



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



DOCTORADO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE COSMOS
CHOCOLATE [*Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss]

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA:

BULMARO MORALES VÁZQUEZ

Bajo la supervisión de: Dra. Maria Teresa Beryl Colinas y León

Mayo 2023, Chapingo, Estado de México.



APROBADA



**Mejoramiento genético de cosmos chocolate [*Cosmos
atrosanguineus* (Hook.) Voss]**

Tesis realizada por el C. Bulmaro Morales Vázquez bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR:



Dra. Maria Teresa Beryl Colinas y León

ASESOR:



Dra. Ma. de Jesús Juárez Hernández

ASESOR:



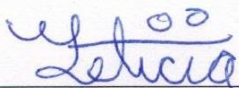
Dra. Ma Teresa Martínez Damián

ASESOR:



Dr. Juan Martínez Solís

LECTOR EXTERNO:



Dra. Yolanda Leticia Fernández Pavia

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	VI
LISTA DE FIGURAS	VI
DEDICATORIA	VII
AGRADECIMIENTOS	VIII
DATOS BIOGRÁFICOS	IX
RESUMEN GENERAL	X
GENERAL ABSTRACT	XI
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
HIPÓTESIS	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Riqueza florística de México	3
2.2 El género <i>Cosmos</i> y su potencial ornamental	3
2.3 Especies del género <i>Cosmos</i> con propiedades nutraceuticas	5
2.4 <i>Cosmos</i> chocolate origen y distribución	5
2.5 Descripción botánica de <i>C. atrosanguineus</i>	6
2.6 Mejoramiento genético y desarrollo de variedades en <i>C. atrosanguineus</i>	7

2.7	Investigaciones en rescate, conservación y micropropagación de <i>C. atrosanguineus</i>	8
2.8	Fotoperiodo en <i>C. atrosanguineus</i>	11
2.9	Literatura citada.....	11
3.	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE MATERIALES NATIVOS DE COSMOS CHOCOLATE [<i>Cosmos atrosanguineus</i> (Hook.) Voss]	16
3.1	Resumen	16
3.2	Abstract	17
3.3	Introducción	18
3.4	Materiales y métodos	20
3.4.1	Material vegetal.....	20
3.4.2	Germinación de semillas.....	21
3.4.3	Caracterización morfológica de las plantas.....	21
3.4.4	Plantas agrupadas por colores	21
3.4.5	Características evaluadas.....	22
3.4.6	Análisis de datos.....	22
3.5	Resultados y discusión	22
3.5.1	Germinación de semillas.....	22
3.5.2	Caracterización morfológica de las plantas.....	23
3.5.3	Comparación por grupos de colores	26
3.5.4	Conclusiones	28

3.6	Literatura citada.....	29
4.	'DULCE AMANECER', PRIMERA VARIEDAD MEXICANA DE COSMOS CHOCOLATE [<i>Cosmos atrosanguineus</i> (Hook.) Voss].....	33
4.1	Introducción	33
4.2	Materiales y métodos	34
4.2.1	Origen del material vegetal	34
4.2.2	Selección y cruzamientos	34
4.2.3	Evaluación y descripción con la guía técnica de la UPOV	35
4.3	Resultados y discusión.....	36
4.3.1	características sobresalientes de la variedad	36
4.3.2	Problemas de plagas y enfermedades observadas	37
4.3.3	Usos sugeridos de la variedad.....	38
4.3.4	Estrategias para la distribución	38
4.4	Conclusiones	39
4.5	Literatura citada.....	39

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Medias de caracteres morfológicos cuantitativos en <i>Cosmos atrosanguineus</i>	25
Cuadro 2. Desarrollo de raíces tuberosas en <i>Cosmos atrosanguineus</i>	26
Cuadro 3. Comparación de medias de 3 grupos de plantas de <i>Cosmos atrosanguineus</i>	27
Cuadro 4. Características más importantes de algunas variedades de <i>Cosmos atrosanguineus</i> y la variedad Dulce Amanecer	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Germinación de semillas durante 21 días en <i>Cosmos atrosanguineus</i>	23
Figura 2. Formas de flores liguladas encontradas en flores de <i>Cosmos atrosanguineus</i>	24
Figura 3. Colores predominantes dentro de las plantas evaluadas de <i>Cosmos atrosanguineus</i> y sus claves de acuerdo con la carta de colores de la Royal Horticultural Society. A) rojizo oscuro clave 187A. B) rojizo, clave 187B. C) rojizo claro, clave 61A	25
Figura 4. a) Planta al Inicio de floración b) Planta al final de floración c) Inflorescencia d) Tallo de la variedad Dulce Amanecer	36

