



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

DOCTORADO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, PERFIL QUÍMICO Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Dahlia x hortorum*”

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA:

FRANCISCA HERNÁNDEZ EPIGMENIO

BAJO LA SUPERVISIÓN DE:

DRA. MA. TERESA MARTÍNEZ DAMIÁN



Chapingo, Estado de México, 17 de mayo de 2022.

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, PERFIL QUÍMICO Y
MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Dahlia x hortorum***

Tesis realizada por la C. Francisca Hernández Epigmenio bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito para el obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR: _____



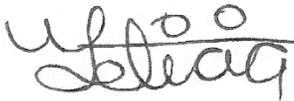
DRA. MA. TERESA MARTÍNEZ DAMIÁN

ASESOR: _____



DRA. MARÍA DEL ROSARIO GARCÍA MATEOS

ASESOR: _____



DRA. YOLANDA LETICIA FERNÁNDEZ PAVÍA

ASESOR: _____



DR. ELISEO SOSA MONTES

LECTOR EXTERNO: _____



DR. OSCAR CRUZ ÁLVAREZ

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
DATOS BIOGRÁFICOS.....	x
RESUMEN GENERAL.....	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	13
1.1. Objetivos	15
1.2 Hipótesis.....	16
1.2 LITERATURA CITADA	17
CAPÍTULO II. PERFIL FENÓLICO Y VALOR NUTRICIONAL EN FLORES DE <i>Dahlia x hortorum</i>	19
RESUMEN	19
ABSTRACT	20
2.1 INTRODUCCIÓN.....	21
2.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
2.4. CONCLUSIONES	34
2.5. LITERATURA CITADA	35
CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE SIETE NUEVAS VARIEDADES DE DALIA (<i>Dahlia x hortorum</i>) OBTENIDAS EN CHAPINGO, MÉXICO.....	40
RESUMEN	40
ABSTRACT	41
3.1. INTRODUCCIÓN.....	42

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
3.2.1. Obtención de variedades.....	43
3.2.2. Caracterización morfológica de siete variedades de dalia (<i>Dahlia x hortorum</i>).....	44
3.2.3. Análisis estadístico.....	46
3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
3.3.1. Obtención de siete variedades de dalia (<i>Dahlia x hortorum</i>).....	47
3.3.2. Caracterización morfológica. Descriptores cuantitativos.....	47
3.3.3. Variación morfológica en siete variedades de dalia.....	49
3.3.4. Análisis de componentes principales (ACP).....	51
3.3.5. Caracterización morfológica. Descriptores cualitativos.....	53
3.4. CONCLUSIONES.....	55
3.5. LITERATURA CITADA.....	56
CAPÍTULO IV. YARETZI, NUEVA VARIEDAD MEXICANA DE DALIA (<i>Dahlia x hortorum</i>) PARA MACETA.....	59
4.1. INTRODUCCIÓN.....	59
4.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	60
4.2.1. Obtención de la variedad.....	60
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
4.4. CONCLUSIONES.....	62
4.5. LITERATURA CITADA.....	63

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de compuestos fenólicos en flores liguladas provenientes de <i>Dahlia x hortorum</i>	28
Cuadro 2. Identificación de los compuestos encontrados en flores liguladas <i>D. hortorum</i> , de acuerdo a su máximo tiempo de retención.	31
Cuadro 3. Valor nutricional de flores liguladas de <i>Dahlia x hortorum</i>	33
Cuadro 4. Código de color y grupo de los capítulos provenientes de las variedades evaluadas de dalia (<i>Dahlia x hortorum</i>), obtenidas mediante la carta de colores RHS.....	46
Cuadro 5. Comparación de medias para descriptores morfológicos cuantitativos de siete variedades de dalia <i>Dahlia x hortorum</i>	49
Cuadro 6. Medias de rangos de 27 parámetros morfológicas a partir de la prueba Kruskal-Wallis.	50
Cuadro 7. Valores propios y proporción de la varianza total explicada por descriptores cuantitativos en siete variedades de dalia (<i>Dahlia x hortorum</i>). ...	51
Cuadro 8. Matriz de correlación de Pearson obtenida de los descriptores cuantitativos de siete variedades de dalia (<i>Dahlia x hortorum</i>).....	53
Cuadro 9. Matriz de correlación derivado del análisis SISNAVA, a partir de las sumas de diferencias entre 57 caracteres morfológicos de siete variedades de dalia (TG/226/1, UPOV).....	54
Cuadro 10. Características distintivas de la variedad de dalia (<i>Dahlia x hortorum</i>) Yarezi.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tonalidad de color en los clones de <i>Dahlia x hortorum</i> evaluados en este estudio. 1) C1Var, 2) C2Gui, 3) C3Roj, 4) C4Na, 5) C5Ama, 6) C6Fuc y 7) C7Ros.....	24
Figura 2. Perfil fenólico por HPLC en flores de <i>D. x hortorum</i> . Detección a 254 nm. a) C1Va, b) C2Gui, c) C3Roj, d) C4Na, e) C5Ama, f) C6Fuc y g) C7Ros. Los datos de tiempo de retención son mostrados en cuadro 2.	30
Figura 3. Aspecto general de las variedades obtenidas de dalia (<i>Dahlia x hortorum</i>). 1) C1VAR16, 2) C2GUI118, 3) C3ROJ30, 4) C4NAR41, 5) C5AMA53, 6) C6FUC46 Y 7) C7ROS17.....	47
Figura 4. Biplot de descriptores cuantitativos derivado del análisis de componentes principales (ACP) obtenido para siete variedades de dalia (<i>Dahlia x hortorum</i>).....	52
Figura 5. Capítulo y lígulas de la variedad de dalia Yaretzi.	61

DEDICATORIA

A mi compañero y amigo Eddi por ser quien es y estar siempre presente, por sus prácticos, objetivos y sabios consejos, por todo su apoyo y amor.

A mi hija Yaretzi por su gran amor, apoyo y comprensión, durante toda esta difícil etapa.

A mis padres y hermanos, por su motivación y cariño.

A Loki por tantas y tantas risas, por su amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por brindarme el financiamiento necesario para cursar mis estudios de doctorado.

A mi *Alma máter*, por ser parte fundamental en mi formación y a quien le debo la oportunidad de cumplir esta desafiante meta en mi vida. Es difícil imaginar un mejor destino para una mujer mazahua de origen humilde, que hace 15 años partió de una pequeña comunidad, llevando consigo un cúmulo de sueños e ilusiones, de no haber sido por el cobijo de la UACH. Decir solo que me ha formado académicamente subestimaría la realidad, pues en ella he crecido, amado, reído y formado grandes amistades, de esas que se llevan en el corazón. Ahora a la distancia, puedo decir que cada momento gozado y sufrido han valido completamente la pena. Por tanto, no puedo estar más agradecida con la institución que en opinión de una servidora, tiene la mejor razón de ser del mundo, mi amada Universidad Autónoma Chapingo.

A la Dra. Ma. Teresa Martínez Damián, por su valiosa amistad, así como por aportar sus conocimientos y recursos invaluable como el tiempo y dedicación que dispuso para culminar con éxito el presente trabajo.

A la Dra. María del Rosario García Mateos, por colaborar aportando sus valiosos conocimientos, experiencia y asesoramiento necesarios para la finalización de este trabajo.

A la Dra. Yolanda Leticia Fernández Pavia, por su gran disposición y apoyo brindados en todo momento hasta terminar el presente trabajo.

Al Dr. Eliseo Sosa Montes, por todo el apoyo brindado para la realización del presente trabajo, así como por su asesoramiento y sus valiosas experiencias.

Al M.C. José Merced Mejía Muñoz, por la amistad, el respeto y cariño, por los buenos y malos momentos compartidos a lo largo de los años que hemos caminado por el sendero del amor por las dalias. Asimismo, por su invaluable apoyo para toda la parte de campo y por realizar las gestiones pertinentes, tan importantes para el desarrollo y culminación del presente trabajo.

Al C. Vicente Francisco Macías García, productor de dalias de Huamantla, Tlaxcala por el material otorgado, así como por sus consejos y valiosas experiencias compartidas en torno al cultivo de dalia.

A mis queridos compañeros y amigos del Doctorado, en especial a Gaby, Caro, Nereo, Luis, Vicente y Eddi, por el apoyo brindado y por todos los bellos momentos compartidos.

Al M. C. Rubén San Miguel Chávez, por su valioso apoyo en la realización de los análisis de Laboratorio.

Al personal del área de floricultura en particular al Ing. Claudio por todo el apoyo brindado.

A todo el personal que colabora en la administración de posgrado en especial a Rogelio Deheza Mendez, por su amable apoyo y disposición en todo lo requerido. Asimismo, por su valiosa amistad.

A la señora Luz, secretaria del área de Agricultura Protegida, por su valioso apoyo en las gestiones requeridas.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Francisca Hernández Epigmenio

Fecha de nacimiento: 01 de diciembre de 1987

Lugar de nacimiento: San Pedro del Rosal, Atlacomulco edo. Méx.

CURP: HEF871201MMCRPR01

Profesión: Maestro en Ciencias en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria

Cédula profesional: 11508398

Desarrollo académico

Licenciatura 2008 – 2012 Universidad Autónoma Chapingo

Maestría 2013 – 2015 Universidad Autónoma Chapingo

Doctorado 2018 – 2021 Universidad Autónoma Chapingo

“Keep walking” J. Walker

RESUMEN GENERAL

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, PERFIL QUÍMICO Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Dahlia x hortorum*¹

El origen del género *Dahlia* se atribuye a la región de Centroamérica, particularmente en México donde se distribuye por la mayor parte del territorio, a excepción de las penínsulas de Baja California y Yucatán. La gran diversidad genética dentro del género ha propiciado la generación de un gran número de variedades bien diferenciadas por las características morfológicas del capítulo (tamaño, tipo, color) y de la planta, con caracteres importantes como el hábito de crecimiento y la altura. En este sentido se evaluó el perfil fenólico y valor nutricional de flores liguladas de dalia (*Dahlia x hortorum*) de siete variedades, por medio de HPLC y análisis proximal, respectivamente. Se detectaron los ácidos fenólicos (gálico, cafeico y clorogénico) y los flavonoides (quercetina y hesperidina). El análisis proximal presentó a C1Var con alto contenido de fibra, grasa y proteína, el contenido de carbohidratos totales (CT) fue sobresaliente en C2Gui, C4Nar y C3Roj. En este sentido, las flores de *Dahlia x hortorum* pueden ser fuente complementaria de compuestos fenólicos, fibra, proteína y nivel calórico variable, al ser consumidos en fresco. Asimismo, se obtuvieron siete nuevas variedades de dalia denominadas C1VAR16, C2GUI118, C3ROJ30, C4NAR41, C5AMA53, C6FUC46 y C7ROS17, al respecto, el análisis de componentes principales (ACP) mostró que las variedades bien diferenciadas fueron la C7ROS17 y la C2GUI118. Mientras que las variedades C1VAR16, C3ROJ30 y C4NAR41 compartieron características en común, siendo el descriptor diámetro de capítulo (DC) el que mayor contribución tiene al componente 1. De acuerdo con el análisis SISNAVA, las variedades C2GUI118, C5AMA53 y C7ROS17 presentaron los mayores valores respecto a la suma total de las distancias con respecto a las otras variedades con 152, 159 y 153 unidades de diferencia, respectivamente. Finalmente, 'Yarezi' fue incluida como nueva variedad en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales con número de inscripción DAL-018-240222.

Palabras clave: desarrollo de variedades, morfología, diversidad genética.

¹ Tesis de Doctorado en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo
Autor: Francisca Hernández Epigmenio
Director de tesis: Dra. Ma. Teresa Martínez Damián

GENERAL ABSTRACT

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION, CHEMICAL PROFILE AND GENETIC IMPROVEMENT OF *Dahlia x hortorum*²

The origin of the Dahlia genus is attributed to the Central American region, particularly in Mexico where it is distributed throughout most of the territory, with the exception of the Baja California and Yucatan peninsulas. The great genetic diversity within the genus has led to the generation of a large number of varieties that are well differentiated by the morphological characteristics of the head (size, type, color) and of the plant, with important characters such as growth habit and height. In this sense, the phenolic profile and nutritional value of dahlia ray florets (*Dahlia x hortorum*) of seven varieties were evaluated by means of HPLC and proximal analysis, respectively. Phenolic acids (gallic, caffeic and chlorogenic) and flavonoids (quercetin and hesperidin) were detected. The proximal analysis presented C1Var with a high content of fiber, fat and protein, the content of total carbohydrates (TC) was outstanding in C2Gui, C4Nar and C3Roj. In this sense, the flowers of *Dahlia x hortorum* can be a complementary source of phenolic compounds, fiber, protein and variable caloric level, when consumed fresh. Likewise, seven new dahlia varieties named C1VAR16, C2GUI118, C3ROJ30, C4NAR41, C5AMA53, C6FUC46 and C7ROS17 were obtained, in this regard, the principal component analysis (PCA) showed that the well-differentiated varieties were C7ROS17 and C2GUI118. While the varieties C1VAR16, C3ROJ30 and C4NAR41 shared characteristics in common, with the head diameter (DC) descriptor being the one with the greatest contribution to component 1. According to the SISNAVA analysis, the varieties C2GUI118, C5AMA53 and C7ROS17 presented the highest values with respect to the total sum of the distances with respect to the other varieties with 152, 159 and 153 units of difference, respectively. Finally, "Yaretzi" was included as a new variety in the National Catalog of Plant Varieties with registration number DAL-018-240222.

