año; cabe señalar que estos ejemplares, a pesar de llegar a floración y siendo ésta sumamente abundante, tuvieron una nula o escasa producción de semillas mediante polinización abierta, encontrándose a lo sumo uno o dos aquenios por cada fruto maduro lo que señala una posible esterilidad o semiesterilidad de los híbridos provenientes de

estas dos especies que difieren en número de cromosomas (Gatt et al., 2000; Hansen & Hjerting, 2003; Figura 46).



Figura 46. Ejemplar híbrido de la cruz *Dahlia merckii* x *Dahlia dissecta*; la descendencia híbrida obtenida alcanzaron su etapa de madurez y floración con nula o escasa fructificación.

Hansen y Hjerting (2003) indicaron la hibridación excepcional entre estas dos especies, sin embargo, estos autores señalaron que los híbridos que obtuvieron, a pesar de presentar un vigor mayor al de las especies parentales nunca alcanzaron la etapa de floración durante los años en que mantuvieron las plantas bajo cultivo, manteniéndose siempre vegetativas sin la producción de primordios florales. La generación de nuevas variedades de dalias que sean estériles o semiestériles pero alcanzando la etapa de floración es una característica nueva que no se tiene registrada en otras variedades, las cuales suelen producir semillas por polinización abierta, inclusive si se trata de variedades con solo lígulas en las cabezuelas florales.

Finalmente, todos estos ensayos de hibridación interespecífica dieron como resultado la generación de 10 nuevas variedades de dalias ornamentales que, por sus características tanto agronómicas como morfológicas y fisiológicas pueden tener diferentes usos prácticos en la agricultura ornamental. Dos de estas variedades son las primeras variedades obtenidas de dalia que son aromáticas, evidenciando un sutil aroma

achocolatado y/o amielado a primera impresión, característica que las hizo candidatas a registro con título de obtentor y que actualmente se encuentran en dicho proceso y cuentan con sus respectivos números de constancia de presentación ante la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales (GODO; SNICS, 2019) así como en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, con sus respectivos números de registro.

Las ocho restantes variedades obtenidas también cuentan actualmente con número de registro ante el CNVV y se enlistan a continuación:

Variedad Sueño de Nere

Esta variedad, es la primer variedad identificada que se obtuvo con cabezuelas aromáticas y que proviene del entrecruzamiento de los individuos identificados como RAZDP2019-7 y RAZDZ2019-11 pertenecientes a las especies *D. pinnata* x *D. zaratesii* respectivamente. Además de la característica cualitativa aromática, ‘Sueño de Nere’ se identifica por ser una planta de porte medio, alcanzando una altura de aproximadamente un metro con porte erecto y tallos principales que presentan tintes amarronados; los pedúnculos florales se encuentran en una tonalidad rojiza de consistencia rígida que miden entre 30 a 45 cm de longitud en promedio; las plantas poseen hojas tanto pinnadas como bippinadas y la floración se encuentra muy por encima del follaje, sobresaliendo las cabezuelas tipo margarita con un porte horizontal y lígulas de color rojo profundo correspondiente al código de colores “Red Group 46A” de la carta de colores de la RHS que contrastan con el follaje verde medio de la planta; las lígulas presentan una forma curvada y cóncava a modo de “estrella” con la porción basal interior de un tono rojo más oscuro (Figura 47). La variedad cuenta con el número de inscripción DAL-026-290224 ante el CNNV con número de expediente 4479 así como con número de constancia de presentación 3198 ante la GODO con fecha del 26/jul/2023.



Figura 47. Variedad Sueño de Nere. Detalle de las cabezuelas florales, tipo de hojas y tallos, variedad con sutil aroma achocolatado.