DEDICATORIA

Este trabajo va con especial dedicatoria a mi familia por haberme impulsado y motivado a seguirme preparando y porque en todo momento me brindaron su apoyo de diferentes maneras

A mis padres, mis grandes ejemplos:

Rocelin Morales Ramírez y América Vázquez Jiménez

A mis hermanos por su apoyo incondicional:

Mariola, Luceli, Abimael y Magali

A mis abuelos por sus consejos:

Armando Morales y Amable Ramírez

Enrique Vázquez y Margarita Jiménez

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACyT**) por el apoyo mediante la beca otorgada CVU (735967) que me permitió continuar estudiando.

A la **Universidad Autónoma Chapingo** por mi formación desde el nivel licenciatura hasta el doctorado y las facilidades para desarrollar mi proyecto de investigación en las instalaciones.

Al **Dra. Maria Teresa Beryl Colinas y León** por su apoyo, disponibilidad y palabras de aliento para el desarrollo de este proyecto de investigación.

A la **Dra. Ma. de Jesús Juárez Hernández** por la disposición y orientación que me brindó.

Al **Dr. Juan Martínez Solís** por sus aportes y comentarios para el buen desarrollo de mi trabajo.

A la **Dra. Ma Teresa Martínez Damián** por las facilidades brindadas y sugerencias durante el desarrollo de esta investigación

Y en especial a mi querido profesor **M. C. José Merced Mejía Muñoz** que siempre estuvo al pendiente de este trabajo y fue de suma importancia sus sugerencias.

A la familia Gómez Pedraza por todo el apoyo brindado durante el transcurso de mi doctorado.

A todos mis amigos que de alguna manera me apoyaron, a Reyna, Diana, Claudio y Rosalba, así como el personal de laboratorio y administrativo donde se llevaron a cabo actividades para la realización y conclusión de este proyecto de investigación.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales:

Bulmaro Morales Vázquez, nació en la localidad Viejo Monte Cristo de municipio de Las Margaritas del estado de Chiapas, México, el 28 de mayo de 1992. Con CURP MOV920528HCSRZL02. Es Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia por la Universidad Autónoma Chapingo, generación 2010-2015 con cédula profesional número 9338352.

Trayectoria académica:

Los estudios de bachillerato los realizó en el estado de Chiapas en la preparatoria del estado “Lázaro Cárdenas de Río”.

Realizó sus estudios de licenciatura en la Universidad Autónoma Chapingo en el programa de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia (2010-2015).

Realizó sus estudios de Maestría en la Universidad Autónoma Chapingo con la Maestría en Ciencia en Horticultura (2016-2017).

Realizó una estancia preprofesional de tres meses en 2015, en el Centro de Biotecnología de la Universidad de Concepción, Chile y otra estancia de colaboración durante 3 meses en el año 2018, en el Centro Tecnológico Agropecuario del Paraguay, Paraguay.

Ha participado en tres congresos internacionales en el extranjero, el primero en el año 2015 en Gante, Bélgica, el segundo en Bahía, Brasil en 2017 y el tercero en Angers, Francia en 2022, ha participado en diversos congresos en México con temas en mejoramiento genético de ornamentales y cultivo de tejidos vegetales.

RESUMEN GENERAL

MEJORAMIENTO GENÉTICO DE COSMOS CHOCOLATE [*Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss]