Key words: development of varieties, morphology, genetic diversity

² PhD Thesis in Science in Horticulture, Universidad Autónoma Chapingo
Author: Francisca Hernández Epigmenio
Advisor: Dra. Ma. Teresa Martínez Damián

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

En la Mesoamérica prehispánica, las dalias silvestres eran conocidas comúnmente con el nombre de "acocoxóchitl", "acocotli", o "cohuanenepilii" (tallos huecos con agua), entre otros nombres autóctonos otorgados por los indígenas de México, fue una planta muy arraigada a nuestra cultura y tradiciones desde tiempos precolombinos, ya que poseía una gran cantidad de usos: ornamental, alimenticia, medicinal, ceremonial y ahora se sabe que también tiene propiedades forrajeras. Los nativos utilizaban esta planta como un remedio contra la tos crónica, como tónico diurético, diaforético (para sudar las fiebres) y contra los cólicos (Harker et al., 2012). En la actualidad los indígenas mixtecos de Oaxaca siguen consumiendo los tubérculos frescos de dalias como fuente de carbohidratos (Reyes et al., 2004).

México es centro de origen y diversificación del género *Dahlia*, posee gran importancia cultural, alimenticia y medicinal, y 32 de las 38 especies descritas son endémicas, por lo que en 1963 fue declarada como la "Flor Nacional" (Treviño et al., 2007). El género *Dahlia* forma parte de la familia Asteraceae y se distingue por poseer flores compuestas. La planta puede desarrollarse como herbácea o arbustiva, y en algunas ocasiones se pueden encontrar como epifitas o trepadoras. Este género lo describió inicialmente el abad Cavanilles en 1791 y les dio el nombre de *Dahlia* en honor al sueco Andreas Dahl, discípulo de Linneo (Mejía et al., 2007).

La diversidad de las dalias se divide en cuatro secciones, de las cuales resalta la sección Epiphytum que se desarrolla sobre los árboles encontrándose solo una especie registrada, en contraste la sección *Dahlia* es la que contiene mayor número de especies, perteneciendo a esta sección las especies estudiadas en este trabajo (*Dahlia coccinea* y *D. sherffii*) (Saar et al., 2003) Las diferentes especies del género *Dahlia* Cav. se distribuyen prácticamente en todo el territorio nacional creciendo en una gran variedad de ambientes y altitudes que van desde los 150 hasta los 3300 msnm, y para el caso de las especies estudiadas se

encuentran entre los 1800-2550 y 450-3300 para *Dahlia sherffii* y *D. coccinea*, respectivamente (Sorensen, 1969).

Los ejemplares de dalia que crecen de manera herbácea son anuales, por lo que pierden su follaje durante el invierno, quedando sus raíces tuberosas enterradas en el suelo, por lo que brotan nuevamente en la siguiente temporada de lluvias. Por otro lado, las dalias arbustivas que son perennes presentan raíces tuberosas muy desarrolladas. Las dalias presentan tallos huecos (de ahí su nombre en Náhuatl “Acocoxóchitl”) o compactos y, las hojas son opuestas o verticiladas (se originan alrededor de un mismo punto y se distribuyen en diferentes direcciones), simples otras veces compuestas. El follaje varía entre láminas enteras y láminas divididas (Mera & Bye, 2006).

La Inflorescencia se encuentran conformadas por varias estructuras, que en conjunto se denominan cabezuelas conocidas también como capítulos: flores liguladas (en forma de lengua) ubicadas al exterior, cuya apariencia es similar a la de un pétalo (de una gran gama de colores); y las tubulares o flores del disco (amarillas o moradas), que semejan un plato, ambas están dispuestas sobre una base común llamada receptáculo (Mera & Bye, 2006). En conjunto estas estructuras forman la cabezuela o capítulo. Las dalias poseen frutos, los cuales son secos de una sola semilla e indehiscentes denominados “aquenios aplandados” con forma oblanceolada y color oscuro. Las hojas varían tanto entre las especies como entre variedades, aunque se conocen generalmente hojas compuestas: bipinnadas o tripinnadas; Tallo: los tallos son generalmente huecos y en algunas especies se puede encontrar agua dentro de ellos; Raíces: presenta raíces tuberosas, gruesas y carnosas (Mejía et al., 2007).

La dalia cultivada (*Dahlia x hortorum*) tiene gran aceptación en todo el mundo como planta de maceta, jardín o como flor de corte, y es tan popular como el crisantemo (*Chrysanthemum* L.), abarcando una amplia gama de colores en sus flores con gran diversidad en formas y tamaños.

A partir de 1818 se iniciaron los trabajos de mejoramiento genético que permitieron la creación de inflorescencias con las variaciones en formas y colores que se cultivan hoy día. Se distribuyó material de propagación por todos los jardines botánicos de Europa (Francia, Alemania e Inglaterra, principalmente), donde años más tarde se publicaron descripciones e ilustraciones de sus flores (Hansen, 2004).

En contraste, la edición de materiales bibliográficos provenientes de España se realizó hasta 1890. En esa época también se divulgaron catálogos europeos y estadounidenses (De Hertog & Le Nard, 1994). Desde entonces cuatro especies han dominado la horticultura floral: *D. coccinea*, *D. pinnata*, *D. merckii* y *D. imperialis*. La dalia más conocida es *D. pinnata* que se deriva de un híbrido fértil entre *D. coccinea* y *D. sorensenii* que probablemente se obtuvo en México hace más de 500 años (Mejía et al., 2011).

Al realizarse mejoramiento genético es posible obtener como resultado variaciones en el tamaño de la flor, color, incremento en el número de flores con lígulas anchas a las cuales también se les conoce como pétalos, además de la disminución de las flores del disco y curvatura de las lígulas Mera & Bye (2006). En este sentido, es muy importante realizar estudios de mejoramiento genético de la dalia cultivada (*Dahlia x hortorum*) en México, para obtener nuevos cultivares con características ornamentales sobresalientes o para el aprovechamiento de sus raíces tuberosas o inflorescencias con fines alimenticios y medicinales, por lo que el siguiente trabajo tiene como objetivos:

1.1. Objetivos

- 1.- Determinar el contenido de ácidos fenólicos y flavonoides en flores liguladas de siete diferentes variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*). Así como el valor nutricional de las mismas, con el objeto de determinar su potenciar alimenticio
- 2.-Realizar la descripción varietal (UPOV, 2006) de siete variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*), obtenidas en Chapingo, México, mediante técnicas

descriptivas y análisis de componentes principales, con la finalidad de encontrar asociaciones y patrones de similitud que permitan diferenciar y caracterizar eficientemente dichas variedades.

3. Describir el proceso de obtención de la variedad de dalia Yarezi, así como presentar su inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

1.2 Hipótesis

1. Los análisis de contenido de ácidos fenólicos y flavonoides en conjunto con estudios de valor nutrimental en las flores liguladas de dalia permitirán sustentar y promover su potencial uso alimenticio.

2. La descripción varietal de las siete variedades de dalia proporcionarán los elementos necesarios para explicar las similitudes y diferencias entre ellas, mismas que contribuirán en la determinación de la identidad, homogeneidad, estabilidad de cada variedad.

3. Los análisis descriptivos sobre las variedades de dalia obtenidas permitirán tener una base sólida con respecto a sus características distintivas, así como la idoneidad de uso potencial para aprovechar cada variedad al máximo.

En este sentido, en el capítulo II se analizaron las flores liguladas de dalia, se realizaron análisis de ácidos fenólicos (gálico, cafeico y clorogénico) y flavonoides (quercetina y hesperidina), en siete clones evaluados 1) C1Var, 2) C2Gui, 3) C3Roj, 4) C4Na, 5) C5Ama, 6) C6Fuc y 7) C7Ros. En el capítulo III se realizó la descripción varietal de siete variedades de dalia obtenidas en Chapingo, México. En el capítulo IV se realizó la descripción de la variedad sometida a evaluación para su inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

1.2 LITERATURA CITADA

- De Hertogh, A., & Le Nard, M. (1994). *The Physiology of Flower Bulbs. A comprehensive treatise on the physiology and utilization of ornamental flowering bulbous and tuberous plants*. Elsevier Science Publishers.
- Hansen, H. V. (2004). Simplified keys to four sections with 34 species in the genus *Dahlia* (Asteraceae - Coreopsidae). *Nordic Journal of Botany*, 24, 549-553.
- Harker, M., Rodríguez, A., Vargas, A. G. (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://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42523421005>
- Mejía, M. J. M., Reyes, S. J., Treviño de Castro, G., Espinosa, F. A., Sosa, M. E. & Tress, V. L. (2011). *El conocimiento actual de la dalia nuestra flor nacional*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Mejía, M. J. M., Espinoza, F. A., Colinas, L. M. T. (2007). Importancia de la Dalia en México. *Extensión al campo*, 5, 9-12.
- Mera-Ovando, L. M., & Bye B. R. (2006). La *dahlia*, una belleza originaria de México. *Revista digital universitaria*, 7(11), 1-11. http://www.revista.unam.mx/vol.7/num11/art90/nov_art90.pdf
- Reyes, S. J., Brachet, I. C., Pérez, C.J. & Gutiérrez, R. A. (2004). *Cactáceas y otras plantas nativas de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca*. Sociedad Mexicana de Cactología A.C.
- 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://bioone.org/journals/systematic-botany/volume-28/issue-3/01-78.1/A-Phylogenetic-Analysis-of-the-Genus-Dahlia-Asteraceae-Based-on/10.1043/01-78.1.short>

Sorensen, P. D. (1969). Revision of the genus *Dahlia* (Compositae, Heliantheae Coreopsidinae). *Rhodora*, 71, 367-416.

Treviño de Castro, G., Mera Ovando, L. M., Bye, B. R., Mejía-Muñoz, J. M., & Laguna-Cerda, A. (2007). *Historia de la dalia (acocoxóchitl), la flor nacional de México*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) (2006). *Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad en Dalia*. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/es/tg226.pdf>

CAPÍTULO II. PERFIL FENÓLICO Y VALOR NUTRICIONAL EN FLORES DE *Dahlia x hortorum*

PHENOLIC PROFILE AND NUTRITIONAL VALUE IN FLOWERS OF *Dahlia x hortorum*

RESUMEN

El consumo de flores comestibles ha incrementado la búsqueda de especies que permitan mejorar el impacto nutricional al ser consumidas. En este estudio, se determinó el perfil fenólico y valor nutricional de flores de *Dahlia x hortorum*. Se evaluaron siete clones: C1Va - variegada (L* 80.88, C* 15.69, h* 20.82); C2Gui - guinda (L* 33.26, C* 46.6, h* 15.27); C3Roj - rojo (L* 32.06, C* 50.96, h* 26.68); C4Na - naranja (L* 56.73, C* 34.46, h* 35.49); C5Ama - amarillo (L* 71.58, C* 36.78, h* 46.34); C6Fuc - fucsia (L* 44.82, C* 52.89, h* 5.81) y C7Ros - rosa (L* 67.2, C* 31.82, h* 11.34). El perfil fenólico y valor nutricional fue determinado con HPLC y composición proximal (humedad, materia seca, cenizas, fibra, grasa, proteína y carbohidratos totales (CT)). Se detectaron ácidos fenólicos (gálico, cafeico y clorogénico) y flavonoides (quercetina y hesperidina). Entre los clones evaluados, C7Ros, C2Gu y C6Fuc mostraron más alto contenido de ácido gálico, ácido cafeico y ácido clorogénico, respectivamente. Así mismo, C1Var y C6Fuc presentaron las flores liguladas con el contenido más alto de quercetina y hesperidina. Por otro lado, C1Var presentaron alto contenido de fibra, grasa y proteína, sin embargo, para este último parámetro fue similar a C7Ros y C5Ama. Por su parte, el contenido de CT fue sobresaliente en C2Gui, C4Nar y C3Roj. Las flores de *D. x hortorum* pueden ser fuente complementaria de compuestos fenólicos, fibra, proteína y nivel calórico variable, al ser consumidos en fresco.

Palabras clave: ácidos fenólicos, flavonoides, análisis proximal, florifagia, recursos fitogenéticos.

ABSTRACT

The consumption of edible flowers has increased the search for species that improve the nutritional impact when consumed. In this study, the phenolic profile and nutritional value of *Dahlia x hortorum* flowers will be prolonged. Seven clones were evaluated: C1Va - variegated (L* 80.88, C* 15.69, h* 20.82); C2Gui-cherry (L* 33.26, C* 46.6, h* 15.27); C3Roj - red (L* 32.06, C* 50.96, h* 26.68); C4Nar – orange (L* 56.73, C* 34.46, h* 35.49); C5Ama-yellow (L* 71.58, C* 36.78, h* 46.34); C6Fuc – fuchsia (L* 44.82, C* 52.89, h* 5.81) and C7Ros - pink (L* 67.2, C* 31.82, h* 11.34). Phenolic profile and nutritional value were determined with HPLC and proximal composition (moisture, dry matter, ash, fiber, fat, protein and total carbohydrates (TC)). Phenolic acids (gallic, caffeic and chlorogenic) and flavonoids (quercetin and hesperidin) are detected. Among the clones evaluated, C7Ros, C2Gu and C6Fuc showed higher content of gallic acid, caffeic acid and chlorogenic acid, respectively. Likewise, C1Var and C6Fuc appeared the ligulate flowers with the highest content of quercetin and hesperidin. On the other hand, C1Var appeared with a high content of fiber, fat and protein, however, for this last parameter it was similar to C7Ros and C5Ama. For its part, the content of CT was outstanding in C2Gui, C4Nar and C3Roj. The flowers of *D. x hortorum* can be a complementary source of phenolic compounds, fiber, protein and variable caloric level, when consumed fresh.