Variedad Brisa de verano

Se trata de la segunda variedad obtenida que presenta cabezuelas con aroma; esta variedad proviene de la hibridación entre dos individuos de las especies *D. odorimella* y *D. zaratesii*, identificados como RAZDO2019-34 y RAZDZ2019-6, respectivamente. Esta variedad denota un moderado aroma dulce que recuerda al chocolate dulce proveniente de sus cabezuelas florales con lígulas de color anaranjado que se superponen sobre las flores tubulares al caer la noche dándole un aspecto de estar “dormida” este fenómeno, llamado nictinastia no se había observado anteriormente en ninguna otra variedad de dalia, lo que convierte a ‘Brisa de verano’ en la primera variedad ornamental con esta característica. El cultivar se caracteriza, así mismo por ser una planta de porte medio con una altura de uno a metro y medio de porte erecto y que presenta el tallo principal teñido suavemente de color rojo amarillado; los pedúnculos florales son largos, de 45 hasta 65 cm y poseen un color verde pálido, rígidos y de textura algo quebradiza; el follaje es crasuláceo o semicraso, glabro y de textura cerosa con una floración que se presenta muy por encima del follaje consistente en cabezuelas tipo margarita de porte erecto. La variedad posee de 8 a 10 lígulas de forma ovado-elípticas con una coloración naranja vivo correspondiente al código de colores “Orange-Red Group N30A” de la carta de colores de la RHS (Figura 48). Así mismo cuenta con el número de inscripción DAL-032-290224 en el expediente 4485 del CNVV y un número de constancia de presentación 3197 con fecha del 26/jul/2023 ante la GODO.



Figura 48. Detalle de la hoja y cabezuelas de la variedad perfumada Brisa de Verano.

Variedad Fuego de Xamar

Esta variedad proviene del cruzamiento de individuos identificados como RAZDP2019-5 y RAZDZ2019-7 pertenecientes a las especies *D. pinnata* y *D. zaratesii* respectivamente. Las cabezuelas de este cultivar exhiben la presencia de un sutil aroma achocolatado aunque no tan intenso como el de las anteriores variedades. Se caracteriza por ser una planta de porte medio de hasta 80 cm de altura y poseer láminas foliares alargadas, con la porción del raquis principal entre el primer y segundo nudo del doble de largo que los otros segmentos del mismo; así mismo posee un follaje rugoso y de textura áspera; la floración se ubica moderadamente por encima del follaje con cabezuelas en posición semi-erecta y lígulas rojas (Figura 49). La variedad cuenta con el número de inscripción DAL-027-290224 en el expediente 4480 del CNVV.



Figura 49. Cabezuelas y tipo de follaje de la variedad Fuego de Xamar.

Variedad “Miztli Yahuitl”

Proveniente de individuos identificados como RAZDM2019-3 y RAZDD2019-2 correspondientes a las especies *D. merckii* y *D. dissecta*. Se trata de una variedad que se distingue por su rápido desarrollo y vigor vegetativo, con un porte semiarbustivo formando un seto redondeado de una altura aproximadamente 60 cm. Presenta un periodo de floración extenso que abarca desde mediados del mes de mayo y hasta principios de diciembre mostrando una floración abundante y recurrente de cabezuelas de pequeño tamaño sobre pedúnculos alargados de color rojo amarronado, coloración que también se presenta en los tallos principales así como en los peciolos de las hojas trippinadas que posee, con foliolos de color verde oscuro brillante de filotaxia alterna. Las lígulas son de color lila claro mientras que las flores tubulares son de color morado oscuro o púrpura (Figura 50). La variedad presenta una falta de reposo invernal, manteniéndose vegetativa durante el invierno y una nula o sumamente escasa fertilidad lo que hace que no produzca semillas de forma general. El número DAL-028-29024 corresponde a su registro ante el CNVV con número de expediente 4481.



Figura 50. Follaje y flores de la variedad Miztli Yahuitl un híbrido entre las especies *Dahlia merckii* x *Dahlia dissecta*.

