



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y FITOQUÍMICA
DE DALIA VARIEDAD YARETZI [*Dahlia × hortorum* (Willd.)]

TESIS PROFESIONAL

Como requisito parcial para obtener el grado de:
MAESTRA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

Presenta:

JULENI ANTONIA LÓPEZ SANTIZ

Bajo la dirección de:

DRA. MA TERESA MARTÍNEZ DAMIÁN



APROBADA



Chapingo, Estado de México, mayo de 2024.



**DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y FITOQUÍMICA
DE DALIA VARIEDAD YARETZI [*Dahlia × hortorum* (Willd.)]**

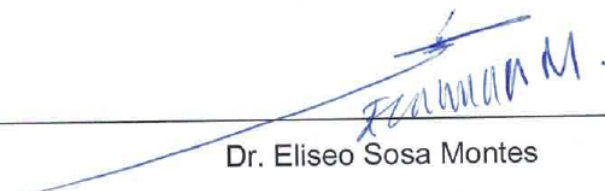
Tesis realizada por **JULENI ANTONIA LÓPEZ SANTIZ** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR: _____


Dra. Ma Teresa Martínez Damián

ASESOR: _____


Dr. Eliseo Sosa Montes

ASESOR: _____


Dra. Francisca Hernández Epigmenio

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IX
DATOS BIOGRÁFICOS	X
RESUMEN GENERAL	XI
GENERAL ABSTRACT	XII
1. INTRODCCIÓN GENERAL.....	12
1.1 Objetivo general	13
1.2 Objetivos específicos	13
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1 Origen y distribución geográfica.....	14
2.2 Clasificación taxonómica.....	15
2.3 El género <i>Dahlia</i> y su potencial ornamental	15
2.4 Importancia de la flor de dalia en México.....	16
2.5 Propiedades nutraceuticas y compuestos bioactivos.....	16
2.6 Mejoramiento genético y desarrollo de variedades	18
2.7 Posicionamiento actual del sector florícola en México	19
2.8 Importancia y valor nutricional de los tubérculos comestibles.....	20
2.9 Inulina.....	21
2.10 Estructura de la inulina.....	21
2.11 Sistemas para el análisis de los alimentos.....	22
2.11.1 El método de Van Soest.....	22
2.11.2 El sistema de análisis de Weende (análisis proximal)	22
3. LITERATURA CITADA.....	23
4. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA, FITOQUÍMICA DE FLORES LIGULADAS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL DE RAÍCES TUBEROSAS DE DALIA VARIEDAD YARETZI [<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i> (Willd.)]	31
4.1. RESUMEN	31
5. INTRODUCCIÓN	33

6. MATERIALES Y MÉTODOS	35
6.1. Material vegetal y ubicación	35
6.2. Manejo agronómico del cultivo	35
6.3. Variables evaluadas	35
6.3.1. Variables morfológicas	35
6.3.2. Variables fitoquímicas.....	37
6.3.3 Variables biofísicas	41
6.4. Análisis sensorial	41
6.5. Análisis proximal	42
6.6. Análisis de datos	47
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
7.1. Altura, diámetro del tallo basal, número de ramas y número de nudos por planta.	48
7.2. Días a floración y número de flores por planta.....	50
7.3. Número y peso fresco de raíces por planta.....	52
7.4. Diámetro del pedúnculo, diámetro del capítulo, numero de lígulas y peso fresco del capítulo.....	53
7.5. Sólidos solubles totales (SST), Acidez titulable (AT), Vitamina C (VC) y contenido de clorofila (CC).....	54
7.6. Contenido de antocianinas totales, carotenoides, fenoles totales y capacidad antioxidante.....	56
7.7. Minerales.....	61
7.8. Color.....	63
7.9. Análisis sensorial	64
7.10. Análisis proximal de raíces tuberosas de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yarezi.	65
8. CONCLUSIONES	71
9. LITERATURA CITADA.....	72

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del género <i>Dahlia</i>	15
Cuadro 2. Evaluación sensorial	42
Cuadro 3. Variables morfológicas de plantas de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi.	49
Cuadro 4. Variables morfológicas de los capítulos de flores de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi.	54
Cuadro 5. Contenido de fitoquímicos en flores de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi.	56
Cuadro 6. Contenido de fitoquímicos (compuestos bioactivos) en flores de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi.	61
Cuadro 7. Contenido de macro y microelementos en tejido vegetal de flores de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi.	63
Cuadro 8. Evaluación de color en pétalos de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi	66
Cuadro 9. Resultado análisis sensorial de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi.	64
Cuadro 10. Análisis proximal de raíces tuberosas de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi.	66
Cuadro 11. Análisis proximal y contenido de inulina de raíces tuberosas de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi.	69
Cuadro 12. Análisis proximal de raíces tuberosas de dalia (<i>Dahlia</i> × <i>hortorum</i>) variedad Yaretzi.	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	a) Planta adulta b) tallo c) capítulo floral de la variedad Yaretzi (<i>Dahlia × hortorum</i>).	50
Figura 2.	Días a floración de dalia (<i>Dahlia × hortorum</i>) variedad Yaretzi.....	51
Figura 3.	Número de flores por planta de dalia (<i>Dahlia × hortorum</i>) variedad Yaretzi.	51
Figura 4.	Número de raíces por planta de dalia (<i>Dahlia × hortorum</i>) variedad Yaretzi.	52
Figura 5.	Raíces tuberosas de dalia variedad Yaretzi (<i>Dahlia × hortorum</i>).	53

DEDICATORIA

A la vida de aquella niña que esta persona adulta fue.

Gracias, por tanto...

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por la beca otorgada, para realizar los estudios de Maestría.

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), por la oportunidad para continuar con mi formación profesional, en especial a las autoridades y docentes del Departamento de Fitotecnia por contribuir a la misma.

A la Dra. Ma Teresa Martínez Damián, por permitirme formar parte de su equipo de trabajo, por la dirección, guía y seguimiento de la tesis.

Al Dr. Eliseo Sosa Montes, por su colaboración en la revisión de este trabajo, por la orientación y las facilidades durante el desarrollo de la investigación en el trabajo de laboratorio.

A la Dra. Francisca Hernández Epigmenio, por su colaboración en la revisión de este trabajo, por el apoyo y las sugerencias durante el desarrollo de la investigación en el trabajo de campo.

Al M.C. José Merced Mejía Muñoz, por las facilidades en el trabajo de campo.

A la Lic. Itzel Nayelli Silvestre González (Laboratorio de Fisiología de Frutales del Departamento de Fitotecnia), al Ing. Benito Bello Olivera y a la Laboratorista Eva Irma Ponce Herrera (Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Zootecnia) por la disposición y orientación brindada para realizar los análisis en laboratorio.

A los amigos del corazón, los de siempre, los de toda la vida. Y a mí refugio de paz, de amor y de fortaleza, mi familia.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Juleni Antonia López Santiz.

Fecha de nacimiento: 03 de enero de 1992.

Lugar de nacimiento: Comitán de Domínguez

Estado de Chiapas, México.

CURP: LOSJ920103MCSPNL09.

Profesión: Ingeniera Agrícola Sustentable.



Desarrollo académico

Bachillerato: Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 108 (CBTis 108).

Licenciatura: Tecnológico Nacional de México (TecNM) campus Comitán.

Maestría: Universidad Autónoma Chapingo (UACH).

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y FITOQUÍMICA DE DALIA VARIEDAD YARETZI [*Dahlia × hortorum* (Willd.)]

RESUMEN GENERAL

México es el centro de la diversidad biológica del género *Dahlia* (Asteraceae), una flor profundamente entrelazada con su cultura, historia y tradición. Posee importantes características florales que la han llevado a posicionarse alrededor del mundo como una flor ornamental de alto valor económico. Diversos estudios subrayan que, las raíces tuberosas y las flores liguladas de variedades selectas, son ricas reservas de carbohidratos, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos, antocianinas, vitaminas y minerales, lo que contribuye a su importante actividad biológica y a sus beneficios para la salud. El objetivo de esta investigación fue describir la variedad Yaretzi (*Dahlia × hortorum*) con base a la composición proximal de sus raíces tuberosas, los componentes fitoquímicos de sus flores liguladas y algunas variables morfológicas durante su ciclo de cultivo. Para las variables morfológicas, el material vegetal consistió en 30 flores de dalia variedad Yaretzi, provenientes de camotes resguardados en el año 2022. De las mismas flores, se utilizaron 300 g de muestra húmeda, para determinar los componentes fitoquímicos y para la descripción proximal de las raíces tuberosas, se emplearon 500 g de tubérculos. Destaca, su abundante floración, el diámetro del capítulo y el diámetro del tallo, que son atributos de calidad, adecuados para producción comercial. Las flores liguladas exhiben notables concentraciones de ácidos orgánicos y fenoles, mientras que las raíces muestran la presencia de proteínas, carbohidratos, lípidos e inulina.

Palabras clave: Raíces tuberosas, flores liguladas, diámetro del capítulo, floración, inulina.

Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo
Autor: Juleni Antonia López Santiz
Director de tesis: Ma Teresa Martínez Damián

GENERAL ABSTRACT

MORPHOLOGICAL AND PHYTOCHEMICAL DESCRIPTION OF DALIA VARIETY YARETZI [*Dahlia × hortorum* (Willd.)]

México serves the center of biological diversity within the *Dahlia* genus (Asteraceae), a flower deeply intertwined with its culture, history, and tradition. It has important floral characteristics that have led it to be positioned around the world as an ornamental flower of high economic value. Various studies underscore, the tuberous roots and ligulate flowers of select varieties as rich reservoirs of carbohydrates, organic acids, phenolic compounds, anthocyanins, vitamins, and minerals, contributing to their substantial biological activity and health benefits. The aim of this research was to describe the variety Yaretzi (*Dahlia × hortorum*) based on the proximal composition of its tuberous roots, the phytochemical components of its ligulate flowers and some morphological variables during its growing cycle. For the morphological variables, the plant material consisted of 30 flowers of dahlia variety Yaretzi, from tubers in the year 2022. From the same flowers, 300 g of wet sample were used to determine the phytochemical components and for the proximal description of the tuberous roots, 500 g of tubers were used. Its abundant flowering, the diameter of the flower head and the diameter of the stem are quality attributes suitable for commercial production. Ligulate flowers exhibit notable concentrations of organic acids and phenols, while the roots showcase the presence of proteins, carbohydrates, lipids, and inulin.

Key words: Tuberous roots, ligulate flowers, flower head diameter, flowering, inulin.

Thesis in Horticultural Sciences, Universidad Autónoma Chapingo

Author: Juleni Antonia López Santiz

Advisor: Dra. Ma Teresa Martínez Damián.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La industria de la floricultura a nivel mundial es una actividad importante, que basa su desarrollo con nuevos cultivares de mayor calidad y nuevas características, las flores de corte representan aproximadamente la mitad del mercado de productos hortícolas, siendo los países desarrollados responsables de más del 90 % del consumo. México es un país con una biodiversidad de más de 22,000 especies de plantas, de las cuales más de 4,000 tienen características de uso ornamental, alimenticio o ambas (Jiménez-Mariña, 2020; Mejía-Muñoz et al., 2020). De las especies ornamentales, existen varias que sobresalen por su valor de venta, superficie cultivable, volumen de producción, demanda en el mercado (nacional e internacional) y preferencias del consumidor (Ku et al., 2023). Tal es el caso de la dalia, una flor muy apreciada, pues está ligada a su cultura, historia y tradición. Desde tiempos prehispánicos muchas especies, además de su uso ornamental, ofrecen la posibilidad de aprovechar sus órganos (raíces y flores liguladas) en la medicina o como fuente de alimento. Los tubérculos de varias especies se usan para disminuir los niveles de triglicéridos, azúcar en la sangre y regular la presión sanguínea, debido a la gran cantidad de inulina que presentan, la cual tiene propiedades prebióticas, las lígulas (pétalos) de sus flores, tienen una larga historia de consumo y se ha redescubierto su uso como ingrediente o acompañamiento de diversos platillos, para preparar ensaladas, salsas, cremas, aguas frescas y diversos postres (Redonda-Martínez & Zavala, 2021). En diversas investigaciones, se ha informado que las raíces y las flores liguladas de dalias cultivadas y silvestres, son una fuente importante de carbohidratos, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos y carotenoides con propiedades antioxidantes, antocianinas, fibra, proteína, minerales y vitaminas, que, al consumirlos, resultan beneficiosos para la salud humana, por lo que se considera como un alimento funcional (Espejel et al., 2019; Lara-Cortés et al., 2014). Actualmente, la dalia es muy utilizada con fines económicos; en paisajismo, en la floristería como flor de corte, para la industria farmacéutica, cosmética, alimentaria y como materia prima para la extracción de colorantes (Moldovan et al., 2017).

Contar con información sobre la composición fitoquímica y nutricional, de las distintas especies de flores, particularmente las dalias, permite evaluar la presencia de estos

compuestos bioactivos y popularizar el consumo de flores comestibles, basado en una alimentación saludable y culturalmente relevante. Por otra parte, cuando no se dispone de información sobre la especie de interés, al revalorizar estos constituyentes químicos y características florales que la distinguen, se destaca a la variedad contribuyendo a su conservación y a su valor agregado en el mercado, con el objetivo de potencializar el cultivo, y aprovechamiento como alternativa, no solo para fines ornamentales sino comerciales, alimenticios y medicinales, que conlleve a tener un potencial económicamente significativo para los productores que se dedican a este cultivo.

1.1 Objetivo general

Describir la variedad Yaretzi (*Dahlia × hortorum*) con base a la composición proximal de sus raíces tuberosas, los componentes fitoquímicos de sus flores liguladas y algunas variables morfológicas durante su ciclo de cultivo.

1.2 Objetivos específicos

Describir la variedad Yaretzi (*Dahlia × hortorum*), con base a distintas variables morfológicas y fitoquímicas.

Describir la composición proximal de raíces tuberosas, de dalia variedad Yaretzi (*Dahlia × hortorum*).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen y distribución geográfica

El género *Dahlia* es nativo de Mesoamérica, principalmente en las altas llanuras de México, también se pueden encontrar algunas especies en Guatemala, Honduras, Nicaragua, El Salvador y Costa Rica (probablemente introducidas por los toltecas o sus antepasados), así como partes de América del Sur donde se introdujo (The National Dahlia Society, 2021). México es el centro de la diversidad biológica del género *Dahlia* (Asteraceae: Coreoideae) y aun crecen las especies silvestres (*D. coccinea*, *D. pinnata*, *D. merckii* y *D. imperialis*) que dieron origen a las variedades cultivadas que conocemos actualmente, de las cuales existen más de 50,000 en el mundo y de las 38 especies silvestres que se conocen en México, 35 son endémicas, lo que significa, que su hábitat se limita únicamente a este lugar (INECOL, 2023). En lengua náhuatl se conoce como “aztlaxochitl” o “acocoxochitl”, mientras que, en la mayoría de los países, se denomina dalia, excepto en Rusia, donde es conocida como georgina, y fueron los españoles quienes introdujeron esta flor al continente europeo (Redonda-Martínez & Zavala, 2021). Desde el momento que fue introducida a Europa, el botánico sueco Andreas Dahl, alumno de Linneo, mostró un gran interés en investigar esta especie, identificándola con el nombre de *Dahlia* spp., el género al que pertenece (Campos et al., 2013). *Dahlia* presenta una amplia distribución geográfica, abarcando casi todos los estados mexicanos, con excepción de Baja California, Baja California Sur, Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán. *Dahlia* crece en diversas regiones de México, desde la Zona de Transición Mexicana hasta la Cuenca del Balsas, la Costa Pacífica, el Desierto Chihuahuense, Tamaulipas y Veracruz. Dentro de estas áreas, se puede encontrar especies como *D. coccinea* y *D. sherffii* en la parte norte de la Sierra Madre Occidental, mientras que *D. tubulata* se encuentra en la Sierra Madre Oriental y especies como *D. australis*, *D. imperialis* y *D. purpusii* se distribuyen en regiones más meridionales, además, *Dahlia australis*, *D. imperialis* y *D. coccinea*, se extienden también hacia América Central y Colombia (Carrasco-Ortiz et al., 2019). La Sierra Madre del Sur, alberga la mayor diversidad de especies de *Dahlia*, su compleja historia geológica y fisiográfica, junto con las variaciones climáticas, han favorecido la diversidad biológica, pues se

estima que esta región, concentra aproximadamente el 30 % de la biodiversidad total de México (Santiago-Alvarado et al., 2016).

2.2 Clasificación taxonómica

Según estudios taxonómicos y filogenéticos, el género *Dahlia* (*Dahlia* spp.) se divide en cuatro secciones de acuerdo con su hábito de crecimiento y la disposición de las pinnas en sus hojas compuestas; Sección 1: *Dahlia*, Sección 2: *Enthemophyllon*, Sección 3: *Pseudodendron* y Sección 4: *Epiphytum* (Sorensen, 1969).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del género *Dahlia*.

Reino	Plantae	Orden	Asterales
Subreino	Traqueobionta	Familia	Asteraceae
División	Magnoliophyta	Subfamilia	Asteroideae
Clase	Magnoliopsida	Tribu	Heliantheae
Subclase	Asteridae	Género	<i>Dahlia</i> Cav

Fuente: Treviño de Castro et al., 2007.

2.3 El género *Dahlia* y su potencial ornamental

Las plantas ornamentales se utilizan con propósitos decorativos y culturales. El potencial es definido por características o valores estéticos que presentan las especies (Nicolás et al., 2021). La diversidad de formas, tamaños, aromas y colores de las flores son atributos que contribuyen a su buen posicionamiento como elementos de alto valor ornamental, ya que constituyen, cerca de la mitad del mercado de los productos hortícolas, donde los países desarrollados consumen más del 90 % (Jiménez-Mariña, 2020; Pinakin et al., 2019). La dalia, posee características muy particulares que la colocan en el extranjero como una de las flores más bellas, provocando una mayor demanda en el mercado (Borja-González, 2022; Jiménez-Mariña, 2015). Se considera, una de las plantas de jardín más importantes, por su multitud de colores, gran variación de tamaños (desde la miniatura, de menos de 2.5 cm de diámetro, hasta la gigante, de más de 40 cm), formas

atractivas, multitud de formas, profusión de floración y es una planta de fácil cultivo en campo abierto, que no requiere de alta tecnología (Hegde et al., 2022; Mejía-Muñoz et al., 2020).

Algunas flores, no son tan apreciadas por su aspecto decorativo, pero, poseen un gran potencial para ser usadas por sus componentes activos en la medicina y en la alimentación (Pinakin et al., 2020). En el caso de algunas especies de dalia, además de su valor ornamental, son fuente de alimentos y medicinas, sus raíces tuberosas tienen un alto contenido de carbohidratos, como inulina y fibra, proteínas, vitaminas, minerales y compuestos bioactivos que pueden beneficiar la salud humana (Ciobanu et al., 2016; Lara-Cortés et al., 2014; Rivera-Espejel et al., 2019).

2.4 Importancia de la flor de dalia en México

La importancia de las flores en la cultura mexicana actual se hace evidente por la versatilidad de su uso en ceremonias religiosas, textiles, prendas de vestir, y bebidas (Pires et al., 2018). Desde tiempos prehispánicos la flor de dalia tenía propósitos ornamentales, alimenticios, medicinales, ceremoniales y como forraje para animales. En la actualidad, la dalia se emplea principalmente como ornamental, mientras se fomenta su uso destacando sus beneficios medicinales y alimenticios (Heredia-Hernández & Baltazar-Bernal, 2017). En el año 2007, el Comité Directivo de la Asociación Mexicana de la *Dahlia*, instauró el 4 de agosto como Día Nacional de la Dalia, con el propósito de promover su cultivo e incentivar la producción de esta flor, la cual fue designada en 1963 como flor nacional de México y símbolo de la horticultura nacional (SIAP, 2022).