Keywords: phenolic acids, flavonoids, proximal analysis, floriphagy, plant genetic resources.

2.1 INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, México es uno de los países con mayor diversidad de flora con 22,000 especies de plantas, de las cuales más de 4000 tienen características de uso ornamental, alimenticio o ambas (Mejía-Muñoz et al., 2020). Un caso particular lo constituye la *Dahlia* (*Asteraceae: Coreopsideae*), conformada por 38 especies, de las cuales 35 son endémicas y flor nacional de este país (Reyes-Santiago et al., 2018). Esta planta es muy conocida por la diversidad de tonos de color, forma y tamaño de sus pétalos, donde es cultivada como flor de corte, maceta y como un elemento estructural en el diseño y construcción de jardines (Granados-Balbuena et al., 2022). En la actualidad se ha posicionado como una de las plantas ornamentales más apreciadas y se calcula que existen alrededor de 50,000 variedades de dalia, producto del intenso proceso de mejoramiento genético de *D. coccinea*, *D. pinnata*, *D. merckii* y *D. imperialis*, el cual se remonta a inicios del siglo XVIII en Francia, Italia, Alemania e Inglaterra (Jiménez, 2015; Deguchi et al., 2016).

Las evidencias históricas y culturales permiten señalar que previo a la época prehispánica, parte de la alimentación de la población asentada en Mesoamérica y otras regiones culturales de América, fue basada en el consumo de plantas con raíces tuberosas, incluidas las dalias (Castro-Castro et al., 2015; Costa-Silva et al., 2020). Las raíces de estas plantas poseen alto contenido de carbohidratos (inulina), fibra, proteína, minerales (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , P y Zn^{2+}) y vitaminas (B2, B6, B7 y E) (Lara et al., 2014; Rivera-Espejel et al., 2019a). De forma similar, las flores liguladas fueron usadas para mejorar la apariencia, textura y sabor de muchos platillos tradicionales (Rivera-Espejel et al., 2019b).

En años recientes, se ha incrementado el interés por caracterizar, revalorar e incorporar a la alimentación humana, flores e inflorescencias (florifagia) de especies cultivadas y silvestres (Martínez-Damián, Mejía-Muñoz, Colinas-León, Hernández-Epigmenio, & Cruz-Álvarez, 2021). La ingesta como producto fresco o procesado puede ser benéfico para el cuidado de la salud, debido su contenido

relativo flavonoides, antocianinas, carotenos, terpenoides, alcaloides, vitaminas, minerales, péptidos y aceites esenciales, conocidos por su actividad biológica y nutricional (Barriada-Bernal et al., 2014; Avendaño-Arrazate et al., 2021). Estudios previos realizados por Lara et al. (2014); Deguchi et al. (2016); Rivera-Espejel et al. (2019b); Martínez-Damián et al. (2021) y Granados-Balbuena et al. (2022) en flores liguladas de algunas especies silvestres y variedades de dalia, reportan la presencia de carbohidratos, ácidos orgánicos, flavonoides, compuestos fenólicos, fibra, proteína, minerales y vitaminas.

Algunos de estos compuestos se encuentran directamente relacionados con colores brillantes (amarillo, naranja, rojo, verde y violeta) y al ser consumidos funcionan como potentes antioxidantes (Kaisoon, et al., 2011; Kaisoon et al., 2012; Kumari et al., 2017).

Por otro lado, los compuestos fenólicos forman parte de los metabolitos secundarios con mayor abundancia, están relacionados con el color y aspectos sensoriales (sabor y astringencia), características nutrimentales y propiedades antioxidantes (Lara et al., 2014; Frías-Moreno et al., 2019). En este sentido, la creación de nuevas variedades de dalia debe ser precedido por su evaluación fenotípica, morfológica y molecular.

No obstante, es importante conocer el contenido de algunos metabolitos de interés y valor nutricional, con el propósito de ampliar el espectro de aprovechamiento (medicinal, alimenticio o ambas) y contribuir con los esfuerzos realizados en México para la conservación y aprovechamiento de esta flor nativa (Castro-Castro et al., 2015; Mejía-Muñoz et al., 2020). El objetivo de esta investigación fue determinar el perfil fenólico y valor nutricional de flores liguladas provenientes de algunos clones de *D. x hortorum* con diferente tonalidad de color.

2.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento, material vegetal y manejo del cultivo. Este estudio se realizó en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma

Chapingo (UACH). El material vegetal consistió de inflorescencias conformadas por flores liguladas y tubulares (capítulos) de siete clones de dalia (*D. × hortorum*), cosechadas del Campo Agrícola Experimental “San Martín” (UACH) (19°29′23” N; 98° 53′37” O), con altitud de 2246 m, temperatura y precipitación media anual de 15.6 °C y 608 mm, respectivamente.

La obtención del material vegetal inicio en enero de 2020 con el acondicionamiento de las raíces tuberosas obtenidas en ciclo anterior, para ello se colocaron por dos semanas en contenedores con una mezcla de turba y perlita (1:1). Trascurrido este periodo de tiempo, se seleccionaron y enraizaron esquejes con 10 ± 1 cm de longitud, para esto se emplearon charolas de plástico de 200 cavidades con turba y perlita (2:1) como sustrato. Posteriormente fueron trasplantados en campo abierto con una distancia entre plantas e hileras de 0.5 y 0.9 m, respectivamente. El suministro de agua y nutrientes se realizó mediante un sistema de riego por goteo con una frecuencia de tres veces por semana (1 a 3.5 L por planta), donde se consideró la etapa fenológica y condiciones medioambientales prevalecientes durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. La aplicación de N-P-K (120-0-200) se realizó previo al trasplante y formación de botones florales. Por otro lado, el control de malezas y enfermedades se realizó de forma manual y podas fitosanitarias, respectivamente.

La selección de los capítulos florales en el campo consideró estambres totalmente expuestos, tallos de 15 ± 1 cm de longitud y la ausencia de defectos ocasionados por factores bióticos (plagas y enfermedades), entre otros. Las muestras fueron transportadas en contenedores de espuma aislante (20 x 15 x 11 cm). Esta actividad fue realizada en agosto de 2020 durante las primeras horas del día (entre 6-8 de la mañana), con el propósito minimizar el impacto de la radiación solar.



Figura 1. Tonalidad de color en los clones de *Dahlia x hortorum* evaluados en este estudio. 1) C1Var, 2) C2Gui, 3) C3Roj, 4) C4Na, 5) C5Ama, 6) C6Fuc y 7) C7Ros.

Previo a la separación de las flores liguladas del disco floral, éstas fueron clasificadas de acuerdo con el color, mediante un colorímetro portátil de esfera SP62® (X-Rite, USA). Las coordenadas de color (L: brillantez, C: chroma y h: ángulo de tono) fueron las siguientes: C1Va - variegada L* 80.88, C* 15.69, h* 20.82; C2Gui - guinda L* 33.26, C* 46.6, h* 15.27; C3Roj - rojo L* 32.06, C* 50.96, h* 26.68; C4Na – naranja L* 56.73, C* 34.46, h* 35.49; C5Ama - amarillo L* 71.58, C* 36.78, h* 46.34; C6Fuc – fucsia L* 44.82, C* 52.89, h* 5.81 y C7Ros - rosa L* 67.2, C* 31.82, h* 11.34.

Las lígulas fueron liofilizadas, para ello se colocaron en frascos para liofilizadora de 600 mL y se mantuvieron a -80 °C en un ultracongelador (Thermofisher, USA) por 4 h. Posteriormente, se procedió a liofilizar por 72 h con el equipo FreeZone™ 18L (Labconco™, USA), previamente estabilizado a -50 °C y un vacío a 0.180 mBar.

Diseño experimental. El ensayo se estableció en un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, donde la unidad experimental consistió en dos inflorescencias con pedúnculos de 15 cm de longitud.

Parámetros evaluados

Preparación del extracto. La preparación del extracto se realizó de acuerdo con el método descrito por Aguiñiga et al. (2017) con ligeras modificaciones. Brevemente, se tomó 1 g de muestra y se adicionaron 8 mL de metanol a 80 % (v:v), la mezcla fue agitada por 1 min. Posteriormente, se procedió al sonicado de la mezcla por 10 min y dejada en reposo 5 min, procedimiento que fue repetido. Transcurrido este tiempo, se procedió a centrifugar a 200 rpm por 5 min. Finalmente, se tomó 1 mL del sobrenadante para su posterior análisis por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC).

Perfil fenólico. El contenido de compuestos fenólicos se determinó mediante el cromatógrafo serie 1100[®] (Agilent Technologies Inc, USA) equipado con una columna Hypersil ODS (125 x 4,0 mm) (Hewlett Packard, USA). El gradiente de elución con (A) H₂O (grado HPLC) ajustado gota a gota a pH 2.5 con ácido trifluoroacético (99.9 %) y (B) acetonitrilo se inició de 0-10 min, en la proporción A: B 85:15; durante 20 min, finalmente A: B 65:35 durante 25 min. Se utilizaron los siguientes parámetros: flujo a 1 mL min⁻¹ a 30 ° C, el detector de arreglo de diodos. Los ácidos fenólicos y flavonoides al ser ambos del grupo de los fenoles, pueden ser detectados con una sola inyección y cuantificados en distintos máximos de absorción. Es por ello, que las muestras fueron determinadas a 254, 280 y 330 nm, donde el volumen de inyección y tiempo de análisis fue de 20 µL y 25 min, respectivamente.

La identificación de ácidos fenólicos y flavonoides fue realizada mediante la verificación del tiempo de retención con respecto al de los estándares (ácido gálico, ácido cafeico, ácido clorogénico, hesperidina y quercetina). Por otro lado, la cuantificación se efectuó mediante la construcción de curvas estándar de los compuestos de referencia, obtenidos en las mismas condiciones de cromatografía. Los resultados fueron expresados en base a peso seco (µg g⁻¹).

Composición proximal. La determinación de humedad, materia seca, proteína cruda, grasa cruda y fibra se emplearon los procedimientos indicados por la AOC934.01, 2001.11, 954.02, 962.09 [AOAC 2016]. El extracto libre de nitrógeno (ELN) también conocido como carbohidratos totales, representa los azúcares y almidones y se calcula por diferencia en lugar de medirlo mediante análisis. Los resultados son expresados en porcentaje.

Análisis estadístico. A los datos obtenidos se les verificó su normalidad y homogeneidad de varianzas con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett, respectivamente (Sokal & Rohlf, 1995). Se realizó un análisis de varianza múltiple (ANOVA) y una comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). En todos los procedimientos se empleó programa de análisis estadístico SAS versión 9.0.

2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil fenólico. Los datos obtenidos del perfil de compuestos fenólicos en flores liguladas de *D. x hortorum* son mostrados en el Cuadro 1 y Figura 2. Estos compuestos se encuentran presentes en una gran variedad de productos hortofrutícolas y son ampliamente apreciados por su actividad antioxidante y capacidad para el barrido de radicales libres (Frías-Moreno et al., 2019; Blanda et al., 2020). En esta investigación se pudieron detectar ácidos fenólicos (gálico, cafeico y clorogénico) y flavonoides (quercetina y hesperidina). En sentido, el contenido de ácido gálico (Ag) fluctuó entre 1.0 y 3.19 $\mu\text{g g}^{-1}$, donde C7Ros, C1Var, C3Roj, C5Ama y C4Nar fueron los más sobresalientes ($P \leq 0.05$). Estos resultados no coinciden con los reportados por Lara-Cortes et al. (2014) en lígulas purpura, guinda, rosa, naranja, amarillo, rojo, blanco y morado de algunas especies silvestres de *D. australis*, *D. appiculata*, *D. brevis*, *D. coccinea*, *D. campanulata* y *D. pinnata*, respectivamente. Sin embargo, el contenido de Ag de los materiales analizados supera a lo reportado para flores de *Plumeria obtusa* con $2.7 \pm 0.1 \mu\text{g g}^{-1}$ (Kaisoon et al., 2011). Hay pocos reportes del contenido de Ag en dalia, no obstante, la variación observada puede ser atribuida, por un lado,

con aspectos de mejoramiento genético y manejo agronómico, seguido por la eficiencia del método de extracción (etanol vs. metanol) (Terán-Erao et al., 2019).