Variedad Kivela

Variedad obtenida del cruzamiento de las especies *D. dissecta* x *D. merckii* de ejemplares identificados como RAZDD2019-3 y RAZDM2019-5. Este cultivar presenta un hábito de crecimiento arbustivo y semirastrero, extendiéndose ampliamente a ras del suelo y llegando a una altura de unos 50 cm. Se caracteriza por su follaje verde brillante y de textura lisa correspondiente a hojas pequeñas sumamente divididas, trippinadas con filotaxia alterna de sus pínulas. Posee una floración abundante y recurrente que se extiende desde el mes de mayo hasta finales de noviembre durante la cual exhibe cabezuelas de pequeño tamaño sobre pedúnculos alargados y flexibles semicolgantes. Las cabezuelas se componen de 8 a 9 lígulas de color blanco y flores del disco amarillas con presencia de pequeñas lígulas adicionales, estrechas y alargadas que se ubican entre las flores liguladas y las tubulares (Figura 51); así mismo cuenta con número de registro ante el CNVV el cual es DAL-029-290224 y número de expediente 4482.



Figura 51. Inflorescencias, hábito de crecimiento y tipo de hojas de la variedad Kivela.

Variedad Nolola Chuchi

Cultivar obtenido mediante el cruzamiento de las especies *D. pinnata* y *D. zaratesii* proveniente de los individuos identificados como RAZDP2019-9 y RAZDZ2019-1. La variedad se caracteriza por ser una planta de porte medio y erecto, alcanzando hasta 1.20 m. de altura con tallos de color verde ligeramente teñidos de rojo amarronado y hojas bipinnadas de peciolo cortos con pequeñas estipelas en el segundo nudo del raquis; los foliolos son ovados de textura semirugosa y color verde oscuro. La floración tiene lugar muy por encima del follaje sobresaliendo las cabezuelas de tamaño mediano de 12 a 15 cm de diámetro con porte erecto y 8-10 lígulas anchas y planas que se superponen unas con otras de forma regular en ambos costados de color rojo (Figura 52). Se percibe un ligero aroma achocolatado de las cabezuelas que es más notorio en horas frescas del día. La variedad cuenta, así mismo, con el número de registro DAL-030-290224 y número de expediente 4483 del CNVV.



Figura 52. Flores y tipo de hoja de la variedad Nolola Chuchi que denota sutil aroma achocolatado.

Variedad Xochiquetzal

Obtenida de la hibridación de los individuos RAZDM2019-4 y RAZDDD2019-2 de las especies *D. merckii* y *D. dissecta*. Este cultivar presenta unas características agronómicas similares a la variedad “Miztli Yahuitl”: hábito semiarbustivo, floración abundante y recurrente durante un extenso periodo de floración y falta de reposo vegetativo en época invernal. Se distingue de la variedad mencionada por el color y forma de sus ocho lígulas las cuales son de un color morado oscuro en la variedad “Xochiquetzal” en los inicios de la antesis y que se van tornando de un color lila claro a medida que van madurando las flores tubulares; así mismo la forma de las lígulas es distintiva ya que presentan una curvatura que las coloca en posición refleja respecto al disco floral central el cual posee flores tubulares de color morado oscuro. Los tallos de esta variedad son de color verde, con peciolo teñidos de color rojo pálido. El follaje es verde brillante y al igual que “Miztli Yahuitl” muestra un grado elevado de esterilidad debido a la falta de producción de semillas (Figura 53). Cuenta con número de registro DAL-031-290224 y número de expediente 4484 ante el CNVV.



Figura 53. Flores, tallos y hoja de la variedad Xochiquétzal.