Cosmos chocolate (*Cosmos atrosanguineus*) es una especie ornamental endémica de México, apreciada por el color guinda y aroma a chocolate de sus flores. Esta especie fue reportada casi extinta de su medio natural, sin embargo, en 2015 se localizó una escasa población silvestre en el estado de Hidalgo, de la cual se resguardó material genético en la Universidad Autónoma Chapingo. En México esta especie es poco conocida y no se han desarrollado variedades mejoradas a pesar de contar con materiales endémicos. El objetivo de este estudio fue desarrollar una variedad mejorada de cosmos chocolate y su registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales a partir de los materiales nativos resguardados. Se realizó la caracterización y descripción morfológica de materiales de la colección de *C. atrosanguineus* con el fin de seleccionar progenitores de interés ornamental y mediante cruas manuales dirigidas, se obtuvo un genotipo sobresaliente al que se evaluó su distinción, homogeneidad y estabilidad mediante las correspondientes directrices de cosmos de la UPOV. De las características morfológicas observadas en la población estudiada, resalta las diferencias en color, tipo de flores liguladas e intensidad de aroma, además de pedúnculos florales largos que son atributos ornamentales de interés. Se obtuvo el registro e inscripción de la variedad clonal ‘Dulce Amanecer’ de *C. atrosanguineus* en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, variedad que se recomienda como flor de corte por lo largo de los pedúnculos florales. Esta variedad es el primer resultado obtenido a partir de material endémico de esta especie.

Palabras clave: caracterización, dulce amanecer, endémico, ornamental, variedad

Tesis de Doctorado en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo.
Autor: Bulmaro Morales Vázquez
Director de Tesis: Dra. Maria Teresa Beryl Colinas y León

GENERAL ABSTRACT

GENETIC IMPROVEMENT OF CHOCOLATE COSMOS [*Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss]

Chocolate cosmos (*Cosmos atrosanguineus*) is an ornamental species endemic to Mexico, appreciated for the reddish color and chocolate aroma of its flowers. This species was reported as almost extinct from its natural environment, however, in 2015 a small wild population was located in Hidalgo state, from which genetic material was preserved at the Universidad Autónoma Chapingo. In Mexico this species is not well known, and no improved varieties have been developed despite having endemic materials. The objective of this work was to develop an improved variety of chocolate cosmos and its registration in the National Catalogue of Plant Varieties from the preserved native materials. The characterization and morphological description of materials of the collection of *C. atrosanguineus* was carried out in order to select progenitors of ornamental interest that were later on used for direct crosses to obtain an outstanding genotype that was evaluated for distinctness, uniformity and stability through the UPOV test guidelines' cosmos documents. Among the morphological characteristics of interest observed in the studied population, the differences in color, type of ligulate flowers and intensity of aroma stand out, as well as long floral peduncles that are ornamental attributes of interest. The clonal variety 'Dulce Amanecer of *C. atrosanguineus* was registered in the National Catalogue of Plant Varieties, variety that is recommended for cut flowers due to the length of the floral peduncles. This variety is the first result obtained from endemic material of this species.

Key words: characterization, 'dulce amanecer', endemic, variety, ornamental

Thesis of Doctor in Science in Horticulture, Universidad Autónoma Chapingo
Autor: Bulmaro Morales Vázquez
Advisor: Dra. María Teresa Beryl Colinas León

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

México posee una alta riqueza de plantas con potencial para diferentes usos, un grupo ejemplar de plantas con potencial ornamental son las del género *Cosmos* que tiene 35 especies reportadas, de las cuales la mayoría se encuentran distribuidas en nuestro país (Sherff, 1932; Vargas, et al., 2013). En el género *Cosmos* tres especies son las de mayor importancia ornamental, *Cosmos bipinnatus* de la cual se han derivado un gran número de variedades, *Cosmos sulphureus* y *Cosmos atrosanguineus* (Hind & Fay, 2003).

C. atrosanguineus conocida comúnmente como cosmos chocolate es una especie ornamental nativa y endémica de México, su principal atractivo son las flores de color guinda y aroma a chocolate (Hind & Fay, 2003). Cosmos chocolate se había reportado casi extinta de su medio natural y únicamente se tenía un clon resguardado en el jardín botánico de Kew, Inglaterra, por lo que los trabajos de mejoramiento genético han sido limitados y se han enfocado principalmente en trabajos sobre su preservación (Hind & Fay, 2003).

Se reporta que la mayoría de las variedades mejoradas y registradas en diferentes países, se han originado principalmente del clon resguardado en Kew, estas variedades han sido desarrolladas principalmente por los métodos de mutación e hibridación y actualmente solo se encuentran registradas 8 variedades clonales en el catálogo de la UPOV (Rice, 2017; UPOV, 2023), a pesar del valor que tiene esta especie en países extranjeros, en México es poco conocida y no se han desarrollado variedades mejoradas para su aprovechamiento y comercialización.