2.5 Propiedades nutracéuticas y compuestos bioactivos

En la última década, los estudios sobre flores comestibles se han centrado en su renovada popularidad, los datos científicos están dirigidos principalmente en su composición química, pero también en su evaluación como fuente de fitonutrientes, antioxidantes y propiedades antimicrobianas, con un efecto saludable demostrado (antibacterianas, antiproliferativas, antiobesidad, hipoglucémicas, hepatoprotectoras y

antiinflamatorias) (Petrova et al., 2020; Pensamiento-Niño et al., 2021). Diversos autores han indicado que en algunas variedades de dalia (*Dahlia* spp.) se tiene conocimiento de su consumo como alimento con propiedades nutricionales y funcionales, en especial las flores color púrpura, que resultan ser fuente importante de compuestos con actividad biológica, como la antioxidante y se cree que contiene ciertas vitaminas y fitoquímicos beneficiosos para la salud, por lo que pudieran ser un alimento funcional (Lara-Cortés et al., 2016). Por ejemplo, el extracto de pétalos de las flores de *Dahlia pinnata* como una nueva opción de tratamiento para la diabetes tipo 2, potencialmente dirigida a la regulación central de la homeostasis de la glucosa como causa fundamental de la enfermedad (Borja-González, 2022). También se ha encontrado la presencia de vitaminas, minerales, carbohidratos, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos, carotenoides, flavonoides y antocianinas, en flores de algunas especies silvestres y variedades de dalia, con posibles efectos positivos para la salud humana, al ser consumidos en fresco o mínimamente procesados (Albán et al., 2018; Granados-Balbuena et al., 2022; Martínez-Damián et al., 2021). Además de las propiedades nutrimentales, vitaminas y minerales, conviene destacar que, el mayor componente de las flores es agua (más del 80 % de su composición) son ingredientes con bajo contenido calórico, ya que no son fuentes significativas de carbohidratos, proteínas ni grasas. El componente principal más destacado de las flores comestibles es su contenido mineral, especialmente de fósforo y potasio. El potasio, fósforo, calcio y magnesio son los principales minerales presentes, destacándose niveles superiores de potasio en comparación con el calcio (Albán et al., 2018; Grzeszczuk & Wesołowska, 2018; Lara-Cortés 2013). La concentración de nutrientes varía según la parte de la flor, los pétalos y otras partes de las flores son más ricos en vitaminas, minerales y antioxidantes (Fernández et al., 2017). Los pétalos suelen emplearse en frescos (en ensaladas de verduras, frutas y bebidas) o cubiertos de azúcar para decorar postres, así como cocinados en sopas, guisos, pastas y postres horneados; donde se suelen combinar con los tubérculos (Díaz López, 2017). Así, su principal uso se enfoca en las características de apariencia, sabor y aroma que puedan aportar al alimento (Lara-Cortés et al., 2013). A pesar de los numerosos estudios sobre flores frescas comestibles, su uso en culinaria es limitado por diversas razones: accesibilidad y estacionalidad, seguridad y percepción

del consumidor y preservación del valor biológico durante el procesado tecnológico de las flores (Petrova et al., 2020).

2.6 Mejoramiento genético y desarrollo de variedades

Muchos objetivos de los programas de mejoramiento genético buscan lograr cambios morfológicos e inducir resistencia contra enfermedades, plagas y condiciones ambientales adversas, entre otras características agronómicas destacadas (Hernández-Muñoz et al., 2019). Los esfuerzos en programas de mejora e investigación de nuevos cultivos ornamentales a nivel mundial, se centran en tres aspectos principales: en primer lugar, explorar variantes innovadoras en especies ornamentales reconocidas, con el fin de descubrir nuevas formas y colores; en segundo lugar, investigar posibles aplicaciones adicionales para especies ya establecidas, como investigar si una planta utilizada comúnmente en maceta podría ser adecuada como flor de corte; y en tercer lugar, estudiar especies menos conocidas que carecen de información suficiente o no han sido bien investigadas hasta el momento. En México dentro de la primera área se encuentran las dalias (*Dahlia pinnata* Cav.), el cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) y la nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) (Pérez-Nicolás et al., 2020). No obstante, la implementación de programas de mejoramiento genético de especies cultivadas por parte de entidades gubernamentales es limitada. Este panorama ha llevado a que, empresas privadas, en su mayoría extranjeras, ejerzan un dominio en el mercado de semillas y material vegetativo (Canul-Ku et al., 2022). La colaboración de los centros de investigación y las universidades nacionales ha tenido una contribución muy limitada, lo cual se refleja en la cantidad de variedades, como en aquellas que cuentan con un título de obtentor (TO) (Ku et al., 2023). La gran mayoría de variedades empleadas en la producción comercial de dalia son importadas y de acuerdo con los datos oficiales presentados por el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas solo se tiene registro de 24 variedades (Martínez-Damián et al., 2023). Respecto a la dalia, el primer cultivar registrado en México se denominó 'Cielo de Miriam' y se obtuvo en la Universidad Autónoma Chapingo por hibridación entre dos especies de la sección Pseudodendro; *Dahlia excelsa* × *Dahlia tenuicaulis* y corresponde a una flor de tipo anémona, porte arbustivo para jardín. Por el

mismo método se han realizado cruces entre *Dahlia excelsa* × *Dahlia imperialis*; *Dahlia dissecta* × *Dahlia rupicola*; *Dahlia coccinea* × *Dahlia sherfii* y *Dahlia sherfii* × *Dahlia coccinea* (Mejía-Muñoz et al., 2015). La diversidad genética es importante, pues el éxito en la selección de nuevos tipos depende de la extensión de la variabilidad genética, la heredabilidad, el avance y la divergencia genética, que es un requisito previo para iniciar un programa adecuado en dalia (Hegde et al., 2022).

2.7 Posicionamiento actual del sector florícola en México

Existen ciertas implicaciones desfavorables para este sector, dado que el comercio internacional de la floricultura mexicana es poco relevante en el mercado internacional ya que está concentrado en Estados Unidos (Ramírez & Avitia-Rodríguez, 2017). El mercado global de la floricultura exhibe una amplia gama de participantes, ya sea como proveedores o compradores, sin embargo, es un mercado relativamente concentrado, donde México, no figura entre los primeros exportadores mundiales y representa cada vez menos exportaciones, es decir ha perdido competitividad, pues cubre menos mercado con tendencia a ser menor y se aleja de poder consolidar una posición sólida (Ramírez, 2018). Entre los estados productores se encuentra Puebla, Morelos, Ciudad de México, Jalisco y el Estado de México, siendo este último, el estado donde se concentra el 90 % de la producción de flores, pues se la ha considerado como más rentable respecto de cultivos tradicionales como el maíz, frijol o papa, y es el único con capacidad exportadora en Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, donde encuentra sus principales mercados. Alrededor del 10 al 20 % de la producción nacional se destina a la exportación, principalmente flores cortadas, y se importan insumos vegetativos (esquejes, semillas, bulbos) para la producción florícola nacional (Ramírez & Torres, 2021; SIAP, 2022).

El 2020 ha significado un punto de inflexión, a causa de la situación extraordinaria del sector, caracterizada por una notable disminución en la demanda y un significativo deterioro en la oferta, debido a que, la floricultura, al ofrecer productos que no se consideran esenciales o básicos, a diferencia de los alimentos, desde el inicio de la pandemia de COVID-19, el sector entró en una situación de incertidumbre y actualmente

las importaciones están creciendo, esto provoca un mayor déficit comercial y ocasiona que México no mejore su posición (Ramírez & Torres, 2021). Las flores no representan un producto clave en las exportaciones de México, pero poseen un potencial productivo muy grande, ocupa el tercer lugar a nivel mundial en superficie destinada al cultivo de plantas ornamentales. Hasta el 2020, las flores de mayor producción fueron, crisantemo con más de 11 millones de gruesas, rosa más de 8 millones de gruesas y gladiola con más de 5 millones de gruesas. La adopción de métodos de cultivo más eficientes contribuirá a mantener una oferta constante y en crecimiento, lo que resaltará en la evolución del sector hacia una industria más dinámica y productiva (Gaitán et al., 2021; Ramírez, 2018; SIAP, 2022).

2.8 Importancia y valor nutricional de los tubérculos comestibles

En las raíces tuberosas de dalia se concentra un alto contenido de carbohidratos, fibra, proteína y minerales (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , P y Zn^{2+}) que son nutrientes esenciales en el funcionamiento del cuerpo humano, así como vitaminas (B2, B6, B7 y E) importantes para el metabolismo energético y otras funciones biológicas (Hernández-Epigmenio, 2022). Los tubérculos, representan entre 40 y 50 % de la biomasa total de la planta, contienen 15 a 40 % de azúcares simples (fructosa, sacarosa y glucosa), pero se caracteriza por la presencia de azúcares más complejos, conocidos como fructooligosacáridos (FOS) u oligofructanos (40 y 70 % respetivamente), entre los que se destaca la inulina (polisacárido) por ser un compuesto dulce, no tóxico y no digerible para los monogástricos, razón por la cual se recomienda su consumo para las personas diabéticas, debido a que la inulina no eleva significativamente los niveles de azúcar en la sangre y puede ser una alternativa de bajo índice glucémico a otros carbohidratos (Lopera-Marín et al., 2020). La inulina, se encuentra en familias de monocotiledóneas y dicotiledóneas, principalmente en las pertenecientes a las *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Asparagus*, *Liliaceae* y *Amaryllidaceae* (Ciobanu et al., 2016). Hoy en día, se cultiva en muchas zonas rurales, con el propósito de obtener té a partir de fragmentos de la raíz de la dalia, ya que puede ser consumido por personas con diabetes (Castro-Castro et al., 2015; Costa-Silva et al., 2020).

2.9 Inulina

La inulina es un carbohidrato de almacenamiento presente en muchas plantas, vegetales, frutas y cereales, químicamente es un polímero de fructosa con enlaces glucósidos. Se ha identificado que la inulina, los oligosacáridos, la lactulosa, la maltodextrina, el manitol, la rafinosa y el sorbitol poseen características prebióticas, que se encuentran en más de 36,000 especies vegetales, donde destacan los tubérculos de achicoria (*Cichorium intybus*), yacón (*Polymnia sonchifolia*), alcachofa de Jerusalén (*Helianthus tuberosus*) y dalia (*Dahlia pinnata*), también en el ajo, la cebolla, el espárrago, el puerro, el plátano, la jícama, el agave y en algunos cereales (trigo, maíz) (Hernández-Sánchez et al., 2022; Rahim et al., 2021). Los compuestos de grado alimentario contienen sacáridos con diversos grados de polimerización, el grado de polimerización en una gran parte de la inulina es cercano a 14. Estos polisacáridos se preparan de tres formas diferentes; síntesis microbiológica, síntesis enzimática, extracción e hidrólisis enzimática de polisacáridos y la mayoría de los oligosacáridos prebióticos están ampliamente disponibles en el mercado y se fabrican a escala industrial (Scoott et al., 2020).

2.10 Estructura de la inulina

Después del almidón, los fructanos son los polisacáridos no estructurales más abundantes en la naturaleza, presentes en muchas especies de plantas, hongos y bacterias, las moléculas fructosil de las cadenas principales de fructanos de tipo inulina y de tipo levano están conectadas por enlaces glucosídicos β - (2, 1) y β - (2, 6), respectivamente (entre el carbono 2 de una fructosa y el carbono 1 de la siguiente) y hay una glucosa en el extremo no reductor de la cadena (Srikanth et al., 2015). La mayor parte de las inulinas son lineales y de forma esporádica, pequeñas cantidades de inulinas vegetales y microbianas tienen ramificaciones conectadas por enlaces β - (2, 6) y según la diferenciación basada en grado de polimerización (GP), el fructano tipo inulina se puede dividir en fructooligosacáridos ($GP \leq 10$) e inulina ($GP > 10$) (Hernández-Sánchez et al., 2022).

2.11 Sistemas para el análisis de los alimentos

2.11.1 El método de Van Soest

Este método, se basa en el uso de detergentes, para fraccionar adecuadamente la fibra de los forrajes conservando la lignina. Estos procedimientos incluyen la determinación de sólidos totales, sólidos volátiles y cenizas, el contenido de proteína, azúcares y sus productos de degradación, el análisis de carbohidratos y lignina (Jaimes et al., 2018).

En la fibra detergente neutro (FDN) hacen parte la hemicelulosa, celulosa, lignina y otros componentes (combinaciones de nitrógeno con hemicelulosas y lignina con celulosa, proteína y otros), en la fibra detergente acida (FDA) sus principales constituyentes son los mismos que para la FDN, excepto la hemicelulosa y el residuo en el detergente ácido corresponde a la fracción menos digerible, por lo que puede ser adecuado, como procedimiento previo a la determinación de la lignina (Jaimes et al., 2018). Con el tiempo, la determinación de FDN, se ha constituido en el método más utilizado y recomendado para estimar el contenido de las paredes celulares de los alimentos para animales (Jaimes et al., 2018).

2.11.2 El sistema de análisis de Weende (análisis proximal)

Es un procedimiento gravimétrico en el cual se somete una muestra secuencialmente a la acción de una base diluida (NaOH), seguida por ácido diluido (H₂SO₄). Sin embargo, se han realizado modificaciones en los últimos años, algunas de las cuales incluyen invertir el orden de aplicación comenzando con el ácido y luego con la base (Espinosa-Negrín et al., 2022). Utilizando este método, se logra realizar la evaluación analítica del contenido de agua (humedad), las cenizas, las grasas totales (extracción con éter), proteínas, fibra cruda y el extracto libre de nitrógeno (ELN) que en su mayoría comprende azúcares y almidones (Espinosa-Negrín et al., 2022). Este cálculo se basa en la diferencia en lugar de realizar mediciones mediante análisis directos (Greenfield & Southgate, 2006).

3. LITERATURA CITADA

- Albán, M. S., Echavarría, A. P., & Domínguez, L. D. (2018). Nutritional composition and functional properties of edible flowers. *Saber*, 30, 498-507. <https://www.researchgate.net/publication/368472825>
- Borja, G., D. G., Escalera, A., E. M., Herrera, M., A. V., Morales, C., G., & Ortiz, S., A. D. (2022). Optimización a metodología in vitro para la especie *Dahlia pinnata* aplicada dentro de las instalaciones del IDIT. Universidad Iberoamericana Puebla, 12183-B. <https://hdl.handle.net/20.500.11777/5528>
- Ciobanu, I., Cantor, M., Stefan, R., Erzsebet, B., Magyari, K., & Monica, B. (2016). The influence of storage conditions on the biochemical composition and morphology of dalia tubers. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca*, 44(2), 459-465. <https://doi.org/10.15835/nbha44210436>
- Castro, C. A., Zuno, D. O., Carrasco, O., 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://doi.org/10.17129/botsci.239>
- Costa, S., E. H., Torquato, T. A., Alves, F. T., Pascual, R., I. D., Guimarães, A., F. Q., & Rodrigues-do, N. I. (2020). Doses and number of applications of ethephon in sex reversal of zucchini squash flowers. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 26(1), 5-14. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2019.06.011>.
- Canul, K. J., García, P. F., Barrios, B., E. J., & Rangel, E., S. E. (2022). Nueva variedad mexicana de nochebuena denominada Victoria. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 749-754. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2331>
- Campos, M. F., Cotrina, L., & Guzmán, B. R. (2013). Extracción y caracterización de la inulina presente en los tubérculos de la *Dahlia* spp. *RIIGEO*, 16(31), 81-85.

- Carrasco-Ortiz, M., Munguía-Lino, G., Castro-Castro, A., Vargas-Amado, G., Harker, M., & Rodríguez, A. (2019). Riqueza, distribución geográfica y estado de conservación del género *Dahlia* (Asteraceae) en México. *Acta Botánica Mexicana*, (126), 1-24. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1354>
- Díaz López, K. A. (2017). *Usos gastronómicos de la planta Dalia (Dahlia spp.)* [Doctoral dissertation, Facultad en Ciencias de la Nutrición y Alimentos, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas]. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/40>
- Espejel E., A. R., Alvarez C., O., Muñoz M., J. M., Mateos G., M. del R., León C., M. T. B. & Damián M., Ma. T. (2019). 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>
- Espinosa, N., A. M., López, G., L. M., & Casdelo, G., N. L. (2022). Pretratamientos aplicados a biomásas lignocelulósicas: una revisión de los principales métodos analíticos utilizados para su evaluación. *Revista Cubana de Química*, 34(1), 87-110.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2017). Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.03.017>
- Granados, B., S. Y., Santacruz, J. E., Canseco, G., D., Aztatzi, R. L., Sánchez, M. L., Ramírez, L. C., & Ocaranza, S. E. (2022). Identification of anthocyanic profile and determination of antioxidant activity of *Dahlia pinnata* petals: A potential source of anthocyanins. *Journal of Food Science*, 87(3), 957-967. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16072>

- Greenfield, H., & Southgate, D., A. T. (2006) Datos de composición de los alimentos. Roma, Italia (2nd ed.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura* (FAO). <https://openknowledge.fao.org/home>
- Grzeszczuk, M., & Wesołowska, A. (2018). Composition of essential oils and some antioxidants in flowers of three *Chrysanthemum* cultivars. *Journal of Elementology*, 23(4). <https://doi.org/10.5601/jelem.2018.23.1.1543>
- Gaitán, C., E. L., Gómez, A., A. G., & Mendoza, N. H. (2021). Análisis del acuerdo de asociación entre México y la Unión Europea y su impacto en la exportación de flores de 2001 a 2018. *Revista de Geografía Agrícola*, (66), 167-197. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2021.66.08>
- Hernández, M. S., Pedraza, S., M. E., López, P. A., Gómez, S., J. M., & Morales, G., J. L. (2019). Mutagenesis in the improvement of ornamental plants. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 25(3), 151-167. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2018.12.022>
- Hernández, E. F., García, M., M. D. R., Sosa, M. E., Mejía, M., J. M., Fernández, P., Y. L., Cruz, A. O., & Martínez, D., M. T. (2022). Phenolic profile and nutritional value of *Dahlia x hortorum* flowers. *Revista Chapingo Serie horticultura*, 28(3), 161-174. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2022.03.004>
- Hernández, S. D., Rico, L. S., Sánchez, S. P., Ayala, M., M. A., Crosby, G., M. M., & López, G., S. J. (2022). Inulin: its use as a prebiotic in ruminant nutrition. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3), 1-14.
- Heredia, H. D., & Baltazar, B. O. (2017). Producción y comercialización de *Dahlia variabilis* cav. en maceta en las altas montañas de Veracruz, México. *AgroProductividad*, 10(6), 84-90.