Variedad Olga Reina

Una variedad más obtenida mediante la hibridación de las especies *D. pinnata* y *D. zaratesii* proveniente de los individuos identificados como RAZDP2019-5 y RAZDZ2019-7. Esta variedad se caracteriza por ser una planta de porte medio que no sobrepasa los 50 cm de altura con un hábito de crecimiento erecto y tallos teñidos de color rojo amarronado; la floración se presenta moderadamente por encima del follaje y las cabezuelas tienen la particularidad de desprender un sutil aroma afrutado con lígulas de color rojo y ápices en forma de “V” que le dan una apariencia singular. El follaje consta de láminas foliares bipinnadas sin estipelas de color verde oscuro y de textura lisa (Figura 54). La variedad cuenta con el número de registro DAL-033-290224 y número de expediente 4486 ante el CNVV.



Figura 54. Detalle de las cabezuelas, tipo de hojas y hábito de la variedad Olga Reina la cual presenta un aroma de percepción afrutada.

Variedad Canto de Inés

Variedad obtenida mediante la cruce recíproca que dio origen a las anteriores variedades aromáticas. ‘Canto de Inés’ proviene de la hibridación de las especies *D. zaratesii* x *D. pinnata* de los individuos identificados como RAZDZ2019-11 y RAZDP2019-8. A diferencia de las anteriores esta variedad no posee la cualidad aromática, sin embargo, su porte erecto con tallos y pedúnculos florales sumamente rígidos y teñidos de color rojo amarronado que sostienen cabezuelas con 8-9 lígulas de color rojo profundo al inicio de la floración y que se van tornando de una tonalidad más clara conforme avanza ésta, le otorgan una distinción de especial interés a esta variedad. Así mismo, este cultivar heredó la filotaxia alternada de los folíolos de las raquillas basales de sus hojas de su parental materno, una cualidad diagnóstica de la especie *D. zaratesii* y que ‘Canto de Inés’ mantiene durante su desarrollo, distinguiéndola de otras variedades que generalmente poseen una filotaxia opuesta. El follaje es de color verde oscuro y de textura lisa. Las lígulas presentan también una curvatura refleja y su color, al inicio de la floración es de un color rojo sangre que va tornándose más claro a medida que maduran las flores del disco (Figura 55). La variedad posee el número de registro DAL-034-290224 y número de expediente 4487 ante el CNVV.



Figura 55. Cabezuelas, tipo de hojas y hábito de la variedad Canto de Inés.

Variedad Alas de Mariposa

Las especies *D. brevis* y *D. pinnata* son el origen de la obtención de esta variedad, la cual se caracteriza por su rápido desarrollo y vigor vegetativo superior al de sus progenitores; la morfología de este cultivar presenta características intermedias entre ambas especies presentando hojas bipinnadas con foliolos terminales trilobulares oblongos a manera de *D. brevis* pero de talla superior a la misma. El porte de la planta es semierecto con una altura de 40-50 cm y presenta una amplia ramificación mostrando varios tallos principales con un denso follaje de color verde oscuro de textura áspera. Los tallos son verdes con pedúnculos florales teñidos de rojo amarronado que sostienen las cabezuelas de porte erecto con ocho lígulas de tres colores, el principal, que abarca la mayor proporción de la lígula le da un aspecto amelonado a la cabezuela mientras que el disco central posee flores tubulares de color morado oscuro. Las cabezuelas son relativamente grandes alcanzando los 12-14 cm de diámetro con cinco brácteas involucrales externas que apuntalan a las flores liguladas desde atrás y que se presentan de forma abundante y recurrente a la misma altura que el follaje (Figura 56). La variedad cuenta con el número de registro DAL-035-290224 y número de expediente 4488 ante el CNVV



Figura 56. Cabezuelas florales y tipo de hojas de la variedad Alas de Mariposa.