Por otro lado, el ácido cafeico solo fue cuantificado en C7Ros, C3Roj y C2Gui, sin embargo, este último mostró el mayor contenido. En contraste, contenidos de 3.1, 0.9, 3.4, 1.0, 4.3, 1.4 y 4.7 $\mu\text{g g}^{-1}$ son reportados por Lara-Cortes et al. (2014) en dalias con lígulas purpura, guinda, rosa, naranja, amarillo, rojo y blanco, respectivamente. Este comportamiento puede ser asociado con la variación genética entre especies silvestres y cultivadas (Castro-Castro et al., 2015; Jiménez, 2015).

En este mismo sentido, condiciones edafoclimáticas desfavorables han propiciado a las especies silvestres de plantas el desarrollo de múltiples mecanismos de adaptación y defensa al estrés oxidativo, en las que se incluye la síntesis y acumulación de compuestos fenólicos (Kaisoon et al., 2011; Rivera-Espejel et al., 2019a; Granados-Balbuena et al., 2022). Por otro lado, es muy conocido el contenido de ácido cafeico en el té verde (*Camellia sinensis* L.), uva (*Vitis vinífera* L.), col de bruselas (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*) y cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) (Lara-Cortes et al., 2014).

El ácido clorogénico fue el más abundante entre los ácidos fenólicos determinados en este estudio, donde sobresalen C6Fuc y C5Ama. Al respecto, Lara-Cortes et al. (2014) indicaron para este ácido fenólico un contenido similar de 16.4 $\mu\text{g g}^{-1}$, pero en flores liguladas de dalia con tonalidad naranja, sin poder detectar de su presencia en las de color amarillo. De acuerdo con Martínez-Damián et al. (2021), la modificación del balance e interacción entre los ácidos fenólicos y las antocianinas puede manifestarse en la variación de su contenido y color de la flor de dalia (El ácido clorogénico se encuentra en los granos de café (*Coffea arabica* L.) y especies del género *Prunus* (ciruela, albaricoque, durazno, entre otros), donde su consumo puede mejorar el metabolismo de lípidos y glucosa (Naveed et al., 2018).

Cuadro 1. Contenido de compuestos fenólicos en flores liguladas provenientes de *Dahlia x hortorum*.

Clon	Ácidos fenólicos ($\mu\text{g g}^{-1}$)			Flavonoides ($\mu\text{g g}^{-1}$)	
	Gálico	Cafeico	Clorogénico	Quercetina	Hesperidina
C1Var	2.36 ab*	nd	nd	81.46 a	10.06 de
C7Ros	3.19 a	0.68 b	nd	25.13 c	24.30 c
C3Roj	2.15 ab	0.48 b	4.11 c	3.49 d	14.34 d
C5Ama	2.34 ab	Nd	14.72 ab	57.62 b	34.39 b
C6Fuc	1.00 b	Nd	17.53 a	23.73 c	111.55 a
C4Nar	1.91 ab	nd	7.57 bc	22.79 c	14.84 d
C2Gui	1.59 b	2.29 a	1.36 c	27.97 c	9.31 e

*Valores con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente ($P \leq 0.05$; prueba de Tukey). nd: no determinado. Los datos son expresados en base a peso seco ($\mu\text{g g}^{-1}$).

En este estudio se pudo determinar el contenido de algunos flavonoides (quercetina y hesperidina), cuyos valores medios máximos corresponden a C1Var ($81.46 \mu\text{g g}^{-1}$) y C6Fuc ($111.55 \mu\text{g g}^{-1}$), respectivamente. Estos compuestos se relacionan directamente con algunas características del sabor, color, palatabilidad y valor nutricional en frutos, hortalizas y flores (Terán-Erazo et al., 2019; Avendaño-Arrazate et al., 2021).

Los resultados obtenidos superan a los reportados por Lara et al. (2014) en flores de dalia con lígulas de color guinda ($36.4 \mu\text{g g}^{-1}$). Sin embargo, un contenido más alto de quercetina ($185.37 \pm 0.11 \mu\text{g g}^{-1}$) es reportado por Karimi et al. (2012) en flores comestibles de naranjo agrio (*Citrus aurantium*). La presencia de este flavonoide es reportada diversas flores, incluyendo cempaxúchitl (*Tagetes erecta* L.) ($13.57 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), cosmos (*Cosmos sulphureus* Cav.) ($9.45 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$),

bougavilia (*Bougainvillea glabra* Chosy) (Kaisoon, Konczak, & Siriamornpun, 2012) y *Agave durangensis* (0.4 g mL⁻¹) (Barriada-Bernal et al., 2014).

Las flores y frutos de naranja dulce (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y limón (*Citrus x limón*), son las especies que presentan el mayor contenido de hesperidina (Wilmsen et al., 2005). Los valores obtenidos para este flavonoide en este estudio son bajos con respecto a lo reportado por Lara-Cortes et al. (2014) con valores de 160.8 y 398.9 ug g⁻¹ en dalia con flores liguladas de color rosa y morado, respectivamente. No obstante, C6Fuc superó los 70.9 ug g⁻¹ publicados para flores blancas. En general el contenido de los compuestos fenólicos detectados en este estudio fue variable, sin embargo, las flores de dalia pueden ser consideradas como fuente complementaria de agentes antioxidantes.

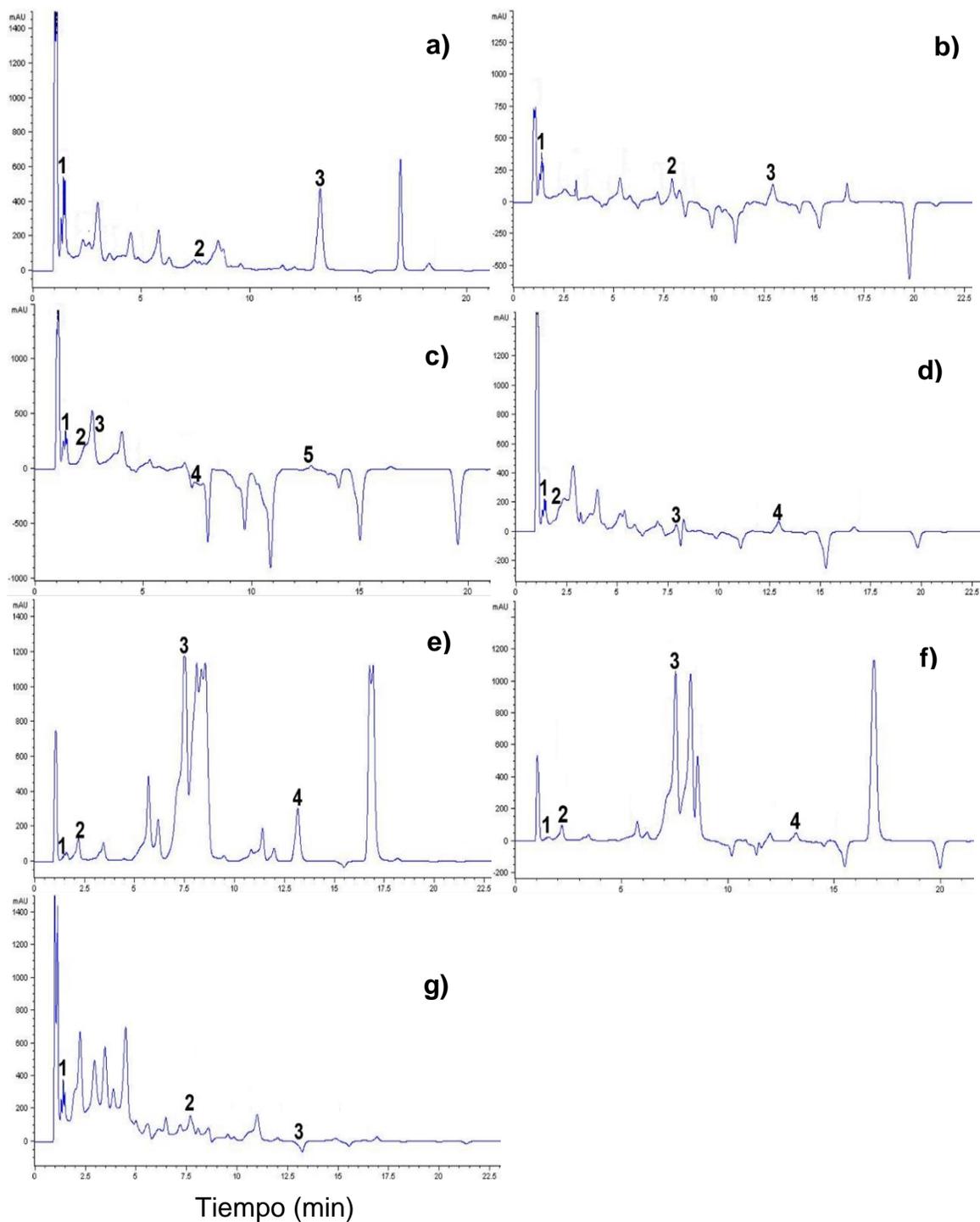


Figura 2. Perfil fenólico por HPLC en flores de *D. x hortorum*. Detección a 254 nm. a) C1Va, b) C2Gui, c) C3Roj, d) C4Na, e) C5Ama, f) C6Fuc y g) C7Ros. Los datos de tiempo de retención son mostrados en cuadro 2.

Cuadro 2. Identificación de los compuestos encontrados en flores liguladas *D. hortorum*, de acuerdo a su máximo tiempo de retención.

Clon	Pico	CF	TR (min)	λ_{max} (nm)
C1Va	1	Ag	1.39	254, 280
	2	Hs	7.67	254, 280
	3	Qc	13.23	254, 280
C2Gui	1	Ag	1.38	254,280
	2	Hs	7.89	254,280
	3	Qc	12.92	254
C3Roj	1	Ag	1.40	254, 280
	2	Acl	2.06	254, 330
	3	AC	2.86	254, 330
	4	Hs	7.41	254, 280
	5	Qc	12.72	2554
C4Nar	1	Ag	1.39	254, 280
	2	Acl	2.13	254, 330
	3	Hs	7.90	254, 280
	4	Qc	12.94	254
C5Ama	1	Ag	1.40	254, 280
	2	Acl	2.17	254, 330
	3	Hs	7.49	254, 280
	4	Qc	13.16	254,330
C6Fuc	1	Ag	1.33	254, 280
	2	Acl	2.17	254, 330
	3	Hs	7.52	254, 280
	4	Qc	13.19	254,330
C7Ros	1	Ag	1.89	254, 280
	2	Hs	7.68	254, 280
	3	Qc	13.21	254

Ag: ácido gálico; Hs: Hesperidina; Ac: ácido cafeico; Qc: quercetina. CF: Compuesto fenólico, TR: tiempo de retención, λ_{max} (nm): absorbancia máxima para identificación de compuestos por el espectro UV-VIS.

Valor nutricional. Los datos del análisis proximal son mostrados en el Cuadro 3. No se encontró variación ($P > 0.05$) entre los valores medios de humedad (H) (89.53-91.10 %) y materia seca (MS) (8.80-10.47 %) de los materiales de *D. x hortorum*. Resultados similares fueron publicados por Lara-cortes et al. (2014), en lígulas de algunas especies silvestres de dalia (*Dahlia australis*, *D. appiculata*, *D. brevis*, *D. coccinea*, *D. campanulata* y *D. pinnata*). Sin embargo, un estudio previo realizado por Martínez-Damián et al. (2021) en lígulas con diferente color en algunos clones de *D. x hortorum* reportan variación para los parámetros de H

y MS. El contraste entre los resultados puede ser asociado con la variación de tamaño, número y peso de las flores liguladas entre las variedades cultivadas y especies silvestres (Mejía-Muñoz et al., 2020).

En general, las flores liguladas presentaron un alto contenido de carbohidratos, seguido por fibra, proteína, grasa cruda y cenizas. Una forma indirecta de evaluar el contenido de nutrientes minerales es a través del porcentaje de cenizas. En este estudio, solo C7Ros (5.96) y C5Ama (5.76) mostraron variación estadística. Estos resultados superan lo observado por Lara-Cortes et al. (2014) en algunas especies silvestres, pero sin encontrar variación. En contraste, valores de 8.7 y 7.3 % son reportados por Rivera-Espejel et al. (2019b) en *D. campanulata* y *D. brevis*, no obstante, estos mismos autores reportan contenidos similares de cenizas para flores con lígulas de color cereza y rojas provenientes de algunas variedades cultivadas (*D. x hortorum*). Este comportamiento puede ser resultado de las condiciones edafoclimáticas, grado de domesticación, prácticas de fertilización y etapa de floración.

Por otro lado, nuestros valores son relativamente bajos cuando son comparados con los datos obtenidos para este parámetro por Pensamiento-Niño et al. (2021) en flores de cardón (*Cylindropuntia rosea*), xoconostle (*Opuntia oligacantha* var *Ulapa*), xoconostle cuaresmeño (*Opuntia matudae* var *Cuaresmeño rosado*), and pitaya (*Echinocereus cinerascens*) con valores de 11.21 ± 0.04 , 17.73 ± 0.10 , 6.68 ± 0.04 y 16.83 ± 0.35 %, respectivamente. Por otro lado, C1Ros mostró un comportamiento sobresaliente ($P \leq 0.05$) con respecto al contenido de fibra y grasa cruda, sin embargo, no superó lo presentado por C5Ama y C6Fuc, respectivamente.