- Hegde, B. N., Shirol, A. M., & Harshavardhan, M. (2022). Performance of dahlia (*Dahlia variabilis* L.) genotypes for floral and yield attributes. *The Pharma Innovation Journal*, 11(3), 950–952. <https://doi.org/10.22271/tpi.2022.v11.i3m.11395>
- Jiménez, M. L. (2015). El cultivo de la Dalia. *Cultivos Tropicales*, 36(1), 107-115. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193237111014>
- Jaimes, L. J., Giraldo, A. M., & Correa, H. J. (2018). De Parmentier a Van Soest y más allá: un análisis histórico del concepto y métodos de determinación de la fibra en alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural Development*, 30(7), 1-9. <http://www.lrrd.org/lrrd30/7/hjco30126.html.F>
- Jiménez, M. L. (2020). Metodología de propagación in vitro de *Dahlia* sp. *Avances*, 22(3), 406-422.
- Kumari, P., & Bhargava, B. (2021). Phytochemicals from edible flowers: Opening a new arena for healthy lifestyle. *Journal of Functional Foods*, (78), 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104375>
- Ku, J. C., Pérez, F. G., Gómez, E., J. B., Estrada, S., E. R., & Hernández, M., E. (2023). Mejoramiento genético de nochebuena en México: logros y contribuciones por el INIFAP. *Brazilian Journal of Development*, 9(8), 23575–23594. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n8-032>
- Lara, C. E., Martín, B. O., Osorio, D. P., Barrera, N., L. L., Sánchez, L., J. A., & Bautista, B. S. (2014). Actividad antioxidante, composición nutrimental y funcional de flores comestibles de dalia. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 20(1), 101-116. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.07.024>
- Lopera, M., J. J., Angulo, A. J., Murgueitio, R. E., & Mahecha, L. L. (2020). Producción de tubérculos y biomasa aérea del yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.

(*Asteraceae*), para alimentación animal en el trópico alto colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 32(8), 1-6.
<http://www.lrrd.org/lrrd32/8/jjlop32135.html>

Lara, C. E., Troncoso, R. R., Hernández, L. M., & Bautista, B. S. (2016). Evaluation of the antimicrobial activity of cinnamaldehyde in the preservation of edible dahlia flowers, under different storage conditions. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 22(3), 177-189. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.02.002>

Mejía M., J. M., De Luna G., I., Jiménez R., E. F., Sosa M., E., Flores E., C., Treviño C. G., & Reyes S., J. (2020). Research on dahlia, the national flower of México. *Acta Horticulturae*, (1288), 103-108. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1288.15>

Moldovan, I., Szekely, V. Z., & Cantor, M. (2017). Dahlia an unforgettable flower a new perspective for therapeutic medicine. *Hop and Medicinal Plants*, 25 (1–2), 56-68.

Martínez D., M. T., Mejía M., J. M., Colinas L., M. T., Hernández E., F., & Cruz A., 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>

Martínez D., M. T., Mejía M., J. M., Hernández E., F., & Cruz A., O. (2023). Yaretzi: una variedad de dalia generada en México para su cultivo en maceta o como flor de corte. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica* 11(62), 89-96.

Mejía M., J. M., Flores E. C., Peña O., G., Alvarado C., M.E., Gaspar H., R., & Reyes S., J. (2015). Interspecific hybridization between *Dahlia dissecta* and *Dahlia rupicola*. *Acta Horticulturae*, (1087), 321-324. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1087.41>

- Nicolás M., L. P., Colinas L., M. T., Tejacal, I. A., & Peña O., M. G. (2021). Fenología y potencial ornamental de *Euphorbia fulgens* Karw. ex Klotzsch en México. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.30973/aap/2021.7.0071016>
- Pinakin, D. J., Kumar, V., Suri, S., Sharma, R., & Kaushal, M. (2020). Nutraceutical potential of tree flowers: A comprehensive review on biochemical profile, health benefits, and utilization. *Food Research International*, (127), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108724>
- Pires, T. C., Dias, M. I., Barros, L., Calhelha, R. C., Alves, M. J., Oliveira, M., B. P., & Ferreira, I. C. (2018). Edible flowers as sources of phenolic compounds with bioactive potential. *Food Research International*, (105), 580-588. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.014>
- Petrova, I., Petkova, N., Ivanov, I., & Todorova, M. (2020). Phytonutrients and antioxidant activity of extracts from five edible flowers used in culinary. *Food Science and Technology*, 77(2), 26-33. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:2020.0019>
- Pensamiento, N., C. A., Campos, M., R. G., Añorve, M. J., Ramírez, M. E., Ascacio, V., J. A., & Hernández, F., A. D. (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>
- Pérez N., M. L., Colinas L., M. T., Gómez A., M. C., Flores E., C., Alia T., I., & Peña, Ortega, M. G. (2020). Geographic distribution of species of *Euphorbia* sect. Poinsettia with potential ornamental use in Mexico. *Polibotánica*, (50), 165-189. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.50.12>.
- Rivera E., E. A., Oscar C., A., Mejia Muñoz., J. M., Garcia Mateos, M. R., Colinas Leon, M. T., & Martinez D., M. T. (2019). Physicochemical quality, antioxidant capacity and nutritional value in tuberous roots of some wild *Dahlia* species. *Notulae Botanicae*

- Redonda, M. R., & Zavala, I. (2021). La dalia, de México para el mundo, *Saber Más*, (59), 60-63. <https://www.researchgate.net/publication/356064070>
- Rahim, M. A., Saeed, F., Khalid, W., Hussain, M., & Anjum, F.M. (2021). Functional and nutraceutical properties of fructooligosaccharides derivatives. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 1588-1602. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1986520>
- Ramírez, H., J. J., & Avitia, R., J. A. (2017). Floricultura mexicana en el siglo XXI: su desempeño en los mercados internacionales. *Revista de Economía*, 34(38), 99-122.
- Ramírez, H., J. J. (2018). Condiciones de producción en la floricultura del Estado de México: hacia la competitividad y la sustentabilidad. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, 19(7), 381-396.
- Ramírez H., J. J., y Torres O., F. (2021). Situación de la floricultura mexicana en tiempos del COVID-19. *Economía Actual*, 14(1), 17-20. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/112341>
- Srikanth, R., Reddy, C. H., Siddartha, G., Ramaiah, M. J., & Uppuluri, K. B. (2015). Review on production, characterization and applications of microbial levan. *Journal Carbohydrate Polymers*, 120, 102-114. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.12.003>
- Scott, K. P., Grimaldi, R., Cunningham, M., Sarbini, S. R., Wijeyesekera, A., Tang, M. L., & Gibson, G. R. (2020). Developments in understanding and applying prebiotics in research and practice an ISAPP conference paper. *Journal of Applied Microbiology*, 128(4), 934-949. <https://doi.org/10.1111/jam.14424>

Santiago, A. M., Montaña, A. G., y Espinosa, D. (2016). Áreas de endemismo de la Sierra Madre del Sur. *Biodiversidad de la Sierra Madre del Sur: Una Síntesis Preliminar*, 1, 431-448.

Sorensen, P. D. (1969). Revision of the genus *Dahlia* (*Compositae*, *Heliantheae* *Coreopsidinae*). *Rhodora*, 71(786), 309-365.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. SIAP (2022). Una flor de gran belleza y de trascendencia histórica y cultural para México. <https://www.gob.mx/siap/articulos/4-de-agosto-dia-de-la-dalia>

Treviño C., G., Mera O., L., M, Bye B., R., Mejía M., J. M., & Laguna C., A. (2007). *Historia de la Dalia (Acocoxochitl) la Flor Nacional de México*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

The National Dahlia Society. (2021). *Dahlia: Overview / classification / family tree / species / cultivation*. National Dahlia Society. <https://www.dahlia-nds.co.uk/about-dahlias/overview/>.

Instituto de Ecología (INECOL) (2023). *50 aniversario de la Flor Nacional de México*. Instituto de Ecología <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/component/content/article/17-ciencia-hoy/244-50-aniversario-de-la-dalia-como-la-flor-nacional-de-mexico>

4. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA, FITOQUÍMICA DE FLORES LIGULADAS Y COMPOSICIÓN PROXIMAL DE RAÍCES TUBEROSAS DE DALIA VARIEDAD YARETZI [*Dahlia × hortorum* (Willd.)]

4.1. RESUMEN

'Yaretzí' (*Dahlia × hortorum*) es una variedad obtenida en la Universidad Autónoma Chapingo, a través del proyecto interinstitucional de "Conservación y aprovechamiento sustentable de la dalia, nuestra flor nacional". Su objetivo es conservar y revalorizar este cultivo, no solo como planta de ornato sino considerando la diversificación de su uso, ya que muchas de estas especies ofrecen la posibilidad de aprovechar sus órganos (raíces y flores liguladas). No obstante, al liberarse una variedad se da a conocer al productor la misma, pero sin resaltar sus cualidades. Por lo que, en este trabajo, se realizó una descripción de la variedad Yaretzí, con base a distintas variables morfológicas y fitoquímicas, y la descripción de sus raíces tuberosas mediante un análisis proximal. Entre las características morfológicas sobresalientes fueron, su abundante floración, altura media (100.81 cm), tallo vigoroso (13.6 mm) diámetro del capítulo (112.36 mm) y número de capítulos por planta (14.75), de sus fitoquímicos; un contenido significativo de sólidos solubles (5.83 ° Brix) y ácidos orgánicos (7.81 %). El contenido de fenoles (31.52 mg EAG/g) se indica por la literatura científica dentro de la amplitud para los compuestos fenólicos totales de flores comestibles y su elevada capacidad antioxidante (dos métodos); FRAP (60.63 µmol ET/g) y ABTS (177.42 µmol Trolox/g). En los tubérculos destacó la presencia de proteína, carbohidratos y lípidos. Estos resultados hacen de 'Yaretzí' una variedad disponible y adecuada para la producción comercial.

Palabras clave: Diversificación, análisis proximal, fenoles, capacidad antioxidante, carbohidratos.

Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Juleni Antonia López Santiz

Director de Tesis: Dra. Ma Teresa Martínez Damián

**MORPHOLOGICAL, PHYTOCHEMICAL DESCRIPTION OF LIGULATE FLOWERS
AND PROXIMAL COMPOSITION OF TUBER ROOTS OF DALIA VARIETY YARETZI**
[*Dahlia × hortorum* (Willd.)]

ABSTRACT

'Yaretzi' [*Dahlia × hortorum* (Willd.)] is a variety obtained at the Autonomous University of Chapingo, through the interinstitutional project "Conservation and sustainable use of the dahlia, our national flower". Its objective is to conserve and revalue this crop, not only as an ornamental plant, but also considering the diversification of its use, since many of these species offer the possibility of taking advantage of their organs (roots and ligulate flowers). However, when a variety is released, the producer is made aware of it, but without highlighting its qualities. Therefore, in this work, a description of the variety Yaretzi (*Dahlia × hortorum*) was made, based on different morphological and phytochemical variables, and the description of its tuberous roots by means of a proximal analysis. Among the outstanding morphological characteristics were its abundant flowering, average height (100.81 cm), vigorous stem (13.6 mm), diameter of the capitulum (112.36 mm) and number of capitulum per plant (14.75), of its phytochemicals; a significant content of soluble solids (5.83 ° Brix) and organic acids (7.81 %). The phenol content (31.52 mg EAG/g) is reported by the scientific literature to be within the range for total phenolic compounds of edible flowers and their high antioxidant capacity (two methods); FRAP (60.63 µmol ET/g) and ABTS (177.42 µmol Trolox/g). In the tubers I highlight the presence of protein, carbohydrates and lipids. These results make 'Yaretzi' an available and suitable variety for commercial production.

Key words: Diversification, proximate analysis, phenols, antioxidant capacity, carbohydrates.

Thesis in Horticultural Sciences, Universidad Autónoma Chapingo
Author: Juleni Antonia López Santiz
Advisor: Dra. Ma Teresa Martínez Damián.

5. INTRODUCCIÓN

La dalia (*Dahlia* spp.) pertenece a la familia *Asteraceae* y es un importante cultivo ornamental originario de México, donde aparecieron las primeras especies (*D. coccinea*, *D. pinnata*, *D. merckii* y *D. imperialis*) que fueron fuentes inagotables para el surgimiento de nuevas variedades, cada una interesante por la forma de sus flores, su tamaño y color. Se propagan por semillas, esquejes de tallos y tubérculos, y su fácil técnica de cultivo más su prolongada floración, hacen de las dalias una de las plantas con flores decorativas más populares, que destacan en el mundo como flor de corte, maceta o como un componente en el diseño y establecimiento de jardines (Bădulescu et al., 2021; Fernández et al., 2023; The National Dahlia Society, 2021). Además de su valor ornamental, existen diversos estudios en la literatura que han indicado, el consumo de sus raíces tuberosas y de sus flores, de las cuales se tiene conocimiento de su potencial como alimento funcional, medicinal y gastronómico (Costa et al., 2022). La flor de esta especie contiene diversos metabolitos secundarios como polifenoles, carotenoides, antocianinas, vitaminas, flavonoides y flavonas (Chensom et al., 2019). Estos compuestos, proporcionan beneficios para la salud del consumidor, ya que son una buena fuente de fitoquímicos, que reducen el riesgo de enfermedades crónico-degenerativas (diabetes, deterioro cognitivo y enfermedades cardiovasculares) (Fernández et al., 2017; Pires et al., 2018). En el caso particular de los órganos de almacenamiento subterráneo (raíces tuberosas) de algunos cultivares de dalia, sus tubérculos son comestibles y pueden utilizarse en la dieta humana, siendo ricos en carbohidratos, fibras, proteínas, minerales esenciales e inulina; una reserva natural de polisacárido versátil renovable, con un notable número de propiedades alimentarias, farmacéuticas y químicas (Ciobanu et al., 2016).

En ese contexto, en México se ha desarrollado un programa de mejoramiento genético, con el fin de aprovechar la diversidad de las especies de *Dahlia*, para obtener cultivares de uso ornamental, medicinal y nutricional (Mejía-Muñoz et al., 2020). Por lo que, en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), a través del proyecto interinstitucional de “Conservación y aprovechamiento sustentable de la dalia, nuestra flor nacional” con clave de identificación VUSNITT/15/GEN/07474 de la Red Dalia, del Sistema Nacional de

Inspección y Certificación de Semillas de México, ha permitido la obtención y liberación reciente de diversos cultivares incluyendo 'Yaretzi' (*Dahlia × hortorum*), todas obtenidas por polinización libre y con base en algunos descriptores morfológicos. Con el objetivo de rescatar, conservar y revalorizar al cultivo de dalia, no solo como planta de ornato, sino considerando la diversificación en su uso (Martínez-Damián et al., 2023).

No obstante, al liberarse una variedad se da a conocer al productor la misma, pero sin resaltar sus cualidades. En ese sentido, se considera importante, proporcionarle información adicional a la obtención de la variedad, para su aprovechamiento. Por lo que el objetivo de esta investigación fue: Describir la variedad Yaretzi (*Dahlia × hortorum*), con base al análisis proximal de sus raíces tuberosas, el análisis fitoquímico de sus flores liguladas (sólidos solubles, acidez titulable, vitamina c, clorofila, minerales, fenoles, capacidad antioxidante, carotenoides y antocianinas) y algunas variables morfológicas durante su ciclo de cultivo.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Material vegetal y ubicación

El material vegetal consistió en 30 flores de dalia variedad Yarezi (*Dahlia × hortorum*) provenientes de tubérculos resguardados en el año 2022. El presente estudio, se realizó en un invernadero de floricultura (19°20' N y 98° 53' O; 2240 msnm) del Instituto de Horticultura en la Universidad autónoma Chapingo. Los análisis fitoquímicos se realizaron en el Laboratorio de Fisiología de Frutales del Departamento de Fitotecnia y el análisis proximal se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Zootecnia.

6.2. Manejo agronómico del cultivo

La multiplicación y obtención de esquejes se inició el 28 de enero de 2023, con la siembra de los camotes en cajas con sustrato compuesto por una mezcla de perlita y turba ("peat moss") expandida en una proporción 1:1 (v:v). Los brotes emergieron a los 8 días y cuando alcanzaron alrededor de 8 a 10 cm fueron trasplantados en tinas con sustrato (agrolita y "peat moss") el día 07 abril de 2023, la siembra se realizó a tres bolillo con un total de 30 plantas. Los riegos se realizaron manualmente, dependiendo de las condiciones del clima, para la fertilización se utilizó NITROFOSKA 4 cc/ 5 L agua, 2 veces/semana, el control de malezas fue mediante deshierbe manual y azadón. Finalmente, en el mes de diciembre ocurrió la defoliación y se procedió con la cosecha de las raíces tuberosas.

6.3. Variables evaluadas

6.3.1. Variables morfológicas

Para estas variables, se tomaron datos de 30 repeticiones siendo la unidad experimental una flor.

Días a floración: Números de días transcurridos, desde el trasplante al día en que se abrió el 50 % de las flores.

Altura de planta: Se midió la altura total de la planta con un flexómetro, desde el ras del suelo hasta el ápice principal.

Número de nudos por planta: Se contabilizaron desde la base del tallo central de la planta, hasta el último nudo reconocible.

Número de ramas por planta: Se contó manualmente el número de ramas de cada planta.

Diámetro del tallo: Con ayuda de un vernier digital mecánico marca TRUPER®. Se tomó el diámetro, desde la base del tallo central, registrando los valores en milímetros.

La altura de planta, número de nudos por planta, número de ramas por planta y el diámetro del tallo, se determinaron, una vez que las plantas alcanzaron su plena floración.

Número de flores por planta: Esta variable se tomó una vez que todas las plantas habían llegado a su floración. Se contabilizó el total de flores abiertas.

Peso fresco de capítulos: Se pesó en una balanza digital marca OHAUS® al momento de la cosecha.

Diámetro del capítulo: Con ayuda de un vernier digital mecánico marca TRUPER®, se tomaron las medidas del diámetro del capítulo.

Número de lígulas por capítulo: Se contó manualmente, el número de lígulas de tres capítulos por planta.

Color de lígulas: Se utilizó un colorímetro marca ColorTec-PCMTM para tomar el color.

Los datos de las variables número de flores por planta, peso fresco de capítulos, diámetro del capítulo, número de lígulas por capítulo y color de lígulas. Se tomó a las primeras horas de la mañana, al momento del corte.

Número de raíces tuberosas por planta: Se contabilizó manualmente el número de raíces por planta.

Peso fresco de raíces tuberosas: Se pesó en una balanza digital balanza digital marca OHAUS® al momento de la cosecha.

El número de raíces por planta y el peso fresco de raíces tuberosas, se tomaron una vez cosechada las raíces.

6.3.2. Variables fitoquímicas

Sólidos solubles totales (SST): Se utilizó un refractómetro digital manual ATAGO® - Pocket Pal-1 (0 – 53 %) previamente calibrado con agua destilada. Se licuaron 5 g de muestra de pétalo de dalia previamente molido en 50 mL de agua destilada, se extrajo una gota del extracto de la muestra, y se colocó en la lente de un refractómetro digital, los resultados se expresaron en unidades °Brix (AOAC, 1990).

Acidez titulable (AT): Se licuaron 5 g de muestra de pétalos de dalia previamente molido en 50 mL volumen total de agua destilada. Después de filtrarlo, se midió el volumen final obtenido, se añadió dos gotas de indicador fenolftaleína al 1 %, se tomó una alícuota de 10 mL y se tituló con NaOH al 0.01 N. Los resultados se expresaron como porcentaje (%) de ácido málico (AOAC, 1990).

Vitamina C (VC): Se homogenizaron 5 g de muestra de pétalo de dalia con 25 mL de ácido etanodioico al 0.5 %. Posteriormente, se extrajo 5 mL de la mixtura y se tituló con solución de Tillman, hasta que mantuvo una tonalidad rosácea, notoria por 1 min (AOAC, 2005).