5.4. Conclusiones

Con base en el número de variedades obtenidas en este trabajo, se evidencia que el mejoramiento genético mediante la hibridación interespecífica del género *Dahlia* tiene mucho potencial aún por descubrir dado que existen especies que aún no se han trabajado de manera formal con el objetivo de desarrollar nuevos cultivares ornamentales, así mismo, las nuevas especies que se siguen descubriendo gracias a los esfuerzos taxonómicos representan otro reservorio genético más que requiere ser explorado y que es fuente de nuevas características de interés ornamental tales como la presencia de aroma en las cabezuelas así como floraciones amplias, abundantes y recurrentes y la falta de periodo de reposo vegetativo además de resistencia a factores climáticos adversos tales como la deshidratación por sequías prolongadas que les otorgan a estas nuevas variedades una plusvalía agronómica que no poseen otros cultivares de dalia.

La descendencia híbrida entre las especies de *Dahlia* muestra un fenotipo intermedio entre ambos parentales; en todos los casos, el hábito de las plantas híbridas, así como su desarrollo vegetativo muestran una mayor dominancia del progenitor femenino, mientras que las características florales denotan más parentesco al progenitor masculino. Esta cualidad en la herencia de las plantas puede ser de gran ayuda a la hora de implementar trabajos de mejoramiento genético con estas especies facilitando la elección de parentales femeninos con características deseables en la progenie en cuanto al tipo de follaje y hábito de crecimiento y eligiendo aquellas con características florales de interés como progenitores masculinos donadores de polen.

Las variedades obtenidas mediante estos trabajos de hibridación poseen diversos usos aprovechables entre los que se encuentran plantas para jardín, para maceta, flor de corte y en el establecimiento de jardines de polinizadores gracias a la gran afinidad que tienen los insectos por estas flores y que, de presentarse durante amplios periodos de tiempo a lo largo del año de forma abundante y recurrente constituyen una fuente alimenticia importante en el mantenimiento de poblaciones de insectos benéficos para la agricultura como es el caso de *Apis mellifera*.

El entrecruzamiento de las especies *D. dissecta* y *D. merckii* con recuentos cromosómicos de $n=17$ y $n=18$ respectivamente es perfectamente plausible generando híbridos de un vigor vegetativo notablemente superior al de las especies silvestres y que son perfectamente capaces de llegar a la etapa de madurez y floración, manteniéndose vegetativos durante el periodo invernal mostrando un grado alto de esterilidad.

5.5. Literatura citada

- Cavanilles, A. J. (1796). *Icones et descriptiones plantarum, quae aut sponte in Hispania crescunt, aut in hortis hospitantur*. (Vol. 3). Regia Typographia.
- Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2000). *The early history of the domestication of Dahlia (Asteraceae, Heliantheae) with emphasis on the period 1791–1836 including observations on taxonomy, chromosome numbers, biochemistry, biosystematics, ray colour inheritance, and ray colour designation within the genus*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.
- Hansen, H. V. & Hjerting, J. P. (2003). *Hybridization within Dahlia (Asteraceae-Coreopsiadeae): A synopsis based on data from 20 species*. The Botanic Garden. University of Copenhagen.
- Mejía-Muñoz, J. M., De Luna-García, I., Jiménez-Ruiz, E. F., Sosa-Montes, E., Flores-Espinosa, C., Treviño-De Castro, G., & Reyes-Santiago, J. (2020). Research on *Dahlia*, the national flower of Mexico. *Acta Horticulturae*, (1288), 103-108. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1288.15>
- Mera, O. L. M., & Bye, R. (2006). La Dalia: una belleza originaria de México. *Revista Digital Universitaria*, 7(11), 1-11. <https://www.revista.unam.mx/vol.7/num11/art79/Noviembre79.pdf>
- Reyes-Santiago, J., Islas-Luna, M. A., Macías-Flores, R. G. & Castro-Castro, A. (2018). *Dahlia tamaulipana* (Asteraceae, Coreopsiadeae), a new species from the Sierra Madre Oriental biogeographic province in Mexico. *Phytotaxa*, 349(3), 214-224. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.349.3>
- Treviño, C.M.G., Mera, O.L.M., Bye, B.R., Mejía, M.J.M. & Laguna, C. A. (2007). *Historia de la dalia o Acocoxóchitl, “La flor nacional de México*. SINAREFI.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. (2006). *Dalia Código UPOV: DALHI Dahlia Cav. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad* (Documento TG/226/1). Unión

Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales.
<https://www.upov.int/edocs/tgdocs/es/tg226.pdf>.