Se encontró un contenido de fibra alto al comparar con los valores reportados en algunas especies silvestres y cultivadas de dalia por Rivera-Espejel et al. (2019b) y para flores de cactáceas evaluadas por Pensamiento-Niño et al. (2021). Por su parte, de Lima et al. (2019) encontraron valores similares de fibra en flores de

girasol (*Helianthus annuus* L.), caléndula (*Calendula officinalis* L.) y rosal (*Rosa x grandiflora* Hort.), pero indicó 12.5 % de grasa cruda en caléndula.

Los datos de proteína fueron similares con lo reportado para las especies silvestres *Dahlia brevis*, *D. coccinea* y *D. campanulata* por Rivera-Espejel et al. (2019b). Sin embargo, no superó el rango entre 14.84 y 19.25 % de proteína encontrada por Martínez-Damián et al. (2021) para *D. x hortorum* con flores liguladas con color cereza, amarillo, variegado, rosa y purpura. En otras especies con flores comestibles como centaurea (*Centaurea cyanus* L.) y caléndula (*Calendula officinalis*) autores como Pires et al. (2017) indicaron valores de proteína más bajos (5.79 y 6.43 %, respectivamente). De forma adicional, estos mismos autores reportan 5.93 % de proteína para dalias enanas (*Dahlia mignon*).

Cuadro 3. Valor nutricional de flores liguladas de *Dahlia x hortorum*.

Clon	Porcentaje %						
	H	MS	C	Fc	Gc	Pc	CT
C1Var	89.53 a*	10.47 a	5.55 bc	17.91 a	7.28 a	13.04 ab	56.21 c
C7Ros	90.30 a	9.70 a	5.96 a	16.84 b	3.02 c	13.68 a	60.70 b
C3Roj	90.08 a	9.92 a	5.56 bc	16.65 bc	2.68 c	12.79 b	62.37 ab
C5Ama	91.20 a	8.80 a	5.76 ab	17.15 ab	3.03 c	13.72 a	59.73 b
C6Fuc	89.82 a	10.18 a	5.56 bc	15.75 cd	6.95 ab	11.76 c	60.23 b
C4Nar	90.16 a	9.84 a	5.16 d	16.81 b	4.47 bc	11.98 c	61.64 ab
C2Gui	91.10 a	8.90 a	5.4 cd	15.25 d	2.84 c	12.40 bc	64.09 a

*Valores con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente ($P \leq 0.05$; prueba de Tukey). H: humedad, MS: materia seca, C: cenizas, F: fibra cruda, GC: grasa cruda, P: proteína cruda, CT: carbohidratos totales. Los datos son expresados en base a peso seco.

Entre los materiales de dalia, C2Gui, C4Nar y C3Roj fueron sobresalientes por su alto contenido de carbohidratos totales (CT). Estos resultados son similares a

lo reportado en flores de cactáceas por Pensamiento-Niño et al. (2021) y para *D. merckii* por Rivera-Espejel et al. (2019b). No obstante, los datos obtenidos de CT fueron más bajos a los indicados para *D. brevis*, *D. coccinea* y *D. campanulata* y *D. hortorum* (Rivera-Espejel et al., 2019b).

Los resultados obtenidos en las flores de dalia permiten considerar a la dalia como una fuente complementaria de fibra cruda y proteína en la dieta, similar a las flores comestibles de otras especies hortofrutícolas. En este sentido, los estudios existentes han demostrado que las flores comestibles representan una alternativa complementaria en la dieta, ya que se caracterizan por un bajo contenido de lípidos y contenido variable de carbohidratos y minerales. Además, en el caso de dalia permite diversificar su uso y favorecer su conservación, debido al riesgo que representa la alteración de su hábitat nativo por actividades antropogénicas.

2.4. CONCLUSIONES

Las flores de dalia poseen un contenido significativo de compuestos fenólicos y pueden ser consideradas como un alimento funcional para consumo en fresco. Se identificaron cinco compuestos fenólicos, incluyendo ácidos fenólicos (gálico, cafeico y clorogénico) y flavonoides (quercetina y hesperidina). Entre los clones evaluados, C7Ros, C2Gu y C6Fuc fueron los más sobresalientes con respecto al contenido de ácido gálico, ácido cafeico y ácido clorogénico, respectivamente. Así mismo, el contenido de quercetina y hesperidina fue mayor para C1Var y C6Fuc. El análisis proximal revela que C1Var presenta lígulas con alto contenido fibra, grasa y proteína, sin embargo, para este último parámetro fue similar a C7Ros (13.68 %) y C5Ama (13.72 %). El mayor contenido carbohidratos totales se presentó en C2Gui, C4Nar y C3Roj.

2.5. LITERATURA CITADA

- Aguñiga, S. I., Cadena, Í.J., Santiago, O. E., Gómez, G. G. (2017). Chemical analyses and in vitro and in vivo toxicity of fruit methanol extract of *Sechium edule* var. *nigrum spinosum*. *Pharmaceutical Biology*, 55(1), 1638–1645. [doi:10.1080/13880209.2017.1316746](https://doi.org/10.1080/13880209.2017.1316746)
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2016). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Rockville.
- Avendaño-Arrazate, C.H., Campos-Rojas, E., López-Palestina, C. U., Martínez-Bolaños, M., Caballero-Pérez, J. F., Báez-Alonso, M., ... & Cadena-Iñiguez, J. (2021). Actividad antioxidante en genotipos de *Theobroma* spp. (Malvaceae) en México. *Revista de Biología Tropical*, 69(2), 507-523. <http://dx.doi.org/10.15v517/rbt.v69i2.41626>.
- Barriada-Bernal, L. G., Almaraz-Abarca, N., Delgado-Alvarado, E. A., Gallardo-Velázquez, T., Ávila-Reyes, J. A., Torres-Morán, M.I., González-Elizondo, M. D. S., & Herrera-Arrieta, Y. (2014). Flavonoid composition and antioxidant capacity of the edible flowers of *Agave durangensis* (Agavaceae). *CYTA-Journal Food*, 12(2), 105-114. <https://doi.org/10.1080/19476337.2013.801037>
- Blanda, G., Rodríguez-Roque, M.J., Comandini, P., Flores-Córdova, M.A., Salas-Salazar, N.A., Cruz-Álvarez, O., & Soto-Caballero, M.C. (2020). Phenolic profile and physicochemical characterization of quince (*Cydonia oblonga* Mill) fruits at different maturity index. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(4), 2306-2315. <https://doi.org/10.15835/nbha48412108>
- Castro-Castro, A., Zuno-Delgadillo, O., Carrasco-Ortiz, M.A., Harker, M. & Rodríguez, A. (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>
- Costa-Silva, E. H., Torquato-Tavares, A., Alves-Ferreira, T., Pascual-Reyes, I. D., Guimarães-Alves, F. Q., & Rodrigues-do Nascimento, I. (2020). Doses and

number of applications of ethephon in sex reversal of zucchini squash flowers. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 26(1), 5-14. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2019.06.011>

De Lima Franzen, F., Rodríguez de Oliveira, M. S., Lidório, H. F., Farias Menegaes, J., & Martins Fries, L. L. (2019). Composición química de pétalos de flores de rosa, girasol y caléndula para su uso en la alimentación humana. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(1), 149-168. https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num1_art:1252

Deguchi, A., Tatsuzawa, F., Hosokawa, M., Doi, M., & Ohno, S. (2016). Quantitative evaluation of the contribution of four major anthocyanins to black flower coloring of *Dahlia* petals. *The Horticulture Journal*, 85(4), 340-350. <https://doi.org/10.2503/hortj.MI-121>

Frías-Moreno, M.N., Olivas-Orozco, G.I., González-Aguilar, G.A., Benitez-Enriquez, Y.E., Paredes-Alonso, A., Jacobo-Cuellar, J.L., Salas-Salazar, N.A., Ojeda-Barrios, D.L., & Parra-Quezada, R.A. (2019). Yield, quality and phytochemicals of organic and conventional raspberry cultivated in Chihuahua, Mexico. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(2), 522-530. <https://doi.org/10.15835/nbha47211385>

Granados-Balbuena, S. Y., Santacruz-Juárez, E., Canseco-González, D., Aztatzi-Rugerio, L., Sánchez-Minutti, L., Ramírez-López, C., & Ocaranza-Sánchez, E. (2022). Identification of the anthocyanic profile and determination of antioxidant activity of *Dahlia pinnata* petals: A potential source of anthocyanins. *Journal of Food Science*, 11, 5965. <https://doi.org/10.3390/app11135965>

Guillermo-Gormaz, J., Quintremil, S., & Rodrigo, R. (2015). Cardiovascular disease: a target for the pharmacological effects of quercetin. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 15(17), 1735-1742. doi: 10.2174/1568026615666150427124357.

- Jiménez, M.L. (2015). El cultivo de la Dalia. *Cultivos Tropicales*, 36(1), 107-115. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362015000100014
- Kaisoon, O., Konczak, I., & Siriamornpun, S. (2012). Potential health enhancing properties of edible flowers from Thailand. *Food Research International*, 46(2), 563-571. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.016>
- Kaisoon, O., Siriamornpun, S., Weerapreeyakul, N., & Meeso, N. (2011). Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand. *Journal of functional foods*, 3(2), 88-99. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.03.002>
- Karimi, E., Oskoueian, E., Hendra, R., Oskoueian, A., & Jaafar, H. Z. E. (2012). Phenolic compounds characterization and biological activities of *Citrus aurantium* bloom. *Molecules*, 17(2), 1203-1218. <https://doi.org/10.3390/molecules17021203>
- Kumari P., Raju D.V.S., Prasad K.V., Pal S.K., Saha S., Arora A., Hossain F. (2017). Quantification and correlation of anthocyanin pigments and their antioxidant activities in rose (*Rosa hybrida*) varieties. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(10), 1340-1346. Retrieved from <http://epubs.icar.org.in/ejournal/index.php/IJAgS/article/view/74991>
- Lara-Cortés, E., Martín-Belloso, O., Osorio-Díaz, P., Barrera-Necha, L. L., Sánchez-López, J. A., & Bautista-Baños, S. (2014). Antioxidant capacity, nutritional and functional composition of edible *Dahlia* flowers. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 20(1), 101-116. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.07.024>
- Martínez-Damián, M.T., Mejía-Muñoz, J.M., Colinas-León, M.T., Hernández-Epigmenio, F., & Cruz-Álvarez, O. (2021). Nutritional value, bioactive compounds and capacity antioxidant in edible flowers of *Dahlia*. *Acta*

Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 20(5), 63-72.
<https://doi.org/10.24326/asphc.2021.5.6>

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. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1288.15>

Naveed, M., Hejazi, V., Abbas, M., Kamboh, A.A., Khan, G.J., Shumzaid, M., Ahmad, F., Babazadeh, D., FangFang, X., Modarresi-Ghazani, F., WenHua, L., & XiaoHui, Z. (2018). Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 97, 67-74. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.064>

Pensamiento-Niño, C. A., Campos-Montiel, R. G., Añorve-Morga, J., Ramírez-Moreno, E., Ascacio-Valdés, J. A., & Hernández-Fuentes, A. (2021). Nutritional characterization of the functional and antioxidant activity of cactus flowers from Hidalgo, Mexico. *Applied Sciences*, 11(13), 5965. <https://doi.org/10.3390/app11135965>

Pires, E. D. O., Di Gioia, F., Roupheal, Y., Ferreira, I. C., Caleja, C., Barros, L., & Petropoulos, S. A. (2021). The compositional aspects of edible flowers as an emerging horticultural product. *Molecules*, 26(22), 6940. <https://doi.org/10.3390/molecules26226940>

Pires, T. C., Dias, M. I., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2017). Nutritional and chemical characterization of edible petals and corresponding infusions: valorization as new food ingredients. *Food Chemistry*, 220, 337-343. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.026>

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>

- Rivera-Espejel, E.A., Cruz-Álvarez, O., Mejía-Muñoz, J.M., García-Mateos, M. R., Colinas-León, M.T., & Martínez-Damián, M.T. (2019a). Physicochemical quality, antioxidant capacity and nutritional value in tuberous roots of some wild *Dahlia* species. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 813-820. <https://doi.org/10.15835/nbha47311552>
- Rivera-Espejel, E.A., Cruz-Álvarez, O., Mejía-Muñoz, J.M., García-Mateos, M. R., Colinas-León, M.T., & Martínez-Damián, M.T. (2019b). Physicochemical quality, antioxidant capacity and nutritional value of edible flowers of some wild *Dahlia* species. *Folia Horticulturae*, 31(2), 331-342. <https://doi.org/10.2478/fhort-2019-0026>
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1995). *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. (3rd ed) W.H. Freeman and Company.
- Terán-Erazo, B., Alía-Tejagal, I., Balois-Morales, R., Juárez-López, P., López-Guzmán, G. G., Pérez-Arias, G. A., & Núñez-Colín, C. A. (2019). Caracterización física, química y morfológica de frutos de guanábana (*Annona muricata* L.). *Agrociencia*, 53(7), 1013-1027. Retrieved from <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1860/1857>
- Wilmsen, P. K., Spada, D. S., & Salvador, M. (2005). Antioxidant activity of the flavonoid hesperidin in chemical and biological systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(12), 4757-4761. <https://doi.org/10.1021/jf0502000>

**CAPÍTULO III. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE SIETE
NUEVAS VARIEDADES DE DALIA (*Dahlia x hortorum*)
OBTENIDAS EN CHAPINGO, MÉXICO**

**MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SEVEN NEW
DAHLIA VARIETIES (*Dahlia x hortorum*) OBTAINED IN
CHAPINGO, MEXICO**

RESUMEN

Las características morfológicas se emplean para determinar la variabilidad genética, generación de programas de mejoramiento genético y la conservación de los recursos fitogenéticos. el objetivo de esta investigación fue la caracterización morfológica siete variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*) obtenidas a partir de polinización cruzada, mediante hibridación y selección. Derivado del empleo de la metodología tradicional de selección e hibridación se obtuvieron siete nuevas variedades de dalia denominadas C1VAR16, C2GUI118, C3ROJ30, C4NAR41, C5AMA53, C6FUC46 y C7ROS17. El ACP mostró que las poblaciones más opuestas y que se encuentran bien diferenciadas fueron la C7ROS17 y la C2GUI118. Mientras que las variedades C1VAR16, C3ROJ30 y C4NAR41 compartieron características en común, siendo el descriptor DC el que mayor contribución tiene al componente 1. El experimento se realizó en el campo experimental "indicar cual" del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, México. Estas variedades fueron propagadas por medio de esquejes y trasplantadas en campo para su evaluación. Se determinaron 8 caracteres de tipo cuantitativo y 25 de tipo cualitativo. Los resultados muestran que las variedades comparten algunas características, sin embargo, también es posible diferenciar las variedades a partir de ciertos descriptores morfológicos específicos tales como el diámetro y tipo de capítulo, color de las flores liguladas del capítulo y altura de planta, principalmente.