Contenido de clorofila (CC): Se pesó 1 g de muestra de pétalo de dalia. En un vaso de precipitado se añadió 20 mL de acetona al 80 % más Na_2CO_3 . Posteriormente se transfirió a un mortero y se trituró lavando con acetona al 80 %, se aforó a 25 mL con acetona. Se utilizó acetona como blanco y por último se obtuvo la absorbancia a 645, 652, 663, 470 y 646 nm (Craker, 1971).

Minerales: El procedimiento para el análisis de minerales fue nitrógeno (n): digestado con mezcla diácida y determinado por arrastre de vapor de Kjeldahl; fósforo (p): digestado con mezcla diácida y determinado por fotolorimetría por reducción con molibdo-vanadato; potasio (k): digestado con mezcla diácida y determinado por espectrofotometría de emisión de flama; calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, manganeso (Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn): digestado con mezcla diácida y determinado por espectrofotometría de absorción atómica y boro (b) digestado con mezcla diácida y determinado fotolorimetría con azometina-h (Alcántar-González & Sandoval-Villa, 1999).

Determinación de fenoles y capacidad antioxidante (ABTS y FRAP)

Previo a la preparación de extractos, en un liofilizador de nitrógeno (LABCONCO 77510 00) se liofilizaron las muestras de flores liguladas de dalia, a una temperatura de $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante un periodo de 72 horas. Seguidamente, se trituraron en un procesador de alimentos Nutri Bullet para polvificar la muestra. Por último, las absorbancias se registraron utilizando un lector de microplacas, mediante el software Gen5 (Biotek Instruments Inc. Winoosky, VT, USA).

Elaboración de extractos para cuantificar fenoles y capacidad antioxidante (ABTS y FRAP)

En los tubos falcón, se mezclaron, 1 g de muestra con 80 mL de metanol al 80 %, para obtener una concentración de 0.024 g mL^{-1} . Se agitó en vortex durante 1 min (3000 rpm) y el pH se ajustó a 3, usando ácido clorhídrico al 10 %. Enseguida, los extractos se

agitaron en vortex durante 3 min, por sonicación durante 15 min, y por agitación en incubadora por 30 min, a 30 °C. Por último, la mezcla se sometió a centrifugación durante 15 min (4000 rpm), se recuperó el líquido sobrenadante y se aforó el volumen a 25 mL, utilizando metano al 80 %.

Fenoles totales (FT): Se preparó una solución al 20 % de carbonato de sodio (Na_2CO_3) y una dilución 1:10 (v:v) del reactivo Folin-Ciocalteu, se utilizaron microplacas de 96 pozos, para mezclar en cada pozo: 25 μL de extracto de lígulas de flor de dalia, 120 μL de agua desionizada, 20 μL del reactivo y 30 μL de la solución. Tras la agitación, la mixtura se incubó media hora bajo oscuridad. Para generar la curva patrón, se prepararon soluciones de ácido 3, 4, 5-trihidroxibenzoico en niveles de 0.5 a 12.5 $\mu\text{g/mL}$, y se midieron a 760 nm. Posteriormente, se generó la ecuación de la curva patrón, misma que sirvió para calcular los fenoles totales. El resultado final, se expresó en miligramos de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra en base seca ($\text{mg EAG g}^{-1} \text{ bs}$). El procedimiento anterior, se realizó por el método de Folin-Ciocalteu, adaptado a microplacas (Singleton & Rossi, 1965).

Capacidad antioxidante (CA)

Método ABTS (2,2-azino-bis [3 etilbenzotiazolina-6-sulfónico])

Se dispuso la solución ABTS (7.4 mL) y la solución de persulfato de sodio (2.6 mL) combinadas a volumen 1:1 (v:v). La mixtura se incubó en la oscuridad, durante 16 horas. Luego, se tomó una fracción de 600 μL y se diluyó hasta un volumen final de 10 mL con metanol puro. Se utilizaron microplacas de 96 pozos y la absorbancia medida a 734 nm se situó dentro del intervalo de 0.6 a 1.2. Para establecer la curva patrón, se utilizó trolox a modo de estándar antioxidante, en contenidos que oscilaron entre 4.99 a 59.93 μM . La fórmula resultante sirvió para cuantificar la actividad antioxidante, se mezcló 20 μL del concentrado y 180 μL de la solución ABTS, una vez transcurridos 15 min, se registró la absorbancia a 734 nm y se utilizó una solución de ABTS como blanco, añadiendo 200

μL . Los datos obtenidos se registraron en micromoles equivalentes de trolox por gramo de muestra en base seca ($\mu\text{mol ET g}^{-1} \text{ bs}$) (Re et al., 1999).

Método FRAP (Ferric Reducing-Antioxidant Power)

Se prepararon diversas soluciones, incluyendo una solución buffer (300 μM , con un pH de 3.5), TPTZ (2, 4, 6 tripiridil-s triazina) (10 mL en 40 mL HCL) y 20 mL de cloruro de hierro ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), las cuales fueron combinadas en proporción 10:1:1 (v:v), respectivamente. Se emplearon microplacas de 96 pozos para llevar a cabo el procedimiento. La curva patrón se estableció utilizando trolox en niveles de 3.8 a 46 μM y las absorbancias de las reacciones se registraron a 595 nm. De la fracción, se utilizó 20 μL de trolox para mezclarla con 180 μL de la solución FRAP y 60 μL de agua desionizada, como blanco, se utilizó una fracción de 260 μL de FRAP. Los cálculos obtenidos, se representaron en micromoles equivalentes de trolox por gramo de extracto en base seca ($\mu\text{mol ET g}^{-1} \text{ bs}$) (Benzie y Strain, 1996).

Carotenoides (CT): Los carotenoides fueron extraídos de muestras de flores liguladas de dalia. Una muestra de 1 g se mezcló con 10 mL de una solución de hexano-acetona en proporción 3:2 (v:v), se agito 2 minutos en vortex (3000 rcf), se incubó por 10 minutos, a 30 °C y finalmente se centrifugó durante 15 minutos (1280 rpm). Los sobrenadantes fueron recuperados y aforados a 10 mL con el disolvente empleado para la extracción. La absorbancia fue medida a 450 nm en espectrofotómetro, la curva de calibración fue obtenida usando 10 mg de β -caroteno disueltas en 100 mL de disolvente acetona 3:2 (v:v) y se tomaron 8 puntos de la curva con concentración de 25 hasta 200 μL de la solución base llevadas a 5 mL, obteniendo un intervalo de 0.048 a 0.375 $\mu\text{g mL}^{-1}$. El resultado final se registró en miligramos equivalentes de β -caroteno por gramo de muestra en base seca ($\text{mg E}\beta\text{C g}^{-1} \text{ bs}$) (Ordoñez et al., 2009).

Antocianinas (AT): Se pesaron 0.2 g de muestra, la primera muestra se disolvió en 5 mL de una disolución buffer pH= 1 y la segunda en 5 mL de una disolución buffer de acetatos pH= 4.5. Seguidamente, se agitaron en vortex y se centrifugaron, ambas durante 15 min a 2500 rpm. Se extrajo 100 μL de cada uno de los sobrenadantes y se colocaron

en el pozo de una microplaca. Con el lector de microplacas, se tomó lecturas de la absorbancia de las muestras a 513 y 700 nm. Para los cálculos, la concentración de pigmentos de antocianinas se expresó como equivalentes de antocianinas (Lee et al., 2005).

Para las variables (sólidos solubles, acidez titulable, vitamina c, clorofila, minerales, fenoles, capacidad antioxidante carotenoides y antocianinas) se obtuvieron a partir de 10 repeticiones, conformadas por tres flores cada repetición. Y se utilizaron 300 g de muestra húmeda de las flores liguladas, que fueron cosechadas cuando estuvieron abiertos en un 50 %, se separaron del capítulo y se guardaron en bolsas ziploc en el ultra-congelador a - 50°C.

6.3.3 Variables biofísicas

Color

Para la medición de color, se utilizó un colorímetro ColorTec-PCMTM y se midieron los valores L* (brillo), a* (rojo +, verde -) y b* (amarillo +, azul -). El tono (ángulo de tono) se calculó con los valores de b*/a*: Hue = arco tan (a*/b*) y el índice de saturación de color (Chroma) se calculó con los valores de a* y b*: Chroma = $(a^2 + b^2)^{1/2}$ (McGuire, 1992).

6.4. Análisis sensorial

Para el análisis sensorial se aplicó una escala hedónica de cinco puntos de acuerdo con (Jones et al., 1955; Peryam & Haynes, 1957), donde el objetivo del investigador fue determinar las cualidades de flores liguladas de dalia variedad Yaretzi (*Dahlia x hortorum*). Se evaluó mediante atributos independientes (sabor, aroma, textura y apariencia visual) y se registró como aquello que el investigador percibió, a través de sus sentidos (tacto, vista, gusto, oído, y olfato). La evaluación se calificó como a continuación.

Cuadro 2. Evaluación sensorial

Valor	Carácter
1	Me gusta mucho
2	Me gusta
3	Ser un sí, ser un asco
4	Me disgusta poco
5	No me gusta

6.5. Análisis proximal

Se utilizaron 500 g de tubérculos de 10 repeticiones provenientes de tres flores de 'Yaretzi'. Los parámetros evaluados fueron, humedad, materia seca, proteína, grasa, fibra, carbohidratos totales (ELN), cenizas, materia orgánica, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, contenido celular, celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice, calcio, fósforo e inulina, determinados con base a los procedimientos indicados por (de Pro, 1979).

Humedad parcial: Los camotes fueron lavados, cortados en rodajas y colocados en bolsas de papel en una estufa a 50 °C, hasta que alcanzaron un peso constante. Luego, se pesaron en una balanza analítica y se registró el peso final. La pérdida de peso en gramos se calculó y se expresó como un porcentaje de la muestra para los cálculos. Una vez obtenido el contenido de humedad parcial, las muestras secas se trituraron en una licuadora hasta obtener un polvo fino y se almacenaron en bolsas de plástico para su uso en los análisis posteriores.

Materia seca: Las cajas de aluminio para humedad se pesaron con la tapa sobre la base, y fueron previamente secadas hasta obtener peso constante; se pesó 1 g de muestra de raíces y se secaron en la estufa a 100 °C de temperatura hasta obtener peso constante. Cuando estuvieron totalmente secas se enfriaron en un desecador (30 min), luego se pesaron en la balanza de precisión. Una vez obtenida la disminución de masa en gramos, se representó como un porcentaje con respecto a la muestra y se realizaron los cálculos.

El porcentaje de humedad y porcentaje de materia seca son los datos finales que se reportan de acuerdo con el análisis de los alimentos.

Cenizas y materia orgánica: Se pesaron los crisoles de porcelana, se les colocó 1 g de muestra y se realizó la pre incineración quemando en el mechero sobre un triángulo de porcelana el crisol con el contenido de muestra, hasta suspensión de humos, inmediatamente, los crisoles se colocaron en una mufla (500 °C por 2 h), para luego pasarlos a un desecador y enfriarlos (30 min), finalmente en una balanza analítica, se obtuvo el peso final del residuo y los resultados se expresaron como porcentaje de la muestra y por diferencia se calculó el porcentaje de materia orgánica.

Proteína cruda: Se pesó por diferencia alrededor de 0.5 g de muestra y se colocó en un matraz kjeldahl de 800 mL, se le añadió 10 g de mezcla catalizadora y 25 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se colocó el matraz en la parrilla de digestión para calentar, cuando la solución alcanzó coloración transparente, se suspendió el calentamiento y se dejó enfriar. Se añadió sobre las paredes 125 mL de agua destilada, 10 piedras de ebullición tratadas con hidróxido de sodio (NaOH) y con el matraz inclinado 50 mL de solución de NaOH al 28.6 %. En un matraz Erlenmeyer de 250 mL, se colocaron 32 mL de ácido bórico al 5 % con dos gotas de solución indicadora de proteína, el matraz se colocó bajo el refrigerante del destilador con el tubo recolector ligeramente sumergido dentro de la solución de ácido bórico. El matraz kjeldahl, se conectó al refrigerante del destilador, se selló y se puso a calentar. En el matraz Erlenmeyer se destilaron aproximadamente dos terceras partes de su contenido, inmediatamente después de recolectarlo, se retiró antes de apagar el mechero para evitar sifonado, luego se realizó una titulación del destilado, utilizando una solución de ácido clorhídrico 0.1 N hasta que se observó un color violeta pálido. Para calcular proteína cruda, se obtuvo el porcentaje de nitrógeno a partir de los datos del gasto de ácido clorhídrico y se multiplicó por 6.25.

Grasa cruda: Se pesó por diferencia alrededor de 0.5 g de muestra previamente secas a 100 °C, en el mortero se adiciono 12 mL de la solución de cloroformo-metanol (2:1) y se trituro. El extracto se colocó en el tubo de ensayo y se le agregó 3.3 mL de la solución

de hidróxido de sodio al 0.83 %, se agitó y se dejó reposar por 10 min, después se filtró en un tubo de ensayo para quitar los residuos de las raíces de dalia, con una pipeta se quitó el sobrenadante, el resto se colocó en un vaso de extracción goldfish previamente secado y pesado. En el aparato de extracción goldfish, se colocó un tubo recolector de solución cloroformo-metanol y el vaso con la muestra. Al abrir la llave de agua, las parrillas tuvieron contacto con la base del vaso de extracción y el calentamiento estuvo bajo observación, hasta que la solución cloroformo-metanol se evaporara, al bajar las parrillas se dejó que terminara de gotear completamente en el tubo recolector, este se retiró colocando la solución cloroformo-metanol en un recipiente. Los vasos de extracción de goldfish se pasaron a la estufa (100 °C por 30 min) cuando se retiraron los vasos se dejaron enfriar en el desecador (30 min). Por último, en la balanza analítica se pesó el residuo de la extracción y se expresó como porcentaje de la muestra.

Fibra cruda: Se pesó por diferencia alrededor de 0.25 g de muestra y se depositó en el vaso berzelius sin vertedor, se le adicionaron 100 mL de solución de ácido sulfúrico 0.255 N, se colocó en el digestor de fibra cruda y se dejó hervir (30 min) al iniciarse la ebullición. Posteriormente se filtró con la ayuda de un equipo de filtrado al vacío, la muestra se puso sobre el filtro de tela colocado en el embudo de büchner y con la ayuda del gendarme se desprendieron todas las partículas adheridas al vaso, haciendo lavados con agua caliente destilada en porciones de 50 mL hasta obtener reacción negativa al anaranjado de metilo, se colocó una gota del filtrado en el vidrio de reloj y se filtró hasta observar un color naranja en la reacción. Posteriormente, se vació el residuo en el mismo vaso berzelius haciendo los lavados del filtro de tela con solución de hidróxido de sodio 0.313 N caliente contenido en una piseta hasta tener 100 mL de la solución. El vaso se colocó en el digestor de fibra cruda y se dejó hervir (30 min) al iniciarse la ebullición. Posteriormente, se filtró con el equipo de filtrado al vacío en un crisol gooch con filtro de fibra de vidrio, sin dejar residuos en el vaso berzelius se hicieron lavados con agua caliente destilada, en 43 porciones de 50 mL, hasta obtener reacción negativa con la solución indicadora de fenolftaleína, se colocó una gota del filtrado en el vidrio de reloj y se dejó de filtrar cuando en la reacción no se apreció ningún color. Se lavó el crisol con agua destilada fría contenida en una piseta y se llevó a la estufa de secado (100 °C) durante una noche, una

vez retirado, se dejó enfriar en el desecador (30 min) después se registró el peso de la fibra en gramos y los crisoles se colocaron en una mufla (500 °C por 2 h). Una vez calcinados, se dejó enfriar en el desecador (30 min), después se registró el peso en gramos y se expresó como porcentaje de la muestra seca y desengrasada.

Fibra detergente neutra (FDN): Se pesó por diferencia alrededor de 0.25 g de muestra de raíces de dalia y se depositó en el vaso berzelius, se le adicionó 20 mL de solución de detergente neutro y se puso en la parrilla, se dejó hervir por 30 min, contados a partir de iniciarse la ebullición. Enseguida, se filtró con la ayuda de un equipo de filtrado al vacío, poniendo la muestra en el crisol gooch con filtro de fibra de vidrio previamente pesado, con la ayuda del gendarme se desprendieron todas las partículas adheridas al vaso, haciendo lavados con agua destilada caliente hasta que dejó de expulsar espuma. Luego el crisol, se colocó en la estufa (100 °C por 24 h). Una vez retirado, se dejó enfriar en el desecador durante media hora. Finalmente, se pesó el residuo en la balanza analítica y el dato se expresó como porcentaje de la muestra.

Fibra detergente ácida (FDA): Se pesó por diferencia alrededor de 0.25 g de muestra y se depositó en el vaso berzelius sin vertedor, se adicionaron 20 mL de solución de detergente ácido y se colocó en la parrilla. Una vez iniciada la ebullición, se dejó transcurrir una hora. Seguidamente, se filtró con la ayuda de un equipo de filtrado al vacío, se puso la muestra en el crisol de gooch con filtro de fibra de vidrio previamente pesado y con la ayuda del gendarme se desprendieron todas las partículas adheridas al vaso sin dejar residuos. Se hicieron lavados con agua destilada caliente y pruebas con la ayuda del vidrio de reloj, se añadió un poco del agua filtrada más una gota de la solución indicadora de anaranjado de metilo y se dejó de filtrar, hasta que en la reacción se observó un color anaranjado. Una vez filtrado, el crisol se llevó a la estufa (100 °C por 24 h) y después, se dejó enfriar en el desecador por 30 min. Para el cálculo se pesó el residuo en la balanza analítica y se expresó como porcentaje de la muestra.

Celulosa, lignina, sílice, hemicelulosa y contenido celular: Se colocó el crisol de gooch que contenía la fibra detergente ácido, en el crisol de porcelana de 100 mL. Se le

adiciono ácido sulfúrico para cubrir la muestra de fibra detergente ácido. El tiempo que la muestra se dejó sumergida, se calculó multiplicando la cantidad utilizada de muestra, por 180. Un minuto antes de terminar el tiempo que se dejó sumergido el crisol de gooch, se colocó sobre un triángulo de porcelana para escurrir el ácido, posteriormente se colocó el crisol de gooch en el equipo de filtración y se filtró con vacío usando agua destilada caliente, se hicieron pruebas con la ayuda del vidrio de reloj, con agua filtrada más una gota de la solución indicadora de anaranjado de metilo, se dejó de filtrar hasta alcanzar y observar en la reacción un color anaranjado. Una vez filtrado, el crisol se llevó a la estufa (100 °C por 24 h). Una vez retirado de la estufa, se dejó en el desecador durante media hora, luego se registró el peso. Con los datos de los pesos obtenidos se calculó el porcentaje de celulosa. Una vez que se pesó el crisol, se pasó a la mufla (500 °C) para incinerar su contenido (2 h). Una vez retirado, se dejó enfriar en el desecador (30 min) y se registró el peso. Con los datos de los pesos obtenidos, se calculó el porcentaje de lignina y sílice. La hemicelulosa se calculó restando el porcentaje de fibra detergente neutro en base seca, menos el porcentaje de fibra detergente ácido base seca. El contenido celular se calculó por diferencia, restándole a 100 el porcentaje de fibra detergente neutro base seca. Todos los resultados de las variables se pasaron a base seca excepto para el extracto etéreo, fibra cruda, carbohidratos totales (ELN), contenido celular, materia orgánica y hemicelulosa.