Villaseñor, J. L. & Redonda-Martínez, R. (2018). A new species of *Dahlia* (Asteraceae, Coreopsidae) from the state of Oaxaca, México. *Phytotaxa*, 362(2), 239-243.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.362.2.11>

CONCLUSIONES GENERALES

Las diferentes especies del género *Dahlia* poseen un reservorio genético potencial aún inexplorado en el ámbito de la horticultura ornamental dada la diversidad genética de cada una de ellas y su recombinación a la hora de hibridar da como resultados especímenes con características nuevas que, de manera general, son intermedias entre ambas especies involucradas.

La afinidad genética entre especies de dalias provenientes de diferentes secciones es plausible de llevarse a cabo como lo muestran las hibridaciones realizadas en este trabajo de las especies *D. campanulata* x *D. coccinea* y *D. merckii* x *D. dissecta*. En el caso de la primera, obteniéndose híbridos de morfología intermedia aunque en escaso número, por lo que es recomendable continuar los esfuerzos de mejoramiento genético entre estas especies llevándolos a cabo de manera bidireccional para evaluar la morfología de la descendencia en ambos sentidos; en el caso de la segunda cruza, la obtención de híbridos que lograron la etapa de floración a pesar de la discordancia entre el número cromosómico de ambos progenitores es indicativo de la afinidad de *D. merckii*, cuyo número cromosómico es distinto al de las demás especies de dalias, con otras especies, resultando híbridos con gran vigor vegetativo y alto grado de esterilidad, lo cual puede ser una característica favorable a la hora de generar nuevas variedades de esta índole, manteniéndolas homogéneas y estables más tiempo.

El conocimiento de la diversidad de especies que integran el género así como su genética y nivel de ploidía es fundamental para la distinción entre posibles complejos de especies así como en la búsqueda de nuevas características de interés agronómico novedosas para generar nuevas variedades con atributos que no se han presentado hasta ahora en las diversas dalias ornamentales; a pesar del gran número de cultivares

ornamentales existente en la actualidad, en este trabajo se obtuvieron las primeras variedades de dalia aromáticas, siendo, progenitoras de éstas, las nuevas especies identificadas y descritas durante la elaboración del presente trabajo.

A pesar de tener como objetivo la obtención de dos variedades nuevas de dalia durante la realización de este trabajo, se lograron obtener 10 variedades distintas, sin tomar en cuenta algunas variantes obtenidas que no fueron seleccionadas en este trabajo; esto se debió a la utilización de diversas especies morfológica y genéticamente distintas lo cual amplió la diversidad fenotípica de la descendencia obtenida y por ende el número de variedades nuevas seleccionadas.

México posee un gran potencial en el cultivo y mejoramiento de la flor de dalia ya que es el reservorio genético del género entero y tiene relativamente a la mano, la materia prima para llevar a cabo labores de cultivo que generen nuevos y más variados cultivares ornamentales de dalias.

ANEXO I

Registros de nuevas variedades en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV)

Hoja 1 de 1



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SNICS
SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

Dirección de Variedades Vegetales
Subdirección de Registro y Control de Variedades

Nº de Oficio C00.-01-

0932

2024.