Una de las últimas colectas de materiales silvestres fue reportada en el año de 1986 (Fay & Hind, 2003), sin embargo, Castro et al. (2014), mencionaron que han encontrado plantas en su medio natural en años recientes y en 2015 investigadores de la Universidad Autónoma Chapingo localizaron una escasa población de plantas silvestres en el estado de Hidalgo, de la cual se resguardó

material vegetal y con estos materiales se ha establecido un programa de mejoramiento y aprovechamiento de esta especie como una de las líneas de investigación por parte de la Academia de Floricultura del Departamento de Fitotecnia de la misma universidad, generando estudios sobre su micropropagación, conservación y trabajos de mejoramiento genético para el desarrollo de nuevas variedades (Gómez et al., 2019).

Por lo que, el objetivo de este trabajo fue describir y caracterizar morfológicamente los materiales de la colección de *C. atrosanguineus* resguardada en la Universidad Autónoma Chapingo para seleccionar progenitores con características ornamentales de interés y mediante cruas dirigidas poder generar un individuo sobresaliente con valor ornamental que sea candidato para registro como variedad en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y de esta manera promover, conservar y aprovechar este recurso genético en la horticultura ornamental de nuestro país.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar variedades mejoradas a través de cruas de genotipos de cosmos chocolate (*Cosmos atrosanguineus*) aprovechando la variación de una población silvestre amenazada

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Describir y caracterizar morfológicamente los materiales nativos de la colección de *Cosmos atrosanguineus* que se tienen resguardados en la Universidad Autónoma Chapingo.
2. Desarrollar y describir el proceso de obtención de la variedad Dulce Amanecer y su inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

HIPÓTESIS

La caracterización morfológica de los genotipos de la colección de cosmos chocolate (*Cosmos atrosanguineus*) permitirá seleccionar progenitores que, mediante cruas dirigidas, generarán una nueva variedad con valor ornamental.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Riqueza florística de México

México cuenta con una gran riqueza florística, alrededor de 30000 especies, concentrándose en el sur del país, junto con el norte de Centroamérica, uno de los centros mundiales de origen y diversidad de plantas cultivadas, sin embargo, uno de los problemas a los que se enfrentan nuestros recursos fitogenéticos son la sobreexplotación de los recursos forestales y modificación de sus hábitats en los que se desarrollan lo que ha propiciado que algunas especies se encuentren en peligro de extinción o estén extintas de su medio natural y solamente se encuentren en jardines botánicos (Ortega, 1991).

México representa una de las áreas geográficas más ricas en biodiversidad, ya que ocupa el cuarto lugar a nivel mundial por el número de plantas vasculares, alrededor de 4000 poseen características con potencial ornamental, alimenticio, farmacológico o industrial, lo que permite contar con una gran diversidad genética para su aprovechamiento (Ortega, 1991).

En nuestro país se albergan muchas especies vegetales endémicas que tienen importancia agronómica, ya sea alimenticia, medicinal u ornamental y que en muchos casos han sido poco estudiado e incluso se encuentran en alguna categoría de especies amenazadas (Ortega, 1991).

2.2 El género *Cosmos* y su potencial ornamental

La familia *Asteraceae* es una de las familias botánicas más diversas y ampliamente distribuidas en México (Castro et al., 2014). Algunos autores

reportan que alrededor del 63 % de sus especies son endémicas del país, tan solo la tribu *Coreopsideae* constituida por 24 géneros, de los cuales 13 poseen endemismo (Vargas et al., 2013).

El género *Cosmos* Cav., perteneciente a la tribu *Coreopsideae* (Less.) es ejemplo de la amplia diversidad y endemismo en el país, siendo junto con los géneros *Bidens*, *Coreocarpus* y *Thelesperma*, uno de los grupos monofiléticos más diversos (Crawford et al., 2009). Este género se distribuye en el Norte, Centro y Sudamérica; con 36 especies que se distribuyen principalmente en bosque mixto seco y rocoso de pino-encino; con altitudes desde 2 hasta 3300 msnm (Melchert, 1968).