Inulina: Para la determinación de Inulina se empleó la metodología de Leite Toneli et al. (2007) con algunas modificaciones. Para el mezclado, se pesaron 2 g de muestra de raíces de dalia, y se vertió en un vaso de precipitados de 80 mL; 30 mL de una solución de agua destilada al 2 % con tierra de diatomeas. Posteriormente se llevó a baño maría (80 °C por 60 min) con agitación continua. Para el filtrado, se vertió el contenido del vaso de precipitados con ayuda de un gendarme y se enjuago el vaso con la solución de agua destilada con tierra de diatomeas, seguidamente se depositó en el embudo buchner, dispuesto con papel filtro Whatman #2, el contenido filtrado que se encontraba en el matraz kitosato se depositó en un tubo nalgene de 50 mL previamente pesado y marcado. En cada filtración de una muestra se cambió el filtro y se enjuago el matraz y embudo buchner. Después el líquido filtrado, se llevó al ultracongelador (-20°C por 24 h). Pasado

el tiempo, la muestra se descongeló a temperatura ambiente y se centrifugó (3000 rpm por 15 min), el sobrenadante se decantó. Finalmente, la inulina precipitada, se metió a una estufa (60 °C por 24 h) y una vez retirado de la estufa, se pesó cada tubo con la inulina seca y se registró el peso.

6.6. Análisis de datos

Mediante una estadística descriptiva, en el programa SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0, se registraron los datos de las medias $\pm$ desviación estándar (D.E).

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1. Altura, diámetro del tallo basal, número de ramas y número de nudos por planta.

La altura promedio de 'Yarezi', se encontró dentro de los intervalos indicados para algunas especies de dalia (Cuadro 3), como lo documenta Chatterjee, (2022) en *Dahlia merckii* plantas de 60 a 100 cm, en *Dahlia pinnata* de 60 a 90 cm y en *Dahlia variabilis* plantas de 100 a 150 cm. Otros autores como Singh et al. (2023) encontraron en genotipos de *Dahlia variabilis*, alturas que oscilaron entre 39.27 y 103.30 cm. La comercialización de algunas flores de corte se basa en la longitud de los tallos y el número de botones, como en la clasificación de calidad para la comercialización de *Lilium*, para exportación; una altura de 70 a 90 cm y media; una altura de 70 cm (Flores-Pérez et al., 2021). Por su parte, Martínez-Damián et al. (2023) describieron a 'Yarezi' como una variedad que sobresale por ser una planta con altura media de 0.89 m. En este estudio se obtuvo una altura ligeramente superior y se considera que se encuentra en intervalos para comercializarla como flor de corte. Como señalaron Manjula et al. (2017) al obtener una altura de 109.75 cm en *Dalia variabilis*, indicaron que es más adecuada para flores de corte. Por otro lado, 'Yarezi' presentó un tallo erecto color verde, que predomina en la parte basal, y en la parte superior el color es ligeramente más claro, con un diámetro robusto de 13.6 mm (Cuadro 3). Similar a los datos que describieron Rodríguez-Ortega et al. (2024) en *Dalia coccinea* de manera silvestre. Al respecto Ramírez-Gerardo et al. (2019) señalaron que la circunferencia del tallo es de las características más importantes en la calidad del cultivo, donde el grosor del tallo determina el peso del capítulo floral que puede soportar, le da vigor a la parte subterránea y evita el acame. El número de nudos visiblemente está relacionado directamente con la altura del tallo, 'Yarezi' presentó 11 nudos en el tallo principal (Cuadro 3) y fue mayor comparada con el número de nudos en *Dahlia campanulata* (9.4 nudos) descrito por Jiménez-Ruiz et al. (2023) y menor para noche buena (14.8 nudos) Canul-Ku et al. (2022). Se obtuvo en promedio, seis ramas basales en el tallo principal (Cuadro 3). Singh et al. (2023) también informaron resultados similares en genotipos de *Dahlia variabilis*, con un número máximo de ramas por planta

de 7.8. A su vez Rodríguez-Ortega et al. (2024) indicaron un mayor número de ramas en plantas de dalia silvestre (*Dahlia coccinea*) (13.9). Sin embargo, autores como Manjula et al. (2017) mencionaron que, la diferencia en el número de ramas podría atribuirse a la composición genética de los cultivares, un mayor número de ramas conduce a una mayor biomasa foliar que mejora el rendimiento de flores y tubérculos al regular la relación fuente-sumidero y Singh et al. (2023) indicaron que la arquitectura vegetal uniforme de la dalia se mantiene reteniendo de tres a cinco ramas primarias bien espaciadas y que el pellizco de los brotes apicales retrasa la floración entre 5 y 10 días y la duración de las plantas pueden ser más largas.

Cuadro 3. Variables morfológicas de plantas de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

Variable	Variedad Yaretzi
AP (cm)	100.81 ± 19.2
DT (mm)	13.6 ± 2.93
NN	11.29 ± 2.91
NRxP	5.78 ± 2.38
DF	90.16 ± 41.22
FxP	14.75 ± 12.26
PRxP (g)	350.86 ± 236.41
RxP	6.97 ± 6.24

Los valores representan la media ± desviación estándar (DE) (n = 30). AP: altura de planta, DT: diámetro del tallo, NN: número de nudos, NRxP: número de ramas por planta, DF: días a floración, FxP: flores por planta, PRxP: peso de raíces por planta, RxP: número de raíces por planta.

En ese sentido, la variabilidad presente en los caracteres agronómicos es importante para los mejoradores y productores en la selección de genotipos adecuados y en la selección de variedades que exhiban las características deseables para mejorar aún más, mediante la reproducción selectiva, según sea su objetivo (Carrasco-Ortiz et al., 2019) (Figura 1).

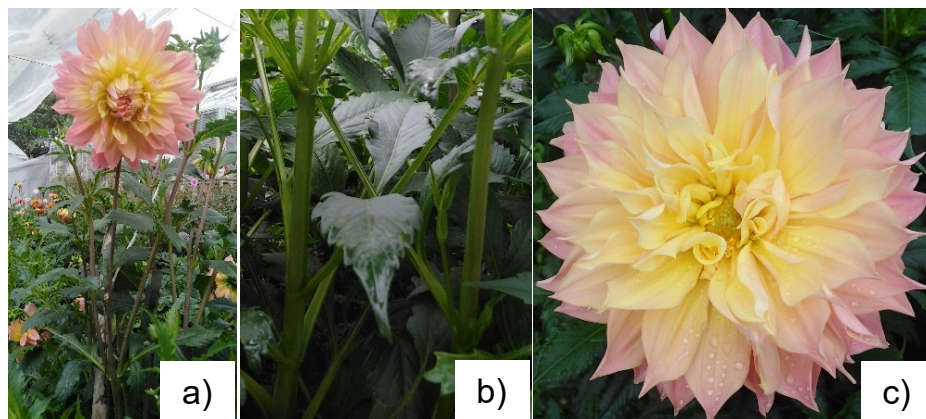


Figura 1. a) Planta adulta b) tallo c) capítulo floral de la variedad Yaretzi (*Dahlia × hortorum*).

7.2. Días a floración y número de flores por planta.

Los días a floración fueron 90 días, aproximadamente 3 meses, desde la fecha del trasplante en las tinas (Figura 2). La aparición de las primeras flores, se comenzaron a seguir el 11 de julio de 2023, para la fecha 20 de agosto las plantas llegaron al 50 % de floración. Hegde et al. (2022) evaluaron 35 genotipos en (*Dahlia variabilis* L.) los mínimos a floración fueron 31 y 40 días, mientras que el genotipo con mayor duración fue de 80 y 84 días, similar a los días de floración en ‘Yaretzi’. Por su parte, Heredia-Hernández (2017) indicó que la etapa de floración en *Dahlia variabilis* se alcanzó en seis semanas, es decir, bajo condiciones climatológicas normales del periodo de verano y bajo una simple estructura tipo túnel. El periodo de floración de ‘Yaretzi’ sucedió entre los meses julio a octubre. Bădulescu et al. (2021) refirieron que las dalias crecen en días cortos y noches frías, lo que explica su abundante floración en agosto-septiembre cuando el día se acorta y las noches se vuelven más frías.

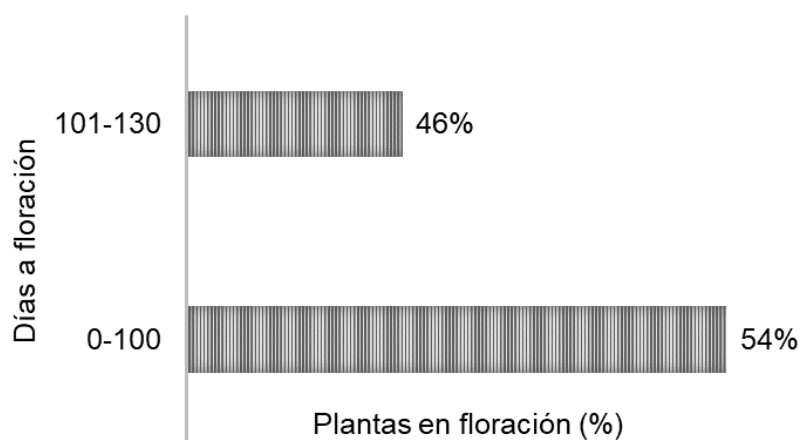


Figura 2. Días a floración de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

La máxima producción de flores se concentró en el 59 % del total de plantas (15 flores por planta) (Figura 3). García-Sánchez et al. (2023), informaron 33.7 flores por planta y Gupta et al. (2015) encontraron un menor número (9.06) en flores de dalia. Cabe destacar que ‘Yaretzi’ presentó una abundante floración. Esto, se relacionó con la capacidad de la planta para producir flores continuamente, durante el periodo de crecimiento e incluso después de que las flores viejas y marchitas se eliminan periódicamente, la planta continúa floreciendo profusamente. Esta es una característica de muchas variedades de dalia (Singh et al., 2023).

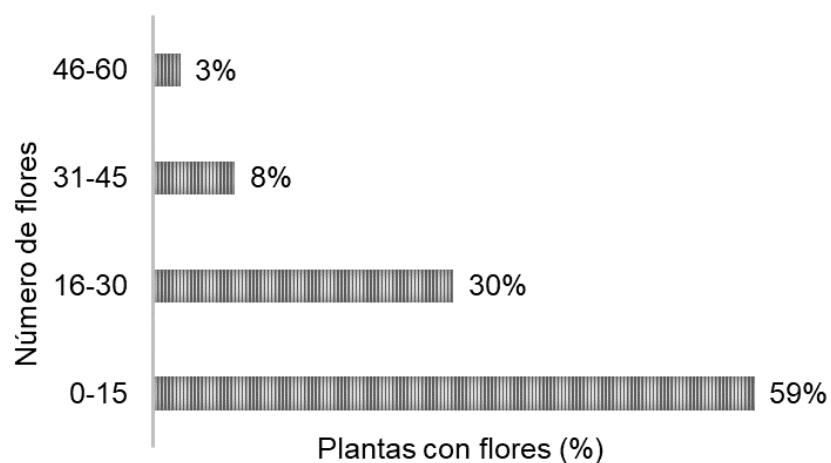


Figura 3. Número de flores por planta de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

7.3. Número y peso fresco de raíces por planta.

El 78 % de plantas presentó de 0 a 10 raíces y en promedio 7 raíces por planta (Figura 4). Ciobanu et al. (2016) obtuvieron 12 tubérculos por planta en *Dahlia híbrida*, a su vez, mencionaron que durante el invierno tienden a deshidratarse y el número de tubérculos puede disminuir. Con relación al peso fresco, se registró un promedio de 351 g. Se han indicado pesos de 276.93 g y un mínimo de 157.06 g Gupta et al. (2015) y por Hegde et al. (2022) 265.75 g tubérculos por planta en dalia.

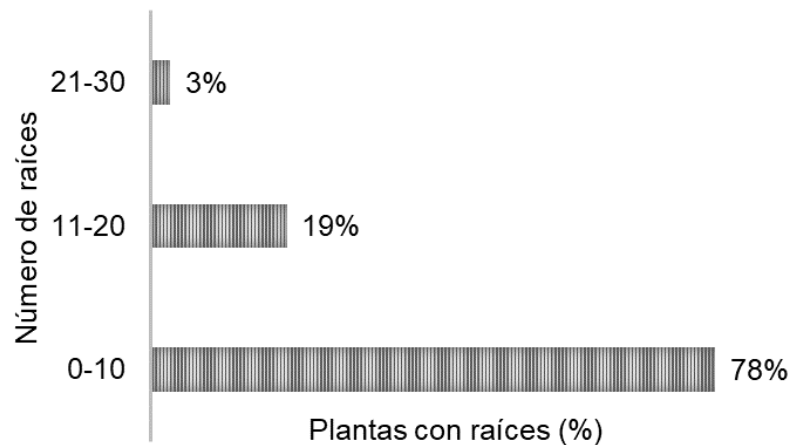


Figura 4. Número de raíces por planta de dalia (*Dahlia x hortorum*) variedad Yarezi.

El buen crecimiento de raíces tuberosas se ve favorecida por factores como el fotoperiodo corto de la dalia (Jiménez-Ruiz, 2023). La cantidad de tubérculos producidos por planta puede estar directamente relacionada con el aumento de la altura, es decir la fisiología y el patrón de crecimiento de la planta (Manjula, 2017) (Figura 5).



Figura 5. Raíces tuberosas de dalia variedad Yaretzi (*Dahlia x hortorum*).

7.4. Diámetro del pedúnculo, diámetro del capítulo, numero de lígulas y peso fresco del capítulo.

Otra característica importante en cuanto a la calidad de la flor es el diámetro del capítulo. En el Cuadro 4, se muestra el promedio (112.37 mm) del diámetro obtenido en ‘Yaretzi’, con un peso fresco de 17.04 g de la cabeza floral, 138.22 lígulas por capítulo y pedúnculo de 3.41 mm de diámetro. El diámetro obtenido en este estudio coincidió con lo registrado por Martínez-Damián et al. (2023) (11.34 cm, diámetro promedio), con relación a la cantidad de flores liguladas (72.25) fue mayor en este trabajo, por su parte Manjula (2017) informó un peso fresco máximo de 29.75 g. Al respecto, el autor mencionó que la variación de pesos frescos en las flores de dalia podría atribuirse a los mayores niveles de agua y carbohidratos debido a que la acumulación máxima de fotosintatos da como resultado un mayor tamaño en la flor, además el agua juega un papel muy importante en el mantenimiento de la turgencia, la frescura y la orientación de los pétalos de las flores. En otros estudios se han notificado diámetros máximos y mínimos de 24.5 y 18.30 cm, respectivamente, peso fresco de 107.74 g y un peso mínimo de 42.67 g por (Gupta et al., 2015). En resumen, el diámetro del capítulo floral en ‘Yaretzi’ representa una ventaja comercial, aparte del atractivo estético, pueden tener un mayor valor en el mercado por su mayor tamaño y pueden ser más fáciles de manejar durante el proceso de corte, empaquetado y transporte, lo que puede reducir el riesgo de daños durante la manipulación.

Cuadro 4. Variables morfológicas de los capítulos de flores de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

Variable	Variedad Yaretzi
DP (mm)	3.4 ± 0.3
DC (mm)	112.36 ± 9.83
NLC	138.22 ± 12.83
PF (g)	17.04 ± 3.04

Los valores representan la media ± desviación estándar (DE) (n = 30). DP: diámetro del pedúnculo, DC: diámetro del capítulo, NLC: número de lígulas por capítulo, PF: peso fresco.

7.5. Sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), vitamina C (VC) y contenido de clorofila (CC)

‘Yaretzi’ presentó un contenido de SST de 5.83 °Brix (Cuadro 5), mayor que la concentración indicada por Juhari et al. (2021) (3.8 °Brix) en cáliz de rosella (flor de jamaica). Otros autores como Ramos-Gutiérrez et al. (2020) encontraron valores mayores de 7.38 a 11.52 °Brix, en variedades de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L). Las concentraciones de sólidos solubles pueden variar dependiendo de algunos factores, como el ambiente, la especie, variedad y en cada sitio tiene importancia el factor genético y la densidad de plantación. Como lo señalaron Sánchez-Feria et al. (2017) las variables asociadas con el sabor o palatabilidad (pH y AT), están relacionadas al sabor junto con los SST, son características con mayor dependencia del ambiente y la interacción, que del genotipo. La acidez está directamente relacionada con la cantidad de ácidos orgánicos presentes en los extractos, posiblemente, ante una mayor competencia intraespecífica, las plantas disminuyan la síntesis de fotoasimilados y opten por utilizarlos para obtener energía en lugar de almacenarlos (Luna et al., 2023). A pesar de que la variedad Yaretzi fue sembrada en tinas con cierto límite de espacio, se obtuvo un contenido de SST similares o mayores a los encontrados en algunas especies de flores, específicamente de dalias sembradas al aire libre. Presento valores mayores a los reportados por Costa et al. (2022) en flores de dalia morada (05.24 Brix°) y por Rivera-Espejel et al. (2019) en las flores liguladas (cereza, amarilla y blanca) de *Dahlia × hortorum* (0.06 y 0.24 °Brix), respectivamente.

Respecto a la acumulación de ácido cítrico expresado como porcentaje, presentó un promedio de 7.81 % (Cuadro 5), mayor a lo obtenido por Rivera Espejel et al. (2019) en *Dahlia brevis* (0.31 %) y por Stefaniak y Grzeszczuk (2019) en flores de *Monarda didyma* L. (0.71 %). Al respecto Costa et al. (2022) indicaron que la relación SST/AT, que es responsable de determinar el sabor del alimento, fue alta en flores evaluadas de dalia morada 05.24 SST (g 100 g⁻¹) y AT 00.28 (g 100 g⁻¹ ácido cítrico), valores menores a los obtenidos en esta investigación. Stefaniak y Grzeszczuk (2019) indicaron en su estudio realizado, que las flores de *Monarda didyma* L. se caracterizaron por la mayor acidez titulable en comparación con otras especies de flores comestibles (0.71 %) y *Dianthus chinensis* L. 'Chianti' (89.78 %) tuvo el mayor contenido de ácido ascórbico, antocianinas y polifenoles totales; por lo tanto, mencionaron que se pueden utilizar para colorear azúcar, jarabes y diversas opciones. En ese sentido, las flores de dalia incluyendo 'Yaretzi', podrían considerarse alimentos atractivos, alternativas para uso industrial en preparaciones alimenticias, como en pasteles, yogures y mermeladas, ya que altos niveles de sólidos solubles, ácidos orgánicos y otros componentes disueltos en las dalias pueden mejorar sabor de los productos alimenticios (Silva et al., 2018).