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4479. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México – Texcoco,
C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Sueño de Nere**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPPCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedará inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4479	Sueño de Nere	DAL-026-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPPCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
El Titular del Servicio Nacional de
Inspección y Certificación de Semillas


Dr. Leobigildo Córdova Téllez

C.c.p.e. Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. - Expdte CNVV 4479. Serie 2S.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@snics.gob.mx
LCT/VMVN/RJR/EJRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
Tel.+52 (55) 4196 0535 www.gob.mx/snics




AGRICULTURA
 SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

SNICS
 SERVICIO NACIONAL DE
 INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
 DE SEMILLAS

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

 Dirección de Variedades Vegetales
 Subdirección de Registro y Control de Variedades

Nº de Oficio C00.-01-

0933

-2024.

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4480. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
 REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
 Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México - Texcoco,
 C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Fuego de Xamar**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPPCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedará inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4480	Fuego de Xamar	DAL-027-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPPCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
 El Titular del Servicio Nacional de
 Inspección y Certificación de Semillas

Dr. Leobigildo Córdova Téllez

C.c.p.e Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. - **Expdte CNVV 4480**. Serie 25.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@snics.gob.mx
 LCT/VMVN/RJRR/EJRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
 Tel.+52 (55) 4196 0535 www.gob.mx/snics



**AGRICULTURA**

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**SNICS**SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS**Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas**

Dirección de Variedades Vegetales

Subdirección de Registro y Control de Variedades

N° de Oficio C00-01-

0936

-2024.

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4482. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México – Texcoco,
C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Kivela**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedará inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4482	Kivela	DAL-029-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPCCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
El Titular del Servicio Nacional de
Inspección y Certificación de Semillas



01 MAR 2024

Dr. Leobigildo Córdova Téllez

01 MAR 2024

C.c.p.e Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. – Expdte CNVV 4482. Serie 25.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@snics.gob.mx
LCT/VMVN/RJRR/EDRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
Tel.+52 (55) 4196 0535 www.gob.mx/snics




AGRICULTURA
 SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

SNICS
 SERVICIO NACIONAL DE
 INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
 DE SEMILLAS

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

 Dirección de Variedades Vegetales
 Subdirección de Registro y Control de Variedades

Nº de Oficio C00.-01-

0936

-2024.

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4483. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
 Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México – Texcoco,
 C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Nolola Chuchi**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedara inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4483	Nolola Chuchi	DAL-030-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPCCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
 El Titular del Servicio Nacional de
 Inspección y Certificación de Semillas

Dr. Leobigildo Córdova Téllez

C.c.p.e Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. – **Expdte CNVV 4483**. Serie 25.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@snics.gob.mx
 LCT/VMVN/RJRR/EJRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
 Tel.+52 (55) 4196 6535 www.gob.mx/snics




AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL


SNICS

 SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

 Dirección de Variedades Vegetales
Subdirección de Registro y Control de Variedades

N° de Oficio C00.-01-

0937

-2024.

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4484. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
 Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México – Texcoco,
 C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Xochiquétzal**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedará inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4484	Xochiquétzal	DAL-031-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPCCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
**El Titular del Servicio Nacional de
Inspección y Certificación de Semillas**

Dr. Leobigildo Córdova Téllez

C.c.p.e Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. – **Expdte CNVV 4484**, Serie 25.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@spics.gob.mx
 LCT/VMVN/RJR/EJRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
 Tel.+52 (55) 4196 0535 www.gob.mx/snics




AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL


SNICS

 SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

 Dirección de Variedades Vegetales
Subdirección de Registro y Control de Variedades

N° de Oficio C00.-01-

0938

-2024.

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4485. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
 REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
 Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México – Texcoco,
 C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Brisa de verano**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPPCCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedara inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4485	Brisa de verano	DAL-032-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPPCCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
El Titular del Servicio Nacional de
Inspección y Certificación de Semillas


 Dr. Leobigildo Córdova Téllez

C.c.p.e Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. – **Expdte CNVV 4485**. Serie 25.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@snics.gob.mx
 LCT/VMVN/RJBR/EJRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
 Tel.+52 (55) 4196 0535 www.gob.mx/snics




AGRICULTURA
 SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

SNICS
 SERVICIO NACIONAL DE
 INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
 DE SEMILLAS

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

 Dirección de Variedades Vegetales
 Subdirección de Registro y Control de Variedades

N° de Oficio C00.-01- 0939 -2024.