Palabras clave: recursos genéticos, hibridación, selección, descriptores varietales.

ABSTRACT

The morphological characterization of the seven selected *Dahlia* varieties was carried out by determining a set of defined descriptors that allow differentiating each of the plants of interest. Some traits are highly heritable, easily observed, and may or may not express themselves equally in various environments. The morphological characteristics are used to know the genetic variability, for the identification of varieties and the conservation of genetic resources. Therefore, characterization is the first step in crop improvement and conservation programs. In this sense, with the objective of describing *Dahlia* varieties obtained from cross-pollination, through hybridization and selection, the morphological characterization of seven varieties of *Dahlia* (*Dahlia* x *hortorum*) obtained in Chapingo, Mexico was carried out. These varieties were cloned vegetatively through cuttings and planted in the field for evaluation. Eight quantitative variables and 25 qualitative variables were measured. The results showed that the varieties share some characteristics in common, however, it is also possible to differentiate the varieties based on certain specific morphological descriptors such as the diameter and type of head, color of the ray flowers of the head and plant height, mainly.

Key words: characterization, hybridization, selection, varietal descriptors.

3.1. INTRODUCCIÓN

Diversos estudios taxonómicos y filogenéticos, clasifican a la dalia (*Dahlia* spp.) en 4 secciones: *Dahlia*, *Entemophyllon* P.D. Sorensen, *Epiphytum* Sherff y *Pseudodendron* P.D. Sorensen (Sorensen, 1969). A nivel mundial, se tiene registro de 39 especies cuya mayoría son endémicas y microendémicas de México (Villaseñor, 2018). El género *Dahlia* ha sido estudiado desde el punto de vista agronómico y genético, en la que se incluye densidad de siembra, fechas de siembra, especies silvestres, valor nutricional, compuestos bioactivos, descripciones morfológicas in situ, rendimiento y calidad de flor (Hansen, 2004; Lara et al., 2014; Rivera et al., 2019). De forma tradicional, esta planta ha sido cultivada como flor de corte, maceta y elemento estructural para el diseño de jardines, entre otros (Castro-Castro, 2015).

Se han determinado aspectos fisiológicos en el desarrollo de la dalia cultivada, evaluando diferentes fechas de siembra con el objetivo de identificar y seleccionar plantas con características de interés tales como el número de flores, altura de planta, tamaño de capítulo, entre otros (Hasegawa et al., 2009; Saar et al., 2003). Sin embargo, la descripción de variedades con miras a su registro y mejoramiento genético de plantas con características sobresalientes desde el punto de vista ornamental, alimenticio y medicinal es todavía escaso en México.

La aplicación de los métodos tradicionales de hibridación y selección en el mejoramiento genético de especies y variedades vegetales, representan un mayor periodo de tiempo con respecto a los métodos modernos como la selección asistida por marcadores moleculares, Inducción de mutaciones y cultivo de tejidos (Blas et al., 2021). No obstante, constituyen una alternativa sencilla y de bajo costo, al alcance de pequeños y medianos productores. Aspectos que le permiten obtener mayor rentabilidad de la producción y al mismo tiempo satisfacer la creciente demanda de alimentos con mejor sabor, apariencia, vida de anaquel, calidad nutrimental, entre otros.

Por otro lado, la hibridación es una técnica que permite obtener plantas (híbridos) que expresan características deseables que originalmente existen por separado en los parentales (progenitor masculino y femenino) (Milicia et al., 2021). La selección consiste en la elección de individuos con características favorables, cuyas semillas constituirán la semilla de siembra de la generación siguiente, hasta la obtención de individuos que satisfagan los requerimientos particulares en base a los objetivos planteados por el fitomejorador.

En la actualidad, la generación de nuevas variedades de dalia se basa en estrategias simples. Por lo general, la cruce entre variedades favorables se realiza mediante polinización manual y los genotipos sobresalientes son seleccionados entre la progenie de primera generación y se propaga vegetativamente (Treviño et al., 2007). La caracterización morfológica constituye un primer paso en el mejoramiento y programas de conservación de los cultivos y consiste en la determinación de un conjunto de caracteres mediante el uso de descriptores definidos que permiten diferenciar a una población de plantas que constituyen una variedad (Hernández-Delgado et al., 2018). En este sentido, el objetivo de este estudio fue la caracterización morfológica de siete variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*) obtenidas a partir de polinización cruzada, mediante hibridación y selección.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. Obtención de variedades

Proceso de obtención de las siete variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*).

- a) A partir de una población inicial, se seleccionaron individuos con características deseables, considerando los descriptores morfológicos del capítulo como diámetro, longitud y ancho de lóbulos; longitud del pedúnculo, y altura de planta.

- b) Con la semilla cosechada en cada uno de estos individuos se establecieron lotes bajo polinización libre, se evaluaron y se realizó una nueva selección de individuos considerando los descriptores antes mencionados.
- c) Se realizó la siembra de las semillas, caracterización y selección de 168 individuos con características deseables, a partir de la evaluación individual de cada una de las plantas.
- d) Siembra 25 clones seleccionados, con atención especial de siete clones con características deseables.
- e) Selección de siete clones e incremento de los mismos, mediante raíces tuberosas.
- f) Evaluación y caracterización de clones seleccionados.
- g) Multiplicación vegetativa por esquejes de los clones seleccionados.
- h) Denominación varietal de cada una de las variedades obtenidas (C1VAR16, C2GUI118, C3ROJ30, C4NAR41, C5AMA53, C6FUC46 y C7ROS17).
- i) Inscripción en el Catálogo Nacional de variedades Vegetales de SNICS de la variedad C5AMA53 con la denominación de “Yarezi”
- j) Mantenimiento y conservación de las variedades mediante siembra y conservación de raíces tuberosas.

3.2.2. Caracterización morfológica de siete variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*)

La caracterización se realizó en el campo agrícola experimental “San Martín” de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) (19°29’23” N; 98° 53’37” O), con altitud de 2246 m, temperatura y precipitación media anual de 15.6 °C y 608 mm,

respectivamente en el ciclo primavera-verano de 2021. El material vegetal utilizado estuvo constituido por las variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*): C1VAR 16, C2GUI118, C3ROJ30, C4NAR41, C5AMA53, C6FUC46 y C7ROS17.

El manejo del cultivo inicio con el acondicionamiento de las raíces tuberosas de cada una de las siete variedades, colocándolas en contenedores con una mezcla de turba y perlita (1:1) para promover la brotación, posteriormente se seleccionaron y enraizaron esquejes de 10 cm de longitud aproximadamente y una vez enraizados se trasplantaron en campo con una distancia entre plantas e hileras de 0.5 y 0.9 m, respectivamente. El suministro de agua y nutrientes se realizó mediante un sistema de riego por goteo con una frecuencia de tres veces por semana (1 a 3.5 L por planta), considerando la etapa fenológica y condiciones medioambientales prevalecientes durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. La aplicación de N-P-K (120-0-200) se realizó previo al trasplante y formación de botones florales. Por otro lado, el control de malezas y enfermedades se realizó de forma manual y podas fitosanitarias, respectivamente.

Para la caracterización morfológica se utilizaron descriptores cuantitativos y cualitativos, los cuantitativos fueron: altura planta (AP), longitud de hoja (LH), ancho hoja (AH), longitud de pedúnculo (LP), diámetro del capítulo (DC), número de lígulas (NL), ancho lígula (AL) y longitud de lígula (LL); para los cualitativos se utilizaron los criterios considerados por la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales, en la guía técnica TG/226/1 para la descripción varietal de dalia (UPOV, 2006). Esta guía se conforma de 57 caracteres expresados desde 2 hasta 13 diferentes niveles que incluyen valores representativos de éstos. Cada uno de los caracteres se expresa en intervalos numéricos para la determinación del nivel en que se encuentra. De forma general los 57 caracteres se distribuyen en las siguientes partes de la planta: hoja, tallo y capítulo, los descriptores de color se evaluaron con la carta de colores RHS (Cuadro 4).

Cuadro 4. Código de color y grupo de los capítulos provenientes de las variedades evaluadas de dalia (*Dahlia x hortorum*), obtenidas mediante la carta de colores RHS.

Variedad	No. colores	Código de color y grupo
	1°	65-C red purple
C1VAR16	2°	1-B green yellow
	3°	46-A red
C2GUI118	1°	60-A red purple
C3ROJ30	1°	46-A red
C4NAR41	1°	168-C greyet orange
	1°	31-D orange-red
C5AMA53	2°	5-A Yellow
C6FUC46	1°	71-C red purple
C7ROS17	1°	N74D red purple

3.2.3. Análisis estadístico

Para el análisis de datos de los descriptores cuantitativos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias Tukey ($P \leq 0.05$) mediante el programa de análisis estadístico (Statistical Analysis System version 9.3) SAS 9.0. Asimismo, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con el programa R, verificando el ajuste de los datos mediante la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

Por otro lado, el análisis de las 25 variables cualitativas fue realizado mediante la prueba de comparación de medias de rangos usando la prueba no paramétrica Kruskal Wallis ($P \leq 0.01$), previa aplicación de la prueba de Shapiro-Wilk que verificó que los datos no seguían una distribución normal. Estos análisis se realizaron con el programa SAS (versión 9.0).

Asimismo, para los descriptores cualitativos, se utilizó el sistema SNICS de agrupación de variedades (SISNAVA), el cual se basa en la suma de diferencias entre los valores que presentan los niveles de expresión de los caracteres descriptivos considerados en la guía técnica TG/226/1.

3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.3.1. Obtención de siete variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*)

Se obtuvieron las siete variedades de dalia denominadas: C1VAR16 (variegado), C2GUI118 (guinda), C3ROJ30 (rojo), C4NAR41 (naranja), C5AMA53 (amarillo), C6FUC46 (Fucsia) y C7ROS17 (rosado).



Figura 3. Aspecto general de las variedades obtenidas de dalia (*Dahlia x hortorum*). 1) C1VAR16, 2) C2GUI118, 3) C3ROJ30, 4) C4NAR41, 5) C5AMA53, 6) C6FUC46 Y 7) C7ROS17.

3.3.2. Caracterización morfológica. Descriptores cuantitativos.

De acuerdo con los resultados obtenidos (Cuadro 5) se encontraron diferencias estadísticas en todos los descriptores de las siete variedades de dalia analizadas, destacando para AP a las variedades C1VAR16 y C2GUI118 con el mayor y menor valor con 109 y 69 cm, respectivamente. Estos parámetros son útiles como

criterios de discriminación o selección de variedades de acuerdo con el uso que se pretenda dar a la planta, así, las de porte bajo son ideales para flor de maceta mientras que las de porte alto ideales para jardinería.

Estos resultados son similares a los reportados por Mejía et al. (2015) en híbridos interespecíficos de *Dahlia dissecta* x *Dahlia rupícola*, donde se obtuvieron plantas con altura entre 55 y 110 cm. Asimismo, las variedades C1VAR16, C3ROJ30 y C7ROS17 no mostraron variación con relación a la longitud del pedúnculo, un parámetro muy importante para discriminar genotipos con potencial para flor de corte, con valores de 15.76, 19.02, 18.99 cm, éstos dos últimos cercanos a los 20 cm.

Con respecto al número de lígulas, se han reportado valores similares en la variedad de dalia 'Witteman's Best' con 80.2 lígulas por capítulo (Cantor et al., 2012). Dichos resultados son de utilidad para proponer usos potenciales de la dalia en la industria cosmética, farmacéutica y alimentaria, toda vez que las lígulas equivalen a la parte aprovechable de la flor.