Por otro lado, en un contexto donde los hábitos de alimentación están cambiando entre algunos sectores de la población, las características de calidad externa (color, forma y tamaño) si bien son importantes, no satisfacen las necesidades de información para la toma de decisiones por parte de los consumidores y surge la necesidad de señalar aspectos nutricionales, entre ellos, el contenido de ácido ascórbico (Martínez-Damián et al., 2021). Respecto al contenido de vitamina C, 'Yaretzi' presentó en promedio 5.00 mg/100 g de ácido ascórbico (Cuadro 5), similar a lo encontrado por Pinedo-Espinoza et al. (2020) en flores de *E. americana* (5.70 mg/100 g). Mientras que, Martínez-Damián et al. (2021) encontraron valores menores, 0.24 y 0.26 mg/100 g en flores comestibles de dalia (*Dalia × hortorum*) de diferente color (blanco, amarillo, jaspeado, rosa, morado y cereza) y Rivera Espejel et al. (2019) en *Dahlia coccinea*, valores de 0.9, 0.77 y 0.89 mg/100 g, en *Dahlia brevis* y *Dahlia merckii*, con 0.31 y 0.300 mg/100 g y en *Dahlia × hortorum* con lígulas moradas (0.20 mg/100 g). En comparación con los datos reportados en la literatura sobre flores comestibles, 'Yaretzi' presentó un bajo contenido en ácido

ascórbico y en comparación con los frutos de guayaba, que se caracterizan por ser fuentes ricas en vitamina C (50-300 mg/ 100 g) valor más alto en la guayaba). La guayaba contiene aproximadamente 230 mg de ácido ascórbico total/100 g de porción comestible de fruta, cinco veces más que una ración de naranja (Gupta et al., 2018). La relevancia del ácido ascórbico (vitamina C) se debe a sus características como un antioxidante que se disuelve en agua, lo que beneficia la actividad enzimática al funcionar como cofactor en diversas reacciones. Su capacidad para proteger contra el estrés oxidativo y colaborar con otros antioxidantes lo convierte en un nutriente fundamental para la salud humana (Lugo-Morales et al., 2021). Finalmente, el contenido de clorofila (Cuadro 5) fue menor que el encontrado por otros estudios. De Bona et al. (2017) encontraron 0.95 mg/g en flores de pirita (*Tropaeolum pentaphyllum*). Pensamiento-Niño et al. (2021) 66.02 mg/g en flores de cardón (*C. rosea*) y Stefaniak y Grzeszczuk (2019) 461,67 y 369.78 mg/g en flores de *Monarda didyma* L. y *Clavel chinensis* L. 'Chianti', respectivamente. Comparando con otras flores 'Yaretti' no es rica en clorofila.

Cuadro 5. Contenido de fitoquímicos en flores de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretti.

Variable	Variedad Yaretti
SST (°Brix)	5.83 ± 0.57
AT (%)	7.81 ± 1.10
VC (mg/100 g)	5.00 ± 2.54
CC (mg/100 g)	0.08 ± 0.12

Los valores representan la media ± desviación estándar (DE) (n = 10). SST: sólidos solubles totales (°Brix), AT: acidez titulable, VC: vitamina C, CC: contenido de clorofila.

7.6. Contenido de antocianinas totales, carotenoides, fenoles totales y capacidad antioxidante.

Los asombrosos colores de las flores se deben a los pigmentos vegetales hidrosolubles llamados antocianinas. La rosa, el crisantemo, el hibisco, el pelargonio, la petunia y el pensamiento son fuente rica de estos pigmentos (Kumari & Bhargava, 2021). En *Dahlia pinnata* se ha informado previamente contenidos de 28.01 y 12.80 mg (cianidina-3-glucósido) /g en diferentes extractos (Granados-Balbuena et al., 2022). Otros estudios

reportaron contenidos alrededor de 29.61 y 13.73 mg/g de pétalos frescos para diferentes cultivares de extractos de dalia negra y morada (Deguchi et al., 2016). Sin embargo, Petrova et al. (2020) revelaron contenidos inferiores a lo obtenido en 'Yaretzi', en dalia decorativa 0.15 mg (cianidina-3-glucósido)/g. 'Yaretzi' presentó una concentración promedio de 1.46 mg/L (Cuadro 6), este resultado es inferior a los indicados por de Morais et al. (2020) en clítoria azul (*Clitoria ternatea*) 4.80 mg/g y cravina (*Dianthus chinensis*) 17.40 mg/g y Benvenuti et al. (2016) informaron la presencia de un alto contenido de antocianinas destacando cianidina-3-glucósido, como el compuesto principal detectado en rojo *Clavel barbatus* L. (13.35 mg/g) y rojo *Petunia hibrida* Vilm. (14.44 mg/g). En breve, estos pigmentos confieren una coloración en tonos rojo anaranjado a azul violeta en frutas, flores, hojas y la observación de una mayor intensidad de estos colores, coincide con una mayor presencia de antocianinas en esos tejidos (de Morais et al., 2020). A su vez Benvenuti et al. (2016) y González-Barrio et al. (2018) mencionaron que los niveles de antocianinas en las frutas se han correlacionado con su intensidad de color rojo a violeta, coincidiendo con el consenso de que bajos contenidos de antocianinas están presentes en flores menos rojas y de colores brillantes. Tal es el caso de 'Yaretzi' a quien se le pudiera atribuir un bajo contenido de antocianinas, ya que se aleja de tener un intenso color rojo, como otras variedades de dalia (*Dahlia pinnata*) que tiene tonalidades con tendencia al color rojo y ha mostrado un contenido de antocianinas y actividad antioxidante similar o mayor en comparación con otras fuentes conocidas de antocianinas. Sin embargo, la selección de los materiales en flores de dalia, no solo se realizan para uso comestible, como el caso de 'Yaretzi' que fue seleccionada por ser una flor muy atractiva que la perfila para ornato.

Ahora bien, dentro de la clase de pigmentos vegetales, también se encuentran los metabolitos liposolubles llamados carotenoides, que son los responsables de las tonalidades que van del amarillo al naranja y al rojo (Pires et al., 2021). En este trabajo se obtuvo una concentración de 0.05 mg (E β -caroteno)/g en 'Yaretzi' (Cuadro 6), similar a los obtenidos por Pensamiento-Niño et al. (2021) quienes detectaron carotenoides amarillos (β -caroteno, β -criptoxantina y zeaxantina) en flores de xoconostle var. Cuaresmeño rosado (*Opuntia matudae*). Mientras que Chensom et al. (2019) reportaron

mayores contenidos de carotenoides rojos (β -caroteno + β -criptoxantina) de 0.279 y 0.344 mg/g en *Cosmos sulphureus* Cav. y flores de *Primula* $\times$ *polyantha*, respectivamente. Otros estudios realizados por Grzeszczuk y Wesołowska (2018) encontraron un contenido de carotenoides de 218.34 mg/g en los aceites esenciales de las flores de *Chrysanthemum parthenium aureum*. En dalias se ha publicado concentraciones de 0.24 mg (E β -caroteno) / g (variegada), 0.15-0.13 mg/g (blanco), 0.51-0.31 mg/g (rosa) y 0.89-0.50 mg/g (púrpura), en flores liguladas de dalia de diferente color (Martínez-Damián et al., 2021) y 0.25 mg/g para dalia morada (Costa et al., 2022). Lo anterior, se relacionó con el resultado obtenido en este trabajo y corroboró lo encontrado por Lara-Cortez et al. (2014) que las lígulas de color naranja tienen contenidos de carotenoides más altos, mientras que los colores con el contenido más bajo son el rojo y el amarillo. El color rojo puede estar asociado con el contenido de antocianinas y no por su concentración en carotenoides totales, ya que estos pigmentos pueden ser prominentes en algunas flores rojas. Así mismo, Fernández et al. (2018) afirmaron que si bien los carotenos son minoritarios en las flores comestibles (en comparación con las xantofilas), algunos de sus derivados (licopeno y β -caroteno) son frecuentemente citados en informes científicos debido a sus propiedades bioactivas. En flores de color amarillo como el girasol (*Helianthus annuus*), posee estos pigmentos, con propiedades que ayudan a prevenir dolores de cabeza, resfríos y trastornos nerviosos, un rojo intenso como el de la dalia (*Dahlia australis*) contiene carotenoides con propiedades antioxidantes (Albán et al., 2018). Además, las dalias como 'Yarezi', pueden tener beneficios adaptativos, ya que pueden diferenciarse y reducir la competencia atrayendo a polinizadores que persiguen colores menos saturados, en ambientes donde múltiples especies de plantas compiten por la atención de los polinizadores, y al distinguir colores entre individuos de la misma especie, puede ayudar a prevenir la autofecundación y promover la variabilidad genética de la población. También, el contenido de carotenoides varía según la especie de flor estudiada y esto puede atribuirse a una combinación de factores genéticos y ambientales (Kamalambigeswari & Rebecca, 2016).

Por otro lado, varios estudios han demostrado que las flores, principalmente las que son comestibles, proporcionan una fuente alternativa de compuestos fenólicos, y que el alto contenido, está asociado directamente con la actividad antioxidante. Estos compuestos

se encuentran en una amplia variedad de verduras, frutas, cereales y flores comestibles, y la actividad antioxidante se debe a su capacidad para eliminar radicales libres que ayudan a neutralizarlos y proteger las células del daño oxidativo (da Silva et al., 2020; González-Barrio et al., 2018). El contenido fenólico observado en las flores de 'Yaretzi' (Cuadro 6) (31.52 mg EAG/g de fenoles totales) fue mayor a los datos indicados por Hernández-Epímenio et al. (2022), en flores liguladas de *Dahlia × hortorum*; ácido gálico (1.0 y 3.19 mg/g), ácido cafeico (0.48 a 2.29 mg/g) y ácido clorogénico (1.36 a 17.53 mg/g), por Petrova et al. (2020) en dalia (*Dahlia decorative*) 3.51 mg EAG/g y por Chensom et al. (2019) en flores amarillas de cosmos y en flores de rosa 'Purple Fragrance' y rosa 'Yves Piaget' (13,08, 12,36 y 9,99 mg EAG/g), respectivamente. Sin embargo, el valor encontrado en este estudio resultó ser inferior a los encontrados por Souza et al. (2021) en flores de gladiolo con valor medio de 137.1 mg EAG/g. No obstante, el resultado de la concentración de fenoles presentes en 'Yaretzi', se encuentra dentro de la amplitud encontrada en la literatura científica para los compuestos fenólicos totales de flores comestibles, como lo revelaron Navarro-González et al. (2015) tras encontrar una concentración de 26.63 mg EAG/g en flores de cempasúchil (*Tagetes erecta*). Sumado a lo anterior Nowicka y Wojdyło (2019) entre 16 especies seleccionadas, encontraron que las flores de la familia *Asteraceae* se caracterizaban por el mayor contenido de ácidos fenólicos, excepto la caléndula (15 mg EAG/g). Por su parte Petrova et al. (2020) evaluó estos compuestos en cinco flores comestibles y encontró ácido chicórico únicamente en las flores de dalia, lo que podría explicarse por el hecho de que este ácido es típico de la familia *Asteraceae*. Y a diferencia de otros compuestos presentes en 'Yaretzi', la síntesis de compuestos fenólicos es mayor en su flor, mismos que atraen insectos polinizadores (García-Azpeitia et al., 2022). Aunque existe una alta variabilidad en el contenido de estos compuestos, que depende de la especie, factores genéticos y condiciones previas a la cosecha (Gundogdu et al. 2017). Las diferencias observadas en la composición fenólica de flores de dalia, pertenecientes a una misma o diferente especie están influenciadas por factores ambientales (humedad, luz, temperatura, precipitaciones y estructura del suelo), así como el cultivo y el período de floración. Los fenólicos representan una interfaz química entre las plantas y el medio ambiente, por lo que estos factores, pueden afectar la acumulación de compuestos

bioactivos en los órganos de las plantas (de Moraes et al., 2020). Debido a su poder antioxidante, son de primordial interés las fuentes naturales de alimentos con fenólicos, que ejercen un impacto positivo en problemas de salud prolongados, como diabetes, obesidad, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (Kumari et al., 2021).

Los valores de la capacidad antioxidante (CAT) fueron, 72.56 $\mu\text{mol ET/g}$ (FRAP) y 186.09 $\mu\text{mol trolox/g}$ (ABTS) (Cuadro 6). Estos valores también se correlacionan con un alto contenido de fenoles. Al respecto Prabawati et al. (2021) señalaron siempre que una flor comestible tenga una diversidad y mayor cantidad de compuestos fenólicos, la flor puede exhibir una alta actividad antioxidante. Además, el ácido ascórbico, los carotenoides y los compuestos fenólicos, trabajan en sinergia con la actividad antioxidante, lo que contribuye a los efectos beneficiosos para la salud asociados al consumo de alimentos ricos en antioxidantes vegetales. La alta actividad antioxidante de 'Yaretzi' probablemente provino de sus buenos niveles de sólidos solubles, ácidos orgánicos y como consecuencia de su elevada concentración de fenoles. Confirmando lo que señalaron Lara-Cortés et al. (2014) donde la actividad antioxidante es un parámetro que evalúa en qué medida el antioxidante impide que su sustrato se oxide. Cuando el valor es cercano a 100, significa que la actividad del compuesto antioxidante es alta. Ambos métodos mostraron una elevada capacidad antioxidante, principalmente por ABTS, pero en comparación con el contenido 225.08 y 392.65 equivalentes trolox (TE)/g obtenido por Pensamiento-Niño et al. (2021) en flores de *Echinocereus cinerascens* mediante los ensayos DPPH- y ABTS+, estos valores fueron menores. No obstante, fueron superiores en comparación con los notificados por Grzeszczuk y Wesolowska (2018) contenidos de 20.04 a 92.08 (DPPH) en las flores de tres cultivares de crisantemo. En flores de *Monarda didyma* L. 8.14 y 18.39 mg TE/g y para flores de *Dianthus chinensis* L. 'Chianti' 15.01 y 14.22 mg TE/g, en ABTS y FRAP, respectivamente (Stefaniak & Grzeszczuk, 2019). Mientras que Prabawati et al. (2021) encontraron que para flores *Calendula officinalis* 58.96 mg TE/g (FRAP) y 48.15 mg TE/g (ABTS) quienes, a la vez, mencionaron sus beneficios para la salud, como antioxidante, antiinflamatorio, antimicrobiano. Así mismo, en flores de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) FRAP 2.31 mM TE/g y 7.8 mM TE/g FRAP Y ABTS, respectivamente, con efectos antiinflamatorio, antioxidante, anticancerígeno.

Para flores liguladas de algunas especies de dalia silvestre Rivera-Espejel et al. (2019) señalaron para *Dahlia × hortorum* de diferentes colores, 22.97, 20.86, 15.11, 19.97 y 34.99 mg AAEVC g⁻¹ (Cherry, Yellow, White, Purple, y Red) respectivamente. A su vez mencionaron que el color de las flores también se relacionó con la capacidad antioxidante, siendo los más altos en su trabajo, las flores de color cerezas, amarillas y rojas, colores que coinciden con la flor de ‘Yaretzi’, que presentó una tonalidad con tendencia al rojizo-amarillento.

Cuadro 6. Contenido de fitoquímicos (compuestos bioactivos) en flores de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

Compuestos bioactivos	Variedad Yaretzi
Antocianinas totales (mg cyd/L)	1.46 ± 0.41
Carotenoides totales (mg Eβ-caroteno/g)	0.05 ± 0.00
Fenoles totales (mg EAG/g)	31.52 ± 16.67
Capacidad antioxidante FRAP (μmol ET/g)	60.63 ± 8.22
ABTS (μmol trolox/g)	177.42 ± 9.16

Los valores representan la media ± desviación estándar (DE) (n = 10).

7.7. Minerales

La función individual y el contenido de elementos minerales son importantes para incluir flores comestibles en la nutrición humana. Ya que, juegan un papel importante en la formación de metabolitos secundarios. Los elementos con concentraciones más abundantes en el tejido vegetal de las flores de ‘Yaretzi’, fueron los microelementos (Fe, Cu, Zn, Mn y B) siendo el más alto Zn seguido del B y Fe (120.25, 114.26 y 65.75 mg kg⁻¹), respectivamente (Cuadro 7). Los macroelementos se detectaron en concentraciones bajas, siendo el N y K los más altos y ligeramente similares (2.36 y 2.45 %). Cabe resaltar lo que describieron Fernández et al. (2017), las flores comestibles son más ricas en potasio que en sodio, el K beneficia la prevención de enfermedades cardiovasculares. Pinedo-Espinoza et al. (2020) determinaron en flores de *Agave salmiana*, *Aloe vera*,

Erythrina americana, y *Myrtillocactus geometrizans* que K y N fueron los macroelementos más abundantes en las muestras, cuyos valores oscilaron entre 2.90 a 1.60 y 2.70 a 1.72 g/100 g, respectivamente, y para los microelementos los valores oscilaron de 77.29 a 86.60 g/100 g (Fe) 46.60 a 50.29 g/100 g (Zn) y 60.82 a 62.60 g/100 g (B). Por otro lado, Costa et al. (2022) describió los macroelementos presentes en las flores de dalia, en orden decreciente K (43.82 g/100 g), N (20.1 g/100 g), P (03.51 g/100 g), Ca (02.49 g/100 g), Mg (02.00 g/100 g) y S (01.31 g/100 g). En cuanto a los microelementos, tanto en flores como en raíces (orden decreciente) Fe (207.82 g/100 g), Zn (30.58 g/100 g), Mn (24.39 g/100 g), B (20.60 g/100 g) y Cu (06.67 g/100 g), comparado con 'Yaretzi', en ambos resultados resaltan el K y N y el Fe y Zn, macro y microelementos. Así mismo, Navarro-González et al. (2015) identificaron los elementos minerales más abundantes en tres flores comestibles, *Tropaeolum majus*; zinc, hierro, cobre, manganeso, estroncio y potasio, en *Tagetes erecta*; hierro, estroncio, zinc, manganeso y potasio, y en *Spinacia oleracea*; hierro, estroncio, manganeso, zinc y potasio. Por otro lado, también se han encontrado concentraciones menores de Zn en otras flores como *Begonia boliviensis*, *Chrysanthemum frutescens*, *Tagetes patula* y *Rosa odorata* (3.2, 5.7, 14.2 y 4.5 g/100 g) respectivamente (Fernández et al., 2017). Sin embargo, en los pétalos de 'Yaretzi', la mayor concentración de microelementos está relacionado a que en hojas y pétalos, la velocidad de la actividad fotosintética es mayor. Como lo señalaron Zhao et al. (2016) los microelementos se encuentran en mayor concentración en hojas, debido a que son los órganos principales donde se distribuyen los nutrientes, los cuales pueden ser acumulados en los pétalos debido al color de la flor o la protección contra el estrés ambiental después de haber sido absorbidos por la raíz, lo que a su vez garantiza el flujo de nutrientes en la planta completa. En resumen, la composición nutricional de 'Yaretzi' es muy similar al de otras flores reportadas en la literatura.