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4486. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
 Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México - Texcoco,
 C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Olga Reina**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedara inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4486	Olga Reina	DAL-033-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPCCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
 El Titular del Servicio Nacional de
 Inspección y Certificación de Semillas

Dr. Leobigildo Córdova Téllez

C.c.p.e Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. - **Expdte CNVV 4486**. Serie 25.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@snics.gob.mx
 LCT/VMVN/RJR/EJRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
 Tel. +52 (55) 4196 0535 www.gob.mx/snics




AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL


SNICS

 SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

 Dirección de Variedades Vegetales
Subdirección de Registro y Control de Variedades

N° de Oficio C00.-01-

0940

-2024.

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4487. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
 REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
 Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México – Texcoco,
 C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Canto de Inés**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedara inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4487	Canto de Inés	DAL-034-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPCCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

 El Titular del Servicio Nacional de
Inspección y Certificación de Semillas


 Dr. Leobigildo Córdova Téllez

C.c.p.e Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. – **Expdte CNVV 4487**. Serie 25.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@snics.gob.mx
 LCT/VMVN/RJPR/EDRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
 Tel.+52 (55) 4196 0635 www.gob.mx/snics




AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL


SNICS

 SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

 Dirección de Variedades Vegetales
Subdirección de Registro y Control de Variedades

N° de Oficio C00.-01-

0941-1-2024

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4488. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
 Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México – Texcoco,
 C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Alas de mariposa**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedara inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4488	Alas de mariposa	DAL-035-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPCCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
**El Titular del Servicio Nacional de
Inspección y Certificación de Semillas**

 Dr. Leobigildo Córdova Téllez

C.c.p.e Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. – **Expdte CNVV 4488**. Serie 25.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@snics.gob.mx
 LCT/VMVN/RJRR/EDRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
 Tel.+52 (55) 4196 0535 www.gob.mx/snics





AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



SNICS

SERVICIO NACIONAL DE
INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN
DE SEMILLAS

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

Dirección de Variedades Vegetales
Subdirección de Registro y Control de Variedades

Nº de Oficio C00.-01-

0934

1-2024.

Ciudad de México a 01 de marzo de 2024.

Asunto: CNVV. Exp. 4481. Inscripción de Dalia.

LIC. JUAN LUIS MORENO ARELLANO
REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
Calle Irrigación No. 28, Col. Profesores, Km. 38.5 Carr. México - Texcoco,
C. P. 56230, Chapingo, Edo. de México.
dgip.patentesyvariedades@chapingo.mx
PRESENTE

En seguimiento a su solicitud de inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), de la variedad de **Dalia** denominada "**Miztli Yahuitl**", tengo a bien notificarle que una vez cubiertos los requisitos establecidos en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LFPCCS) y su Reglamento, con fundamento en el artículo 41 del Reglamento, la variedad quedara inscrita con los siguientes datos:

Cultivo	Núm. de Exp.	Denominación	Núm. de Inscripción CNVV
Dalia	4481	Miztli Yahuitl	DAL-028-290224

Es importante señalar que conforme el artículo 23 de la LFPCCS, la inscripción en el CNVV no confiere protección legal sobre los derechos del obtentor de la variedad vegetal.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
El Titular del Servicio Nacional de
Inspección y Certificación de Semillas

Dr. Leobigildo Córdova Téllez

C.c.p.e Dirección de Variedades Vegetales del SNICS. - Expdte CNVV 4481. Serie 25.4 Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
minutario@snics.gob.mx
LCT/VMVN/RJR/EJRP

Guillermo Pérez Valenzuela 127, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP. 04100, CDMX
Tel.+52 (55) 4196 0535 www.gob.mx/snics