Al mismo tiempo, es importante señalar que inflorescencia con mayor diámetro de capítulo, se le considera óptima para ser empleadas como un componente de los monumentales tapetes florales, que tradicionalmente se elaboran como parte de las actividades culturales de diversas regiones del país. En este sentido, las variedades con el mayor diámetro fueron C1VAR16, C2GUI118, C4NAR41, con valores de 19.49, 19.79 y 19.67 cm, respectivamente. Estos resultados son comparables con lo reportado por Mahawer et al. (2010), en flores de dalia con un diámetro máximo del capítulo completamente abierto de 19.66 cm.

Cuadro 5. Comparación de medias para descriptores morfológicos cuantitativos de siete variedades de dalia *Dahlia x hortorum*.

Variedad	AP	LH	AH	LP	DC	NL	AL	LL
C1VAR16	109 a*	22.80 b	18.04 abc	15.76 a	19.49 a	111.11 a	3.24 a	8.37 a
C2GUI118	69 c	23.53 b	18.97 a	10.14 b	19.79 a	112.17 a	2.89 a	7.67 ab
C3ROJ30	105 a	22.85 b	18.41 ab	19.02 a	17.47 b	109.19 a	3.15 a	7.45 b
C4NAR41	108 a	28.39 a	20.92 a	13.67 ab	19.67 a	89.29 b	3.32 a	8.26 a
C5AMA53	89 b	14.47 c	13.53 d	15.46 ab	11.34 c	72.25 c	1.45 c	5.05 c
C6FUC46	92 b	23.06 b	15.16 cd	15.16 ab	12.36 c	59.50 c	2.06 b	5.37 c
C7 ROS17	106 a	21.17 b	15.62 bcd	18.99 a	11.17 c	64.00 c	2.36 b	4.75 c

*Valores con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente ($P \leq 0.05$; prueba de Tukey). AP: altura de planta, LH: longitud de hoja, AH: ancho de hoja, LP: longitud del pedúnculo, DC: diámetro del capítulo, NL: número de lígulas, AL: Ancho de lígula, LL: longitud de lígula. Los datos son expresados en cm, excepto por el descriptor NL.

3.3.3. Variación morfológica en siete variedades de dalia

Se detectaron diferencias entre las siete variedades de dalia de acuerdo con los distintos parámetros evaluados (Cuadro 6). Sin embargo, también hubo similitudes, como en el caso de la relación longitud/anchura y el color de las hojas. En cuanto a los parámetros altura de planta, ala de la hoja, longitud de la hoja incluido el peciolo, anchura de hoja, longitud del pedúnculo, porte-tipo-diámetro y altura de capítulo, número de lígulas del capítulo, relación longitud anchura, curvatura del borde y torsión de la lígula, se obtuvieron dos medias de intervalos diferentes lo cual, indica una alta similitud en estos parámetros entre las variedades evaluadas.

La variación morfológica en las variedades de dalia es notoria y las características morfológicas cualitativas de la planta como la altura de planta y color del tallo; de las hojas como el ala (hoja), longitud incluido el peciolo (hoja), relación longitud/anchura(hoja) y color de las hojas, son importantes para definir a las variedades obtenidas. Los rasgos que mejor explican la variación cuantitativa son: el color del tallo, forma del foliolo, color del pedúnculo, y la posición del capítulo en relación con el follaje, longitud y anchura de las lígulas, perfil en sección transversal en el punto medio de las lígulas y la forma del ápice de éstas.

Cuadro 6. Medias de rangos de 27 parámetros morfológicas a partir de la prueba Kruskal-Wallis.

Parámetro / Variedad	1	2	3	4	5	6	7
Planta: altura	53.58 b*	14.79 a	53.58 b	53.58b	53.58b	14.79 a	53.58 b
Tallo: color	40.95 b	78.04 d	65.5 c	15.54a	15.54a	40.95 b	40.95 b
Hoja: ala	36.95 a	36.95 a	75.75 b	36.95a	36.95a	36.95 a	36.95 a
Hoja: longitud incluido el peciolo	47.5 b	47.5 b	47.5 b	47.5b	47.5b	47.5 b	12.5 a
Hoja: anchura	47.5 b	47.5 b	47.5 b	47.5b	47.5b	47.5 b	12.5 a
Hoja: relación longitud/anchura	42.5 a	42.5 a	42.5 a	42.5a	42.5a	42.5 a	42.5 a
Hoja: color	42.5 a	42.5 a	42.5 a	42.5a	42.5a	42.5 a	42.5 a
Foliolo: forma	57.95 c	57.95 c	9.66 a	26.33b	26.33b	59.62 d	59.62 d
Borde del foliolo: profundidad de las incisiones (excluidos los lóbulos)	30.87 b	65.08 c	30.87 b	65.08c	65.08c	9.62 a	30.87 b
Pedúnculo: longitud	14.79 a	14.79 a	53.58 b				
Pedúnculo: color	30.95 a	78.04 c	64.66 b	30.95 a	30.95 a	30.95 a	30.95 a
Capítulo: posición en relación con el follaje	59.58 c	7.41 a	59.58 c	25.87 b	25.87 b	59.58 c	59.58 c
Capítulo: porte	48.04 b	9.25 a	48.04 b				
Capítulo: tipo	64.66 b	64.66 b	25.87a	25.87	25.87	25.87	64.66 b
Capítulo: diámetro	48.04 b	9.25 a					
Capítulo: altura	59.12 b	59.12 b	59.12 b	20.33 a	20.33 a	59.12 b	20.33 a
Capítulo: número de lígulas	54.41 b	54.41 b	54.41 b	12.7 a	12.7 a	54.41 b	54.41 b
Lígula: longitud	41.95 b	76.16 c	41.95 b	41.95 b	41.95 b	41.95 b	11.54 a
Lígula: anchura	51 b	76.45 d	51 b	21 a	21 a	56.04 c	21 a
Lígula: relación longitud anchura	48.04 b	9.25 a					
Lígula: perfil en sección transversal en el punto medio	42.04 c	42.04 c	19.41 b	72.5 d	72.5 d	42.04 c	6.95 a
Lígula: curvatura del borde	60.5 b	18.5 a	60.5 b	60.5 b	60.5 b	18.5 a	18.5 a
Lígula: torsión	25.87 a	64.66 b	25.87 a	64.66 b	64.66 b	25.87 a	25.87 a
Lígula forma del ápice	24.95 a	24.95 a	24.95 a	72.5 c	72.5 c	24.95 a	52.66 b
Lígula: número de colores de la cara interna	77.29 c	31 a	65.2 b				

*Letras diferentes indican medias de rangos diferentes. 1: C1VAR16, 2: C2GUI118, 3: C3ROJ30, 4: C4NAR41, 5: C5AMA53, 6: C6FUC46, 7: C7ROS17.

3.3.4. Análisis de componentes principales (ACP)

Los resultados obtenidos en el análisis de componentes principales son interpretados tomando como base los valores propios (eigen-values). Los valores propios nos muestran los componentes principales con su valor en el análisis de datos, el porcentaje individual y acumulado de la variabilidad total (Cuadro 7). Los datos indicaron que la variabilidad está asociada con cada uno de los componentes principales, y esta variabilidad disminuye a medida que se incrementa el número de componentes principales.

En este sentido, el primer componente principal reúne el 51.51 % de la variabilidad total; el segundo componente, el 16.84 %; el tercer componente, el 11.90 % y los componentes del cuarto al octavo sólo concentró el 19.75 % de la variabilidad total. Los primeros dos componentes agruparon el 68.35 % de la variabilidad total en las siete variedades analizadas y son los de mayor importancia, ya que concentraron más de la mitad de la variabilidad acumulada.

Cuadro 7. Valores propios y proporción de la varianza total explicada por descriptores cuantitativos en siete variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*).

CP	Valor propio	Variabilidad del componente (%)	Porcentaje acumulado de la variabilidad (%)
CP1	4.12	51.51	51.51
CP2	1.35	16.84	68.35
CP3	0.95	11.9	80.25
CP4	0.69	8.68	88.93
CP5	0.4	5.05	93.98
CP6	0.27	3.4	97.38
CP7	0.17	2.17	99.55
CP8	0.04	0.45	100

CP: Componente principal

La representación gráfica (Biplot) del ACP mostró que el CP1 explicó el 51.5 % de la variación y el CP2 el otro 16.8 % (Figura 4). Ambos componentes fueron

significativos ($P < 0.001$), donde se demostró una clara diferenciación entre variedades. Entre las variedades evaluadas, C7ROS17 y C2GUI118 fueron las más contrastantes. Mientras que las variedades C1VAR16, C3ROJ30 y C4NAR41 tienen características en común. A partir de los resultados obtenidos, se puede observar que los descriptores longitud de lígula (LL), ancho de lígula (AL), ancho de hoja (AH), número de lígulas (NL) y diámetro del capítulo (DC) son los descriptores morfológicos más importantes a partir de los cuales es posible diferenciar las variedades analizadas, siendo éste último (DC) el que mayor contribución tiene al componente 1. Para el CP2, los descriptores que contribuyeron significativamente son la longitud del pedúnculo (LP) y altura de planta (AP).

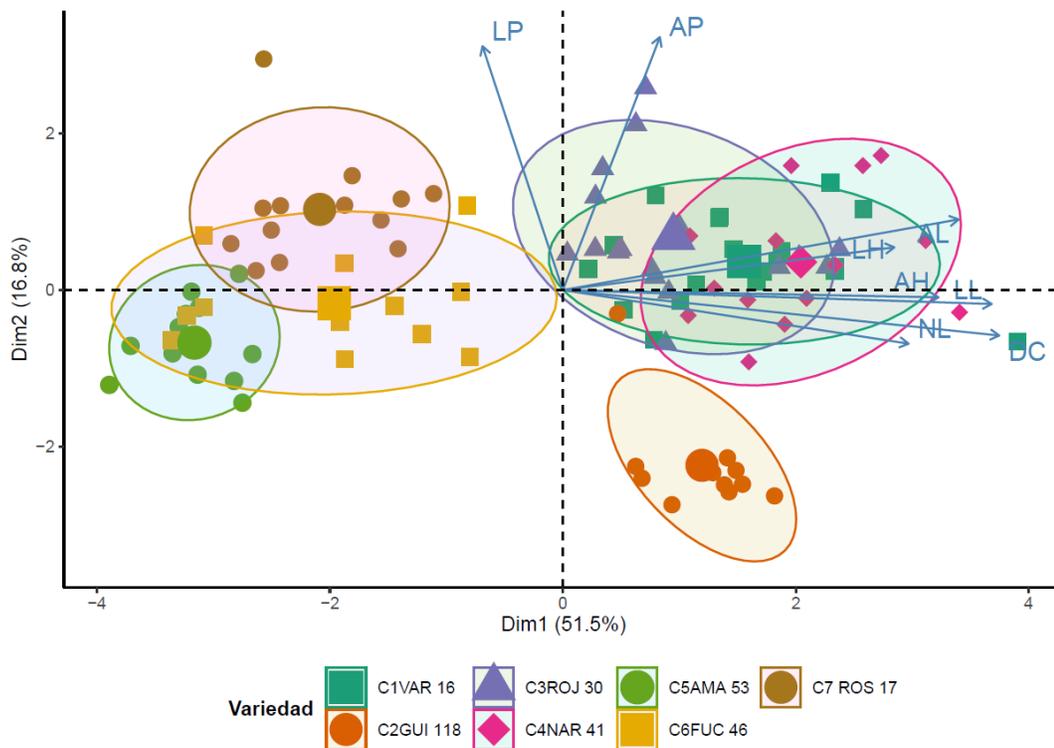


Figura 4. Biplot de descriptores cuantitativos derivado del análisis de componentes principales (ACP) obtenido para siete variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*).

3.3.4.1 Correlación de Pearson

Los resultados obtenidos del análisis de correlación de Pearson (Cuadro 8) mostraron correlación positiva de NL, AL y LL con respecto a DC ($r=0.71$, 0.77 , 0.94 , respectivamente), lo cual indicó que estos descriptores contribuyeron significativamente al DC, por lo que entre mayor sea el número de lígulas, ancho de lígulas y longitud de lígulas mayor será el diámetro del capítulo.

Cuadro 8. Coeficientes de correlación de Pearson obtenida de los descriptores cuantitativos de siete variedades de dalia (*Dahlia x hortorum*).

	AP	LH	AH	LP	DC	NL	AL	LL
AP	1	0.15	0.08	0.27	0.07	0.03	0.34	0.16
LH		1	0.79	-0.04	0.50	0.25	0.51	0.50
AH			1	-0.15	0.58	0.47	0.55	0.60
LP				1	-0.22	-0.13	-0.02	-0.14
DC					1	0.71	0.77	0.94
NL						1	0.54	0.67
AL							1	0.71
LL								1

AP: altura de planta, LH: longitud de hoja, AH: ancho de hoja, LP: longitud del pedúnculo, DC: diámetro del capítulo, NL: número de lígulas, AL: Ancho de lígula, LL: longitud de lígula.

3.3.5. Caracterización morfológica. Descriptores cualitativos

Los resultados obtenidos del análisis SISNAVA (Cuadro 9), representaron las sumas de diferencias entre las siete variedades analizadas, lo cual indicó la distinción.