Cuadro 7. Contenido de macro y microelementos en tejido vegetal de flores de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

Minerales	Variedad Yaretzi				
Macroelementos (%)	N	P	K	Ca	Mg
	2.36	0.25	2.45	0.44	0.35
Microelementos (mg kg ⁻¹)	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	65.75	24.75	120.25	5.5	114.26

7.8. Color

En cuanto a los parámetros colorimétricos el brillo (que va de 0 para el color negro a 100 para el color blanco), presentó valores con tendencia hacia el blanco (Cuadro 8), es decir mayor luminosidad ($L^* = 67.07-73.29$), salvo la parte inferior, presentó una luminosidad ligeramente mayor que la parte superior de la lígula. En lo concerniente Espejel et al. (2019) indicaron que la luminosidad se asoció con la mayor absorción de longitudes de onda de luz y una alta concentración de antocianinas y carotenoides resulta en valores bajos para L^* , contrario a lo obtenido en este trabajo donde ‘Yaretzi’ que, haciendo la comparación con otras flores, fue relativamente baja en antocianinas. Las tonalidades ($H^\circ = 24.19-23.31$) que presentaron ambas partes de la lígula (superior e inferior) fueron similares con tendencia a un color naranja-amarillento, lo que coincidió con Martínez-Damián et al. (2023) al describir las características distintivas de la variedad Yaretzi. De acuerdo con Valderrama (2022) los colores de las flores derivaron de dos grupos químicos los carotenoides (rojo, anaranjado, marrón, amarillo) y las antocianinas (rojo, púrpura, amarillo, azul, violeta, salmón). A propósito, Flores-Pérez et al. (2021) refirieron que la cianidina es una de las principales antocianinas en los pétalos de varios colores de flores, además de su contenido, también puede variar dentro de las diferentes tonalidades de rojo desde el rosa claro, rosa, rojo oscuro y marrón. A medida que la concentración de antocianinas aumenta el color tiende a ser más oscuro, lo que indicó que existió una correlación entre el contenido de antocianinas y la diferencia de tono. Lo anterior confirmó lo que mencionaron Souza et al. (2021), en las dalias, el contenido de antocianinas tiene una alta correlación con el color de la flor. Cuanto más cercano al morado, mayor es el contenido de antocianinas, y cuanto más cercano al blanco, menor

es el contenido. Al respecto, 'Yaretzi' presentó 0.15 mg (cianidina-3-glucósido) /g y con relación al color obtenido, se confirma lo antes mencionado. La pureza ($C^* = 55.46-53.44$) también presentó valores similares pero la cromaticidad de la parte superior de la lígula fue ligeramente mayor. Lo que dio como resultado un color rojizo-amarillento dato que también se asemejó con Martínez-Damián et al. (2023), que las flores liguladas de 'Yaretzi' poseen dos colores y reporta al color secundario como amarillo.

Cuadro 8. Evaluación de color en pétalos de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

Parámetros evaluados	Variedad Yaretzi
L*	67.07-73.29
C*	55.46-53.44
H°	24.19-23.31

L*: brillo, C*: pureza, H°: tonalidad.

7.9. Análisis sensorial

Respecto a los atributos organolépticos de los pétalos de 'Yaretzi', estos resaltaron en cuanto a textura y apariencia visual, en cuanto al sabor y aroma, se tuvo una buena aceptación (Cuadro 9). Al respecto, Grzeszczuk y Wesolowska (2018) y Ibrahim (2017), mencionaron que, los compuestos responsables del aroma de las flores están preferentemente contenidos en sus aceites esenciales y este atributo se considera una fuente de identidad, donde influye la especie y variedad. El sabor es el resultado del contenido de diferentes azúcares, ácidos y otras sustancias que generan sabor amargo, como los polifenoles, sin embargo, la apreciación del sabor es muy particular (Liu & Ly, 2019).

Cuadro 9. Resultado análisis sensorial de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

Valor	Carácter	Atributo			
		Sabor	Aroma	Textura	Apariencia visual
1	Me gusta mucho			x	x
2	Me gusta mucho		x	x	
3	Ni me gusta, ni me disgusta	x	x		
4	Me disgusta poco				
5	No me gusta				

7.10. Análisis proximal de raíces tuberosas de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

La composición proximal de los tubérculos de 'Yaretzi' se presentó en base seca. Con 23.65 % de humedad (Cuadro 10), dicho valor es similar a lo indicado por Rivera-Espejel et al. (2019) en especies silvestres *D. brevis*, *D. merckii* y *D. × hortorum* (88.71, 83.21 y 82.37 %), respectivamente. Así mismo, Nsabimana y Jiang (2011) informaron que el contenido de agua en los tubérculos de *Dahlia* varió de 83.36 a 86.49 % y por Padhan et al. (2020) en ocho especies de ñame silvestres (*Dioscorea* spp.) entre 54.0 y 82.5 % del peso fresco. El alto contenido de humedad, siendo más del 80 % de su masa agua, confirmó que este alimento, es bajo calóricamente en esta variedad (Lara-Cortés et al., 2014). Lo anterior se corroboró con Marques et al. (2019), donde las raíces son menos calóricas, debido a la presencia de carbohidratos en la fase inicial del desarrollo de la planta, estos carbohidratos lo utilizan principalmente, para el crecimiento y formación de las estructuras vegetativas, influyendo en el número de raíces formadas en su conjunto. Una vez establecido el número de raíces de reserva, estas aumentan de tamaño, sin que surjan nuevas raíces, sin embargo, dependiendo de la interacción del genotipo con el medio ambiente, es posible que también ocurra lo contrario como consecuencia del ambiente de cultivo. Por otra parte, cuando la planta ha completado su fase de crecimiento vegetativo (tallos con su máximo peso seco), se genera mayor materia seca en las raíces, debido a que la planta dirige más recursos hacia las raíces, para funciones como almacenar nutrientes. Bădulescu et al. (2021) señalaron que la materia seca total de los tubérculos de dalia contiene entre 4.8 y 11.1 % de fibra. Lo que refiere el valor de materia seca para 'Yaretzi' fue mayor (21.27 %) de igual manera, con lo indicado por Rivera-Espejel et al. (2019) en raíces tuberosas de algunas variedades de dalia silvestre (*Dahlia brevis*, *Dahlia merckii*, *Dahlia coccinea*, *Dahlia campanulata*, *Dahlia × hortorum*), entre 11.29 y 24.38 %. de Pro (1979) resaltó la importancia de la materia seca como un complemento del contenido de agua, ya que en esta se encuentran todos los nutrientes que no son agua. Por tanto, cuando exista menor materia seca habrá mayor contenido de humedad y el valor nutritivo del alimento será menor. Lo anterior, coincidió con los

valores obtenidos en los tubérculos de ‘Yaretzi’, los cuales presentaron menor materia seca (21.27 %) y por ende mayor contenido de humedad (78.73 %). El control del contenido de humedad en los alimentos es importante para mantener su calidad, ya que afecta la vida útil y la calidad microbiana del alimento, además de influir en la estructura, apariencia y reacciones químicas y enzimáticas que conducen a la degradación (Souza et al., 2021; Costa et al., 2022).

Otro constituyente importante de la materia viva, son las proteínas. Mejía-Muñoz et al. (2020) informaron que la dalia tiene un contenido de proteína de 6.5 a 15.3 %, que se considera intermedio comparado con otros productos vegetales. Lo que indicó, que ‘Yaretzi’ se ubica dentro de esa amplitud (Cuadro 10). Otros autores han encontrado mayores contenidos de proteína a lo obtenido en esta variedad. En especies silvestres *Dahlia merckii* (10.16 %), *Dahlia coccinea* (9.52 %), en especies cultivadas *Dahlia × hortorum* (10.14 %) (Rivera-Espejel et al. 2019) y en tubérculos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) 5.33 % (Lopera-Marín et al., 2020). Se encontró un contenido de grasa relativamente alto (2.0 %) comparado con los valores encontrados por Bramont et al. (2018) el extracto etéreo calculado en base seca fue 0.83 g/ 100 g y por Rivera-Espejel et al. (2019) en especies silvestres *Dahlia merckii* y *Dahlia brevis* (0.75 y 0.54 %, respectivamente). Factores como la intensidad de la luz, el estrés salino, la deficiencia de nutrientes y el método de cultivo pueden alterar el metabolismo de los lípidos en las plantas.

Cuadro 10. Análisis proximal de raíces tuberosas de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

Parámetros (% en base seca)	Variedad Yaretzi
Humedad	78.73 ± 3.59
Materia seca	21.27 ± 3.60
Proteína cruda	8.70 ± 0.69
Grasa cruda	1.99 ± 0.79
Fibra cruda	12.62 ± 1.03
Cenizas	4.96 ± 0.62
Materia orgánica	95.03 ± 0.62

Los valores representan la media ± desviación estándar (DE) (n=10).

El bajo contenido de extracto etéreo (menores de 1%) observado es favorable e incluso requerido para el uso de esta raíz como productos procesados, como harinas y almidones pueden ser indicados para dietas de reducción de peso, pues este valor comprende la mayoría de los frutos, hortalizas y flores comestibles (Franzen et al., 2018).

Los resultados obtenidos para fibra y carbohidratos (ELN), con valores de 56.29 % y 61.55 %. Para fibra fue mayor en tubérculos de 'Yaretzi', comparado con otros estudios en *Dahlia* spp. 2.03 % Campos et al. (2013), en ñame silvestre de 1 a 2.02 % Padhan et al. (2020) y en *Dahlia × hortorum* 6.2 % (Mejia-Muñoz et al., 2020). De acuerdo con el Codex Alimentarius (1997), para que un alimento sea caracterizado como fuente de fibras, debe presentar valores superiores a 3 g de fibras/100 g (sólidos). La fibra como ingrediente alimentario puede ofrecer funcionalidades fisiológicas para cada propiedad tecnológica. Por tanto, la industria alimentaria puede aprovechar las propiedades fisicoquímicas descritas para mejorar la viscosidad, la textura, las características sensoriales y la vida útil de sus productos. Los subproductos ricos en fibra pueden incorporarse a los productos alimentarios como no calóricos para sustituir parcialmente a la harina, la grasa o el azúcar, como potenciadores de la retención de agua y aceite y para mejorar la emulsión o la estabilidad a la oxidación. Sin embargo, el porcentaje de fibra que puede añadirse es limitado, ya que puede provocar cambios indeseables en el color y la textura de los alimentos (Elleuch et al., 2011). Por otro lado, los alimentos con un alto contenido de carbohidratos totales se consideran alimentos energéticos, que incluyen granos y cereales con un contenido del 60 al 80 %, así como raíces y tubérculos, junto con algunas frutas cuyo contenido en esta fracción supera el 50 % (Tejada de Hernández, 1985). En ese sentido, los tubérculos de 'Yaretzi' se podrían considerar como un alimento energético, ya que presentaron un contenido de carbohidratos superior a 50 %. El contenido de cenizas fue en promedio 4.97 % (Cuadro 10). Al respecto, Nsabimana y Jiang (2011) al determinaron contenidos de cenizas en *Dahlia pinnata* el valor varió del 2.86 al 4.29 %. Moreno y Vargas (2019) informaron valores más bajos (80.29, 0.27 y 0.27 %) al caracterizar almidón en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*). El contenido de cenizas en los alimentos corresponde a la cantidad de minerales, y la composición química del suelo es uno de los factores que más influye en la proporción de cenizas en los alimentos porque este componente es el resultado de interacciones complejas entre

los minerales del suelo y en los tejidos de toda la planta (Costa et al., 2022). Así, el contenido mineral del alimento está ligado al origen de este producto, por lo tanto, en ocasiones se puede utilizar el perfilado mineral de los tubérculos para verificar el origen de los productos (Pacheco et al., 2020). Un parámetro importante relacionado con las cenizas es la materia orgánica Campos et al. (2013), indicaron un valor de 88.08 % (base seca) en tubérculos de la *Dahlia* spp. Al presentar 'Yaretzi' un bajo contenido de ceniza (4.96 %), tiene un incremento de los componentes de la materia orgánica (Cuadro 10). Informes previos, demostraron que los tubérculos de dalia tienen un valor calórico bajo, entre 180-193 kcal/100 g de materia seca. Proporciona un aporte calórico bajo, por lo que es necesario consumir una gran cantidad de este alimento (Bădulescu et al., 2021). Por tanto, se puede considerar que para 'Yaretzi' la baja cantidad de cenizas con relación a la materia orgánica puede indicar una mayor proporción de componentes orgánicos como proteínas, carbohidratos y lípidos.

El contenido de calcio presente en los tubérculos de 'Yaretzi', fue de 0.24 % (Cuadro 11). Nsabimana y Jiang (2011) registraron una cantidad alta de calcio, en los tubérculos de *Dahlia pinnata* 5.46 mg g⁻¹ de Ca y 861 mg g⁻¹ de P. El fósforo estuvo presente en 0.27 %. Costa et al. (2022) mencionaron que aproximadamente 250 g de raíz de dalia aportarían casi el 14 % de fósforo (0.7 g) en la ingesta diaria recomendada para adultos. Es sabido que las raíces de dalia y de otras plantas, son ricas en carbohidratos de reserva siendo su carbohidrato más abundante la inulina, presentando niveles que oscilan entre el 57.95 y el 72.25 %, dependiendo de la especie, origen de la planta, clima, condiciones de cultivo, madurez de las raíces y tiempo de almacenamiento después de la cosecha (Ciobanu et al., 2016; Baranska et al., 2013; Costa et al., 2022). En esta investigación, los tubérculos del 'Yaretzi' presentaron un valor de inulina, inferior (Cuadro 11) a los indicados por Mejia-Muñoz et al. (2020) en seis especies de dalia; *Dahlia × hortorum*, *Dahlia coccinea*, *Dahlia campanulata*, *Dahlia neglecta*, *Dahlia brevis* y *Dahlia merckii* (82.9, 72, 71.4 35.9, 71.8 y 76.9 %) respectivamente. Corroborando estudios realizados por Rivera-Espejel et al. (2019), quienes obtuvieron un contenido máximo de 72.25 g/100 g⁻¹ en diferentes especies; *Dahlia campanulata* (72.25 g/100 g⁻¹) y *Dahlia coccinea* (66.17 g/100 g⁻¹) *Dahlia coccinea* (59,36 g/100 g⁻¹) y en *Dahlia × hortorum* especie cultivada con

el 57.9572.25 g/100 g⁻¹. En este sentido, una comparación interesante la representa la achicoria roja (*Cichorium intybus* var. *sativum*), una planta cultivada en Europa del Este y cuyo contenido de inulina es aproximadamente el 80 % del peso seco de sus raíces, según informes anteriores de (Başaran et al., 2017); Vandoorne et al., 2012); Rivera-Espejel et al., 2019). Lo que demostró que la especie utilizada es una excelente materia prima, es decir, proveedor de inulina.

Cuadro 11. Análisis proximal y contenido de inulina de raíces tuberosas de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yaretzi.

Variables (% en base seca)	Variedad Yaretzi
Ca	0.24 ± 0.04
P	0.27 ± 0.15
Inulina	23.61 ± 3.47

Ca: calcio, P: fósforo. Los valores representan la media ± desviación estándar (DE) (n=10).

Los valores de fibra detergente neutro (FDN) y de fibra detergente acida (FDA) fueron mayores a los encontrado por Vergara et al. (2019), 2.8 para la fibra insoluble (FDN) y 0.8 % para fibra soluble (FDA) en zanahoria morada (*Daucus carota*) y por Silva (2018) 5.74 % (FDA) y 8.00 % (FDN) en yacón, (*Smallanthus sonchifolius*). Mientras que Glassey (2013) encontró para achicoria 23 % de fibra detergente acido, valor superior a lo obtenido para ‘Yaretzi’. Al respecto, Melanie et al. (2015) subrayaron, que la dalia es una planta con un alto contenido de fibra soluble (40-80 %), como la inulina, un carbohidrato de almacenamiento que tiene una amplia importancia nutricional y farmacéutica. El valor del contenido celular (80.58 %), la celulosa (14.03 %), la hemicelulosa (-0.01), lignina (6.53 %) y sílice (-1.01%) (Cuadro 12). Si la FDN es ligeramente igual a la FDA, significa que no hay hemicelulosas, es decir no hay polímeros de pentosa, razón por la cual el valor de hemicelulosa sale muy próximo a cero, mismo caso para sílice. La lignina es un componente importante de las paredes celulares, que proporciona integridad estructural y mecánica de las paredes celulares y resistencia a la degradación o ataques patógenos (Perera et al., 2011). La celulosa es el principal constituyente de la pared celular vegetal y, por tanto, se espera su presencia en todos los tejidos (Ciobanu, 2016). Numerosos investigadores han determinado el contenido de celulosa, hemicelulosas y lignina de las

fibras alimentarias procedentes de diferentes fuentes de alimentos. Se sabe que los efectos fisiológicos y fisicoquímicos de las fibras alimentarias dependen de la cantidad relativa de cada uno de sus componentes, especialmente en lo que respecta a las fracciones soluble e insoluble (Nsabimana & Jiang, 2011).

Cuadro 12. Análisis proximal de raíces tuberosas de dalia (*Dahlia × hortorum*) variedad Yarezi.

Parámetros (% en base seca)	Variedad Yarezi
FDN	19.41 ± 3.05
FDA	19.43 ± 2.30
Contenido celular	80.58 ± 3.05
Celulosa	14.03 ± 1.09
Hemicelulosa	-0.01 ± 0.96
Lignina	6.53 ± 1.57
Sílice	-1.01 ± 0.22

Los valores representan la media ± desviación estándar (DE) (n=10). FDN: fibra detergente neutro, FDA; fibra detergente acida.

8. CONCLUSIONES

La variedad Yaretzi, es una flor que presentó altos rasgos de calidad, lo que indicó una ventaja comercial, por su abundante floración, altura media, tallo vigoroso y el atractivo estético del capítulo, que se distinguió por su tamaño y el color de sus flores liguladas. Estas características hacen de esta, una variedad favorable para los productores que se dedican a la producción y comercialización de la flor de dalia.

Las flores liguladas de la variedad Yaretzi, poseen un contenido significativo de sólidos solubles y ácidos orgánicos, una concentración importante de fenoles, lo que contribuye a una alta capacidad antioxidante, comparada a la de otras flores.

Los compuestos nutricionales que resaltaron en los tubérculos de 'Yaretzi' fueron las proteínas, carbohidratos y lípidos. El contenido de inulina, referente a otras especies es relativamente bajo, aunque esto se puede deber al método de extracción, ya que estos suelen ser muy variados.

La información expuesta en este trabajo espera contribuir a la difusión de esta variedad y fomentar su cultivo.

9. LITERATURA CITADA

- Albán, M. S., Echavarría, A. P., & Domínguez, L. D. (2018). Nutritional composition and functional properties of edible flowers. *Saber*, 30, 498-507.
<https://www.researchgate.net/publication/368472825>
- Association of Official Agricultural Chemist (AOAC) (1990). *Official Methods Analysis*. Washington, D. C.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC) (2005). *Official Methods of Analysis*. Washington, D. C.
- Alcántar, G. G., & Sandoval, V. M. (1999). *Manual de análisis químico de tejido vegetal*. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1975). *Official methods of analysis* Washington D.C.
- Baranska, M., Roman, M., Cz Dobrowolski, J., Schulz, H., & Baranski, R. (2013). Recent advances in Raman analysis of plants: alkaloids, carotenoids, and polyacetylenes. *Current Analytical Chemistry*, 9(1), 108-127.
- Başaran, U., Akkbik, M., Mut, H., Gülümser, E., Çopur Doğrusöz, M., & Koçoğlu, S. (2018). High performance liquid chromatography with refractive index detection for the determination of inulin in chicory roots. *Analytical Letters*, 51(1-2), 83-95.
- Bădulescu, I., Badea, M. I., & Toma, F. (2021). Studies and research on the species and varieties of *Dahlia* in cultivation. *Series B Horticulturae*, 65(1), 683-689.
- Bramont, W. B., Leal, I. L., Umsza, G., M. A., Guedes, A. S., Alves, S., C. O., Reis, J., H. O., & Machado, B., A. S. (2018). Comparação da composição centesimal, mineral e

fitoquímica de polpas e cascas de dez diferentes frutas. *Revista Virtual de Química*, 10(4), 811-823.