Estudios más recientes se reportó que el género *Cosmos* está formado por 35 especies y cuatro variedades, distribuyéndose desde el suroeste de Estados Unidos de América hasta el norte de Argentina y en México se pueden encontrar 33 de las especies y las cuatro variedades (Vargas et al., 2013). El género se divide en tres secciones: 1) *Cosmos* sección *Cosmos* Sherff; 2) *Cosmos* sección *Mesinenia* Sherff y 3) *Cosmos* sección *Discopoda* Sherff (Sherff, 1932). La sección *Discopoda* está representada por 22 especies de hábitos herbáceos, perennes, con raíces tuberosas, una de las principales características de esta sección a diferencia de las otras dos secciones donde las raíces son fibrosas y no tuberosas (Sherff, 1932).

Son pocas las especies del género *Cosmos* que están siendo aprovechadas como ornamentales alrededor del mundo destacando *C. atrosanguineus* Sherff (cosmos chocolate), *C. bipinnatus* Cav. (Cosmos comunes, cosmos mexicanos) y *C. sulphureus* Cav. (Cosmos amarillo o naranja), sin embargo, muchas especies de este género tienen potencial ornamental, pero han sido de poco interés en los países (Crawford et al., 2009; Castro et al., 2014). En México, el uso ornamental bajo cultivo de cosmos no es tan común como en otros países donde es costumbre sembrar plantas ornamentales anuales cada año (Rodríguez et al., 2006).

2.3 Especies del género *Cosmos* con propiedades nutraceuticas

Se han publicado algunos trabajos donde se reportan algunas especies del género *Cosmos* con propiedades alimenticias o medicinales, por ejemplo *C. sulphureus* la cual los mexicanos llamaban “Xochipatli” (Planta florida) era utilizada como antinarcótico (Sánchez & Islas, 1997). Fuzzati et al. (1995), realizaron trabajos sobre fenilpropano derivados de raíces de *C. caudatus*, las sustancias encontradas fueron hydroxyeugenol y cinco derivados de alcohol coniferílico que poseen propiedades antifúngicas.

Mohamed et al. (2012), realizaron estudios en ratas para determinar el efecto de extracto acuoso de *C. caudatus*, sobre el potencial como agente terapéutico para restaurar daños óseos en mujeres posmenopáusicas debido a que esta planta posee antioxidantes y minerales. Olajuyigbe y Ashafa (2014), extrajeron de hojas de *C. bipinnatus* aceites esenciales donde encontraron que predominantemente se componen de monoterpenos (69.62 %) y sesquiterpenos (22.73 %) y en un ensayo con bacterias demostraron que el aceite tenía efectos inhibitorios significativos contra bacterias Gram-negativas y Gram-positivas, por lo que podría ser utilizado para tratar infecciones en humanos causadas por bacterias.

En Malasia y la India la especie *C. caudatus*, se consume en ensaladas y es conocida comúnmente como Ulam Raja (Ensalada del Rey), es una de las hierbas medicinales más populares utilizadas para el tratamiento de enfermedades humanas (Bunawan et al., 2014). Algunos estudios nutraceuticos han demostrado que *C. caudatus* es una rica fuente de compuestos bioactivos incluyendo flavonoides, carbohidratos, compuestos fenólicos, minerales, proteínas y vitaminas que aumentan su valor nutricional (Bunawan et al., 2014).

2.4 *Cosmos* chocolate origen y distribución

De las tres especies más comercializadas del género *Cosmos* se encuentra *C. atrosanguineus* comúnmente conocida como cosmos chocolate, es una especie endémica de México y su principal atractivo es el aroma a chocolate que

desprende de sus flores y el color guinda de la flor (Fay & Hind, 2003). Sherff (1932), colocó a *C. atosanguineus* en la sección Discopoda (DC.) Sherff, ya que anteriormente se encontraba en la sección *Candolle* de *Bidens* L. y su ubicación taxonómica había causado confusión desde un principio, ubicándose en un inicio dentro del género *Dahlia*.

Sherff (1932), determinó el origen de la especie en el Este-Centro de México, desde San Luis Potosí hacia el Sureste de Hidalgo, sugiriendo a Zimapán, Hidalgo como uno de los principales sitios donde se localizaba esta especie, creciendo bajos bosques de pino y encino, creciendo junto a otras especies del género (Fay & Hind, 2003). En el año 2015 se localizó una escasa población de esta especie en el sitio de Zimapán por Investigadores de la Universidad Autónoma Chapingo (Gómez et al., 2019), en la misma región reportada por Sherff (1932).

Castro et al. (2014), mencionaron que muestras del Herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG) sitúan colectas de esta especie en los estados de San Luis Potosí e Hidalgo y agregan que en los estados de Querétaro y Guanajuato también se distribuía esta especie.