Cuadro 9. Matriz de correlación derivado del análisis SISNAVA, a partir de las sumas de diferencias entre 57 caracteres morfológicos de siete variedades de dalia (TG/226/1, UPOV).

Variedad	1	2	3	4	5	6	7
C1VAR16	0*	20	11	8	25	13	23
C2GUI118		0	22	24	31	20	35
C3ROJ30			0	7	23	14	25
C4NAR41				0	22	13	24
C5AMA53					0	27	31
C6FUC46						0	25
C7ROS17							0

1: C1VAR16, 2: C2GUI118, 3: C3ROJ30, 4: C4NAR41, 5: C5AMA53, 6: C6FUC46, 7: C7ROS17.
 *Valor nominal resultado de la suma de diferencias de caracteres morfológicos de cada variedad.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el SISNAVA se pudieron observar las diferencias entre las 7 variedades analizadas, donde destacó las mayores distancias morfológicas por cada variedad analizada (Cuadro 9). En este sentido, C5AMA53 presentó 25 unidades, cuando se comparó con C1VAR16; 35 unidades de C7ROS17 en comparación con C2GUI118; 25 unidades en C7ROS17 comparada con C3ROJ30; 24 unidades de C2GUI118 y C7ROS17 comparadas con C4NAR41; 31 unidades de C2GUI118 y C7ROS17 comparadas con C5AMA53; 25 unidades de C7ROS17 comparada con C6FUC46; 35 unidades de C2GUI118 comparada con C6FUC46.

Con respecto a las distancias mínimas entre variedades, no se tiene establecido un límite, no obstante, mientras mayor sea la distancia morfológica, habrá más elementos para considerar que una variedad es distinta (Ramírez et al., 2010). Por lo que se consideró que la distancia mínima debe ser mayor a 10 unidades, de tal manera que cuando esta suma es menor o igual a 10, se analizan los tipos de características que presentan estas diferencias y en caso de ser necesario se solicita al obtentor que proporcione características adicionales para diferenciar mejor la variedad propuesta. En este sentido, las variedades C2GUI118, C5AMA53 y C7ROS17 presentaron los mayores valores respecto a la suma total

de las distancias con respecto a las otras variedades con 152, 159 y 153 unidades de diferencia, respectivamente.

3.4. CONCLUSIONES

Derivado del empleo de la metodología tradicional de selección e hibridación se obtuvieron siete nuevas variedades de dalia denominadas C1VAR16, C2GUI118, C3ROJ30, C4NAR41, C5AMA53, C6FUC46 y C7ROS17. El ACP mostró que las poblaciones más opuestas y que se encuentran bien diferenciadas fueron la C7ROS17 y la C2GUI118. Mientras que las variedades C1VAR16, C3ROJ30 y C4NAR41 compartieron características en común, siendo el descriptor DC el que mayor contribución tiene al componente 1. Así mismo, la correlación de Pearson indicó que los descriptores NL, AL y DL mantienen una correlación positiva y contribuyen significativamente al DC, por lo que entre mayor sea el número de lígulas, ancho de lígulas y longitud de lígulas mayor será el diámetro del capítulo. De acuerdo con el análisis SISNAVA, las variedades C2GUI118, C5AMA53 y C7ROS17 presentaron los mayores valores respecto a la suma total de las distancias con respecto a las otras variedades con 152, 159 y 153 unidades de diferencia, respectivamente.

3.5. LITERATURA CITADA

- Castro-Castro, A., Zuno-Delgadillo, O., Carrasco-Ortiz M. A., Harker, M., & Rodríguez, A. (2015). Novedades en el género *Dahlia* (Asteraceae: Coreoideae) en Nueva Galicia, México. *Botanical Sciences* 93(1), 41-51. <https://dx.doi.org/10.17129/botsci.239>
- Cantor, M., Buta, E., & Hort D. (2012). *Dahlia* semicactus-from tuber to flower. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 16(2), 1-8. [https://journal-hfb.usab-tm.ro/romana/Lucrari/Volum%2016\(2\)/1Cantor Dahlia Cluj11%20-%20oral](https://journal-hfb.usab-tm.ro/romana/Lucrari/Volum%2016(2)/1Cantor%20Dahlia%20Cluj11%20-%20oral)
- Hansen, H. V. (2004). Simplified keys to four sections with 34 species in the genus *Dahlia* (Asteraceae-Coreoideae). *Nordic Journal of Botany*, 24, 549-553.
- Hasegawa, A., Kobayashi, N., Muraki, C., Takagi, T., & Koutaka, T. (2009). Effect of planting time and short-day treatment on growth and flowering of *Dahlia imperialis*. *Acta Horticulturae* (ISHS), 813, 587-592.
- Hernández-Delgado, S., Padilla-Ramírez, J. S., & Mayek-Pérez, N. (2018). Caracterización morfológica de germoplasma de guayabos de México: implicaciones en su conservación y mejoramiento genético. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(2), 1-11. <https://doi.org/10.1590/0100-29452018887>.
- Konishi, K., & Inaba, K. (1964). Studies on flowering control of *Dahlia* on optimum day-length. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 33(2), 171-180. <https://doi.org/10.2503/jjshs.33.171>
- Lara-Cortés, E., Martín-Belloso, O., Osorio-Díaz, P., Barrera-Necha, L. L., Sánchez-López, J. A., & Bautista-Baños, S. (2014). Antioxidant capacity, nutritional and functional composition of edible *Dahlia* flowers. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 20(1), 101-116. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.07.024>

- Mahawer, L., Kumar, L., Shukla, A. K., & Bairwa, H. (2010). Evaluation of *Dahlia* cultivars under Aravalli hill conditions of Udaipur. *Indian Journal of Horticulture*, 67, 234-237.
- Mejía Muñoz, J. M., Flores-Espinosa, C., Pena, G., Alvarado-Cano, M.E., Gaspar-Hernandez, R. & Reyes-Santiago, J. (2015). Interspecific hybridization between *Dahlia* dissecta and *D. Rupicola*. *Acta Horticulturae*. 1087, 321-324. doi: 10.17660/ActaHortic.2015.1087.41.
- Milicia, V. J., Rodríguez, M.F., Hagiwara, J. C., & Soto, M.S. (2021). Utilización de plantas puente en el mejoramiento del complejo Calibrachoa – Petunia. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 37(2), 136-150. <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/5233>
- Ramírez, M.E., Carballo, C. A., Santacruz, V, A., Conde, M. V., Espitia, R. E., & González, C. F. (2010). Distinción, homogeneidad y estabilidad mediante caracterización morfológica en variedades de amaranto. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(3), 335-349. Recuperado el 19 de abril de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000300005&lng=es&tlng=es
- Rivera-Espejel, E. A., Cruz-Álvarez, O., Mejía-Muñoz, J. M., García-Mateos, M. R., Colinas-León, M. T., & Martínez-Damián, M. T. (2019). Physicochemical quality, antioxidant capacity and nutritional value in tuberous roots of some wild *Dahlia* species. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 813-820. <https://doi.org/10.15835/nbha47311552>
- Saar D. E., Sorensen, P. D., & Hjerting, J. P. (2003). *Dahlia* Campanulata and *D. Cuspidata* (Asteraceae, Coreopsidae): two new species from México. *Acta Botánica Mexicana*, 64, 19-24.
- Sorensen, P. D. (1969). Revision of the genus *Dahlia* (Compositae, Heliantheae Coreopsidinae). *Rhodora*, 71, 309-365, 367-416.

Treviño de Castro, G., Mera Ovando, L. M., Bye, B. R., Mejía-Muñoz, J. M., & Laguna-Cerda, A. (2007). *Historia de la dalia (acocoxóchitl), la flor nacional de México*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

Villaseñor, J. L. (2018). Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences*, 96(2), 332-358.
<https://doi.org/10.17129/botsci.1872>

CAPÍTULO IV. ‘YARETZI’, NUEVA VARIEDAD MEXICANA DE DALIA (*Dahlia x hortorum*) PARA MACETA

YARETZI, NEW MEXICAN POT PLANT *DAHLIA* VARIETY (*Dahlia x hortorum*)

4.1. INTRODUCCIÓN

El género *Dahlia* (Asteraceae: Coreoideae) es nativo de México y Centroamérica, cuenta con un registro de 39 especies silvestres, 33 de las cuales son endémicas de la república mexicana. Asimismo, se considera que cuatro especies *Dahlia coccinea*, *Dahlia pinnata*, *Dahlia merckii* y *Dahlia imperialis* constituyen la base genética para el desarrollo de la dalia cultivada (*Dahlia x hortorum*) (Villaseñor, 2018). Las dalias se introdujeron por primera vez a Europa en el siglo XIX y luego se extendieron por todo el mundo. Es así como existen más de 50,000 cultivares registrados a nivel mundial (Castro-Castro et al., 2015). No obstante, en México, los programas de mejoramiento genético para la obtención de nuevas variedades aún son incipientes. Por lo que, de 2009 a la fecha se tiene registro apenas 24 variedades (SNICS, 2022).

La dalia una planta muy significativa para el país, pues se encuentra ligada a su cultura, historia y tradición, fue declarado símbolo de la floricultura nacional el 13 de mayo de 1963 (DOF, 1963). Además de ser muy apreciada por la belleza de sus flores, las cuales poseen una gran diversidad de formas y colores, también tienen usos medicinales y comestibles. Sin embargo, a pesar de ser una planta de origen mexicano, con una amplia aceptación en el mundo como planta de ornato, en México conocemos poco sobre su cultivo y sobre la gran diversidad de variedades cultivadas (Treviño et al., 2007). En este sentido, como resultado del programa de mejoramiento de dalia de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), se obtuvo una nueva variedad de dalia, misma que se describe a

continuación con el objeto de promover su conocimiento y potencializar su cultivo y aprovechamiento.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1. Obtención de la variedad

La variedad de dalia ‘Yaretzi’, se originó mediante polinización libre, la progenie F₁ (semilla) se estableció en 2019. En etapa de floración se seleccionaron las mejores plantas F₁ considerando los descriptores altura de planta; color y número de flores liguladas; tipo, diámetro y disposición del capítulo, así como la longitud del pedúnculo. Para el año subsecuente continuó la selección y evaluación por medio de propagación clonal (esquejes) de los mejores genotipos, seleccionando aquellos con características deseables, homogéneos y estables. En el año 2021, con base en los criterios considerados por la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales, en la guía técnica TG/226/1 (UPOV, 2006), se describió la variedad denominada Yaretzi (Figura 5), donde se consideró 57 características morfológicas, los cuales se distribuyeron en planta, hoja, tallo y capítulo, los descriptores de color se evaluaron con la carta de colores RHS (Cuadro 10).

Cuadro 10. Características distintivas de la variedad de dalia (*Dahlia x hortorum*) ‘Yaretzi’.

Variedad	Característica	Código de color y grupo
Yaretzi	Color primario	31-D orange-red group*
	Color secundario	5-A Yellow group
	Tipo de capítulo	Doble tipo margarita

*Código de colores del capítulo de acuerdo con la carta de colores RHS

4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características con mayor importancia de 'Yarezi' referidas en los descriptores varietales fueron las siguientes: es una planta de porte erecto, altura promedio de 0.89 m, tallo de color verde, con hojas predominantemente bipinnadas de color verde medio, con una textura de la superficie muy rugosa y nervadura deprimida, la forma de los folíolos son elípticas, de forma redondeada en la base, con un alto número de profundas incisiones en los bordes, pedúnculo con longitud media a larga con un valor promedio de 15.46 cm, capítulo doble tipo margarita de porte moderadamente descendente y por encima del follaje, con diámetro promedio de 11.34 cm, con 72.25 flores liguladas en promedio. Perfil de la lígula en la sección transversal en el punto medio es débilmente convexo, y torsión moderada. Las flores liguladas con dos colores. Sus usos sugeridos son como planta de maceta y como flor de corte.



Figura 5. Capítulo y lígulas de la variedad de dalia 'Yarezi'.

4.4. CONCLUSIONES

Se logró obtener 'Yarezi' una nueva variedad de dalia (*Dahlia x hortorum*) con número de inscripción DAL-018-240222 incluida en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicios Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

4.5. LITERATURA CITADA

- Castro-Castro, A., Zuno-Delgadillo, O., Carrasco-Ortiz, M. A., Harker, M., & Rodríguez, A. (2015). Novedades en el género *Dahlia* (Asteraceae: Coreoideae) en Nueva Galicia, México. *Botanical Sciences*, 93(1), 41-51. <https://dx.doi.org/10.17129/botsci.239>
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (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
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) (2022). *Catálogo Nacional de Variedades Vegetales* [en línea]. <https://www.gob.mx/snics/articulos/catalogo-nacional-de-variedades-vegetales-en-linea?idiom=es>
- Treviño de Castro, G., Mera Ovando, L. M., Bye, B. R., Mejía-Muñoz, J. M., & Laguna-Cerda, A. (2007). *Historia de la dalia (acocoxóchitl), la flor nacional de México*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) (2006). *Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad en Dahlia*. <https://www.upov.int/edocs/tgdocs/es/tg226.pdf>
- Villaseñor, J. L. (2018). Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences*, 96(2), 332-358. <https://doi.org/10.17129/botsci.1872>