Benvenuti, S., Bortolotti, E., & Maggini, R. (2016). Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Scientia Horticulturae*, 199, 170-177. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.052>

Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>

Costa, P. A., Souza, D. C. de., Ossani, P. C., Mendes, M., H. A., Silva, M., L. S., Carvalho, E., E. N., & Resende, L. V. (2022). Nutritional and functional compounds in dahlia flowers and roots. *Brazilian Journal of Food Technology*, 25, 1-13. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.02922>

Carrasco, O. M., Munguía, L. G., Castro, C. A., Vargas, A. G., Harker, M., & Rodríguez, A. (2019). Riqueza, distribución geográfica y estado de conservación del género *Dahlia* (Asteraceae) en México. *Acta Botánica Mexicana*, (126), 1-24. <https://doi.org/10.21829/abm126.2019.1354>

Ciobanu, I., Cantor, M., Stefan, R., Erzsebet, B., Magyari, K., & Monica, B. (2016). The influence of storage conditions on the biochemical composition and morphology of dahlia tubers. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca*, 44(2), 459-465. <https://doi.org/10.15835/nbha44210436>

Canul, K. J., García, P. F., Barrios, G., E. J., & Rangel, E., S. E. (2022). Nueva variedad mexicana de nochebuena denominada Victoria. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 749-754. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i4.2331>

Costa, S., E. H., Torquato, T. A., Alves, F. T., Pascual, R., I. D., Guimarães, A., F. Q., & Rodrigues do, N. I. (2020). Doses and number of applications of ethephon in sex

- reversal of zucchini squash flowers. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 26(1), 5-14.
<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2019.06.011>.
- Chensom, S., Okumura, H., & Mishima, T. (2019). Primary screening of antioxidant activity, total polyphenol content, carotenoid content, and nutritional composition of 13 edible flowers from Japan. *Preventive Nutrition and Food Science*, 24(2), 171-178.
<https://doi.org/10.3746/pnf.2019.24.2.171>
- Chatterjee, S. (2022). *Dahlia* (3rd ed.). *Commercial flowers*
https://www.researchgate.net/publication/358006814_Dahlia
- Craker, L. E. (1971). Postharvest color promotion in cranberry with ethylene. *HortScience*, 6(2), 137-139.
- Codex Alimentarius. (2013). *Directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables CAC/GL 23*. Comité del Codex sobre Etiquetado de los Alimentos, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/guidelines/es/>
- de Pro, E. S. (1979). *Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal*. Universidad Autónoma Chapingo.
- de Moraes, J. S., Sant'Ana, A. S., Dantas, A. M., Silva, B. S., Lima, M. S., Borges, G. C., & Magnani, M. (2020). Antioxidant activity and bioaccessibility of phenolic compounds in white, red, blue, purple, yellow and orange edible flowers through a simulated intestinal barrier. *Food Research International*, 131, 1-15.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109046>
- De Bona, G. S., Boschetti, W., Bortolin, R. C., Vale, M. G., Moreira, J. C., de Rios, A. O., & Flôres, S. H. (2017). Characterization of dietary constituents and antioxidant

- capacity of *Tropaeolum pentaphyllum* Lam. *Journal of Food Science and Technology*, 54, 3587-3597. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2817-z>
- da Silva, L. A., Fischer, S.Z., & Zambiasi, R.C. (2020). Proximal composition, bioactive compounds content and color preference of *Viola x wittrockiana* Flores. *International Journal Gastronomy and Food Science.*, 22, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100236>.
- Espejel, E., A. R., Alvarez, C. O., Muñoz, M., J. M., Mateos, G. M., R., León, C. M., T. B., & Damián, M., Ma. T. (2019). 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>
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre rich by products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124(2), 411-421.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2017). Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.03.017>
- Fernandes, M., E. S., Roso, T. P., Ferronato, L., Freitas, C. D., Tomiozzo, R., Uhlmann, L. O., & Streck, N. A. (2023). Determining the phyllochron and final leaf pair number in on farm cut dahlia cultivars. *Ornamental Horticulture*, 29, 299-312. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v29i2.2650>
- Flores P., S., Castillo G., A. M., Valdez A., L. A., & Avitia G., E. (2021). Uso de diferentes proporciones de led rojos y azules para mejorar el crecimiento de *Lilium* spp. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(5), 835-847. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i5.2607>

- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Pereira, E. L., Saraiva, J. A., & Ramalhosa, E. (2018). Effect of alginate coating on the physico-chemical and microbial quality of pansies (*Viola x wittrockiana*) during storage. *Food Science and Biotechnology*, 27, 987-996. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0326-0>
- Granados, B., S. Y., Santacruz, J. E., Canseco, G. D., Aztatzi, R. L., Sánchez, M. L., Ramírez, L. C., & Ocaranza, S. E. (2022). Identification of anthocyanic profile and determination of antioxidant activity of *Dahlia pinnata* petals: A potential source of anthocyanins. *Journal of Food Science*, 87(3), 957-967. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16072>
- Grzeszczuk, M., & Wesołowska, A. (2018). Composition of essential oils and some antioxidants in flowers of three chrysanthemum cultivars. *Journal of Elementology*, 23(4), 1331-1342. <https://doi.org/10.5601/jelem.2018.23.1.1543>
- García, S. C., Becerril, R., A. E., Jaén, C. D., Hernández, M., D. J., López, M. F., & Gaytán, A., E. A. (2023). Influence of *Funneliformis mosseae* in the growth and accumulation of dry biomass in dalia plants. *Agro Productividad*, 16 (1), 155-161. <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i1.2443>
- Gupta, A. K., Jaiswal, N. K., & Saravanan, S. (2015). Varietal evaluation of different hybrids of Dahlia (*Dahlia variabilis* L.). *International Journal of Agricultural Science and Research*, 5, 55-58.
- García, A. L., Montalvo, G. E., y Loza, C. S. (2022). Caracterización nutricional y fitoquímica de hojas, flor y fruto de *Prosopis laevigata*. *Botanical Sciences*, 100(4), 1014-1024. <https://doi.org/10.17129/botsci.3000>
- Gundogdu, M., Canan, I., Gecer, M.K., Kan, T., Ercisli, S. (2017). Phenolic compounds, bioactive content and antioxidant capacity of the fruits of mulberry (*Morus* spp.)

- germplasm in Turkey. *Folia Horticulturae*. 29(2), 251–262. <https://doi.org/10.1515/fhort-2017-0023>
- González, B. R., Periago, M. J., Luna, R. C., Garcia, A., F. J., & Navarro, G. I. (2018). Chemical composition of the edible flowers, pansy (*Viola wittrockiana*) and snapdragon (*Antirrhinum majus*) as new sources of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 252, 373–380. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.102>
- Glassey, C. B., Clark, C., E. F., Roach, C. G., & Lee, J. M. (2013). Herbicide application and direct drilling improves establishment and yield of chicory and plantain. *Grass and Forage Science*, 68(1), 178-185.
- Gupta, M., Wali, A., Gupta, S., & Annepu, S. K. (2018). Nutraceutical potential of guava. *Bioactive Molecules in Food*, 1, 1-27. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54528-8_85-1
- Hegde, B. N., Shirol, A. M., & Harshavardhan. (2022). Performance of dahlia (*Dahlia variabilis* L.) genotypes for floral and yield attributes. *The Pharma Innovation Journal*, 11(3), 950–952. <https://doi.org/10.22271/tpi.2022.v11.i3m.11395>
- Heredia, H. D., & Baltazar, B. O. (2017). Producción y comercialización de *Dahlia variabilis* Cav., en maceta en las altas montañas de Veracruz, México. *Agro Productividad*, 10(6), 84-90.
- Hernández, E. F., García, M., M. Del R., Sosa, M. E., Mejía, M., J. M., Fernández, P., Y. L., Cruz, Á. O., & Martínez, D., M. T. (2022). Phenolic profile and nutritional value of *Dahlia x hortorum* flowers. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 28(3), 161-174. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2022.03.004>

- Ibrahim, M. E. (2017). Trials on the application of fertilization combined with plant hormone spraying for improving the production of carnation absolute oil. *Journal of Materials and Environmental Science*. 8(4), 1284-1290.
- Juhari, N. H., Martens, H. J., & Petersen, M. A. (2021). Changes in physicochemical properties and volatile compounds of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) calyx during different drying methods. *Molecules*, 26(20), 1-14. <https://doi.org/10.3390/molecules26206260>
- Jones, L. V., Peryam, D. R., & Thurstone, L. L. (1955). Development of a scale for measuring soldiers' food preferences. *Food Research* 20(5), 512- 520.
- Jiménez, R., E. F., Martínez, S. J., Mejía, M., J. M., Sosa, Montes. E., & Juárez-Hernández, M. de J. (2023). El fotoperiodo como modulador del crecimiento en *Dahlia campanulata*. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(1), 77-83. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.1.77>
- Kumari, P., & Bhargava, B. (2021). Phytochemicals from edible flowers: Opening a new arena for healthy lifestyle. *Journal of Functional Foods*, 78, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104375>
- Kamalambigeswari, R., & Rebecca, L. J. (2016). Extraction of major carotenoids from flower petals. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 39(2), 37-39.
- Liu, D., & Lv, X. X. (2019). Effect of blueberry flower pulp on sensory, physicochemical properties, lactic acid bacteria, and antioxidant activity of set type yogurt during refrigeration. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(1), 1-10. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13856>

- Lara, C. E., Martín, B. O., Osorio, D. P., Barrera, N., L. L., Sánchez, L., J. A., & Bautista, B. S. (2014). Actividad antioxidante, composición nutrimental y funcional de flores comestibles de dalia. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 20(1), 101-116. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.07.024>
- Lopera, M., J. J., Angulo, A. J., Restrepo, E. M., & Mahecha, L. L. (2020). Production of tubers and aerial biomass of yacon *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. (*Asteraceae*) for animal feed in the tropical highlands of Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 32 (8), 1-26. <http://www.lrrd.org/lrrd32/8/jjlop32135.html>
- Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 88(5), 1269-1278.
- Luna, M. A., Corte, M. L., & Jiménez, J. Á. A. (2023). Cambios agronómicos y fisicoquímicos en cálices de *Hibiscus sabdariffa* en función del ambiente y densidad de plantación. *Bioagro*, 35(2), 83-96. <http://www.doi.org/10.51372/bioagro352.1>
- Lugo, M. Y., Díaz, S. M., Altunaga, P. N., Castro, C. I., Sande, S. D., Aparecida, T. J., & Fonte, C. L. (2021). Content of anthocyanins, vitamin c and antioxidant activity in seven varieties of *Morus alba* L. fruits. *Pastos y Forrajes*, 44, 1-9.
- Melanie, H., Susilowati, A., Iskandar, Y. M., Lotulung, P. D., & Andayani, D. G. (2015). Characterization of inulin from local red dahlia (*Dahlia* sp.) tubers by infrared spectroscopy. *Procedia Chemistry*, 16, 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.027>
- Moreno, P., A. V., & Vargas, O., J. M. (2019). Influencia del tipo de plastificante en la elaboración de bioplásticos, a partir de almidón de papa (*Solanum tuberosum*).

Manjula, B. S., Nataraj, S. K., Hegde, P. P., Anitha, G., & Ayesha, N. (2017). Evaluation of dahlia genotypes (*Dahlia variabilis* L.) for growth, yield and quality traits under hill zone of Karnataka. *Environment & Ecology*, 35(4), 3158-3161.

Mejía, M., J. M., De Luna, G. I., Jiménez, R., E. F., Sosa, M. E., Flores, E. C., Treviño, Castro. G., & Reyes, S. J. (2020). Research on dahlia, the national flower of México. *Acta Horticulturae*, (1288), 103-108.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1288.15>

Martínez D., M. T., Mejía, M., J. M., Colinas, L., M. T., Hernández, E. F., & Cruz, A. 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>

Martínez, D., M. T., Mejía, M., J. M., Hernández, E. F., & Cruz, Á. O. (2023). Yarezi: una variedad de dalia generada en México para su cultivo en maceta o como flor de corte. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica* 11(62), 89-96.

McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27, 1254-1255.

Marques, C., M. M., Filho, D., F. S., Blind, A. D., Costa, H. G., Figueiredo., R., J. N., Lima, E. B., Batista, M., R. A., & Machado, F. M. (2019). Caracterização física e química de clones de ariá (*Calathea allouia*) Characterization physical and chemical of clones ariá (*Calathea allouia*). *Brazilian Applied Science Review*, 3(5), 2052–2064.
<https://doi.org/10.34115/basrv3n5-010>

- Navarro G., I., González B., R., García V., V., Bautista O., A.B., & Periago M., J. (2015). Composición Nutricional y Capacidad Antioxidante en Flores Comestibles: Caracterización de Compuestos Fenólicos por HPLC-DAD-ESI/MSⁿ. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 16(1), 805-822. <https://doi.org/10.3390/ijms16010805>
- Nowicka, P., & Wojdyło, A. (2019). Anti-hyperglycemic and anticholinergic effects of natural antioxidant contents in edible flowers. *Antioxidants*, 8(8), 1-12. <https://doi.org/10.3390/antiox8080308>
- Nsabimana, C., & Jiang, B. (2011). The chemical composition of some garden *Dahlia* tubers. *British Food Journal*, 113(9), 1081-1093. <https://doi.org/10.1108/00070701111174541>
- Ordóñez, S., L. E., Vázquez, O. L., Arbones, M. E., & Romero, R., M. Á. (2009). The influence of storage time on micronutrients in bottled tomato pulp. *Food Chemistry*, 112(1), 146-149. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.051>
- Perera, P. N., Schmidt, M., Schuck, P. J., & Adams, P. D. (2011). Blind image analysis for the compositional and structural characterization of plant cell walls. *Analytica Chimica Acta*, 702(2), 172-177.
- Pires, T. C., Dias, M. I., Barros, L., Calhelha, R. C., Alves, M. J., Oliveira, M. B. P., & Ferreira, I. C. (2018). Edible flowers as sources of phenolic compounds with bioactive potential. *Food Research International*, 105, 580-588. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.014>
- Pires Jr, E. D. O., Di Gioia, F., Rouphael, 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), 2-31. <https://doi.org/10.3390/molecules26226940>

- Peryam, D. R., & Haynes, J. G. (1957). Prediction of soldiers' food preferences by laboratory methods. *Journal of Applied Psychology*, 41(1), 2-6.
- Petrova, I., Petkova, N., Ivanov, I., & Todorova, M. (2020). Phytonutrients and antioxidant activity of extracts from five edible flowers used in culinary. *Bulletin Food Science and Technology*, 77, 26-33. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst>
- Pensamiento, N., C. A., Campos, M., R. G., Añorve, M. J., Ramírez, M. E., Ascacio, V., J. A., & Hernández, F., A. D. (2021). Nutritional characterization of the functional and antioxidant activity of cactus flowers from Hidalgo, Mexico. *Applied Sciences*, 11(13), 1-13. <https://doi.org/10.3390/app11135965>
- Prabawati, N. B., Oktavirina, V., Palma, M., & Setyaningsih, W. (2021). Edible flowers: Antioxidant compounds and their functional properties. *Horticulturae*, 7(4), 2-22. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7040066>
- Pinedo, E., J. M., Gutiérrez, T. J., Santiago, S., Y. O., Aguirre, M., C. L., Reyes, F. M., & López, P., C. U. (2020). Nutritional composition, bioactive compounds and antioxidant activity of wild edible flowers consumed in semiarid regions of Mexico. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75, 413-419. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00822-2>
- Padhan, B., Biswas, M., & Panda, D. (2020). Nutritional, antinutritional and physicochemical properties of wild edible yam (*Dioscorea* spp.) tubers from Koraput, India. *Food Bioscience*, 34, 1-8 . <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100527>
- Pacheco, M. T., Hernández, H. O., Moreno, F. J., & Villamiel, M. (2020). Andean tubers grown in Ecuador: New sources of functional ingredients. *Food Bioscience*, 35, 2-9.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice, E. C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization

- assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
[https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rodríguez, O. L., Rodríguez, O. A., Castañeda, V. Á., Hernández, G., F. J., Zúñiga, E., E. A., & Estrada, M., A. Z. (2024). Principales características morfológicas de la *Dahlia coccinea* del Estado de Hidalgo. *XAHNI Boletín Científico de la Escuela Preparatoria* No. 6, 1(2), 24-27. <https://doi.org/10.29057/xahni.v1i2.11935>
- Ramírez, G., M. G., Vergara, M. C., Vergara, M., L. M., & Mejía, C. J. (2019). Spatial arrangement of Chrysanthemum (*Dendrathera grandiflora*) cultivars to decrease damage caused by *Botrytis*. *Mexican Journal of Phytopathology*, 37(2), 220-236.
<https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1812-4>
- Ramos, G., F. A., Ramírez, C. B., Sánchez, M., M. L., Caro, V., F. J., & García Paredes, J. D. (2020). Yield and quality of three varieties of jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) with continuous harvest and unique harvest. *Revista Bio Ciencias*, 7, 1-14.
<https://doi.org/10.15741/revbio.07.e707>
- Rivera, E., E. A., Oscar, C. A., Mejía, M., J. M., Garcia, M., M. R., Colinas, L., M. T., & Martinez, D., 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>
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Souza, A. G. de., Jung, E. A., Benedicto, V. P., & Bosco, L. C. (2021). Bioactive compounds in gladiolus flowers. *Ornamental Horticulture*, 27(3), 296–303.
<https://doi.org/10.1590/2447-536X.v27i3.2310>

- Stefaniak, A., & Grzeszczuk, M. E. (2019). Nutritional and biological value of five edible flower species. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca*, 47(1), 128-134. <https://doi.org/10.15835/nbha47111136>
- Silva, D., Lima, R. R., Oliveira, F. L., Teixeira, L. J., & Machado, L. C. (2018). Physical and chemical characterization of yacon tuberous roots at different altitudes and planting times. *Horticultura Brasileira*, 36, 199-204. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620180209>
- Sánchez, F. C., González, H., V. A., Salinas, M. Y., & Cruz, H. N. (2017). Genotype and environmental effects on physical and chemical qualities of Mexican varieties of (*Hibiscus sabdariffa* L.) flowers. *Agrociencia*, 51(5), 525-541. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n5/1405-3195-agro-51-05-00525-en.pdf>
- Singh, S., Dhatt, K. K., & Bodla, P. K. (2023). Exploring genetic diversity of Dahlia (*Dahlia variabilis* Desf.) germplasm using multivariate statistics. *Journal of Horticultural Sciences*, 18(1), 67–76. <https://doi.org/10.24154/jhs.v18i1.2149>
- SAS (2012). *SAS user's guide: Statistics*. Release 6.03. SAS Institute incorporation.
- de Pro, E. S. (1979). *Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Tejada de Hernández, I. (1985). *Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal*. Patronato de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México.
- THE NATIONAL DAHLIA SOCIETY. (2021). *Dahlia: Overview / Classification / Family Tree / Species / Cultivation*. National Dahlia Society. <https://www.dahlia-nds.co.uk/about-dahlias/overview/>.

Valderrama, M. P. (2022). El color rojo en las flores. *Cuadernos Médico Sociales*, 62(4), 69-72.

Vandoorne, B., Mathieu, A. S., Van den Ende, W., Vergauwen, R., Périlleux, C., Javaux, M., & Lutts, S. (2012). Water stress drastically reduces root growth and inulin yield in *Cichorium intybus* (var. sativum) independently of photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*, 63(12), 4359-4373.

Vergara, C., Zamora, O., Álvarez, F., Kehr, E., & Pino, M. T. (2019). Zanahoria morada: potencial materia prima para color y antioxidante en Chile. *Ministerio de Agricultura Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, (38),1-8.

Zhao, N., Yu, G., He, N., Xia, F., Wang, Q., Wang, R., & Jia, Y. (2016). Invariant allometric scaling of nitrogen and phosphorus in leaves, stems, and fine roots of woody plants along an altitudinal gradient. *Journal of Plant Research*, 129, 647-657. <https://doi.org/10.1007/s10265-016-0805-4>