En el estado de San Luis Potosí en recientes exploraciones botánicas del equipo del herbario Isidro Palacios de la UASLP han registrado especies como *Cosmos atosanguineus*, que se consideraba extinta de su hábitat natural (De-Nova, et al., 2018).

2.5 Descripción botánica de *C. atosanguineus*

C. atosanguineus presenta raíces tuberosas relativamente pequeñas de 3 cm de largo por 1.5-3 cm de diámetro, los tallos son relativamente pocos, ascendiendo algo curvos y decumbentes, generalmente la inflorescencia se constituye de ocho flores liguladas con pedúnculos florales alrededor de los 50 cm de largo, en materiales silvestres la flor desprende un aroma a chocolate (Fay & Hind, 2003).

Cosmos chocolate posee casi 40 flores tubulares en el disco floral, hermafrodita, estéril en todo el material cultivado, con tubo de la corola de 2 mm de largo, verde, porción baja glabra luego moderadamente pubescente con pelos pluricelulares uniseriados glandulares por encima, el cuello de la corola de 4-4.5 mm de largo, gradualmente extendiéndose a la base de los lóbulos de 0.8-1.5 mm de diámetro, verdoso en la base pasando abruptamente a través de un color rosa a un marrón-rojizo oscuro en la mitad superior, aquenios inmaduros e infértiles=estériles en material cultivado, de 13-20 mm de largo y polen abundante de color amarillo, especie autoincompatible, presenta hojas simples y pinnadas (Fay & Hind, 2003).

2.6 Mejoramiento genético y desarrollo de variedades en *C. atrosanguineus*

Una característica importante de la floración de la planta es el intenso olor a chocolate de los capítulos, un atributo especial como planta ornamental que ha sido difícil de conservar en las nuevas variedades (Rice, 2017) y debido a que solo se tiene un clon cultivado resguardado en Kew, se ha dificultado su mejoramiento genético al no tener variación natural, al igual que la propagación por semillas y su propagación se hace de forma asexual, principalmente por cultivo *in vitro* (Fay & Hind, 2003; Oku et al., 2008).

Cosmos chocolate suele ser poco conocida en México, pero es una planta comercializada en varios países del mundo, entre ellos destacan, Japón, Nueva Zelanda, EE. UU., Inglaterra y países de la Unión Europea, se ofrece en presentaciones principalmente como planta de maceta, aunque también como planta para jardín y para flor de corte en Japón (Rice, 2017).

De acuerdo con la International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV) se tienen registradas 8 variedades de *C. atrosanguineus*, obtenidas principalmente por mutación e hibridaciones, estas se encuentran patentadas en diferentes países y provienen principalmente del clon resguardado en Kew (UPOV, 2023).

Rice (2017), mencionó que existen variedades clonales que se están aprovechando en otros países, algunas de estas variedades son *C. atrosanguineus* 'Kew clone', el cual fue derivado del jardín botánico de Kew, *C. atrosanguineus* 'Black Beauty', *Cosmos atrosanguineus* 'Black Magic', dadas a conocer en 2004 originadas en un jardín privado de Nueva Zelanda, *C. atrosanguineus* 'Coco Chanel' también cultivada en Nueva Zelanda, *C. atrosanguineus* 'Dark Secret' introducida en 2015.

Otras variedades son *C. atrosanguineus* 'Eclipse (Hamcoec)' introducida en 2016 del mismo origen que la variedad 'Dark Secret', *C. atrosanguineus* 'Fleuroselect entry 2016' y *C. atrosanguineus* 'Mystique' fueron derivadas de selecciones de Keith Hammett, *C. atrosanguineus* "New Choco" fue desarrollada en Japón en 2003 por Takayoshi Oku y colaboradores, *C. atrosanguineus* 'Pinot Noir' también protegida en Nueva Zelanda, *C. atrosanguineus* 'Spellbound (Hamcosp)', *Cosmos* 'Chocamocha (Thomocha)', *C. atrosanguineus* 'Strawberry Choco Sanse 41' (Rice, 2017).

Oku et al. (2008), desarrollaron satisfactoriamente un híbrido entre *C. atrosanguineus* x *C. sulphureus*, usando rescate de embriones, el resultado de esta hibridación produjo una planta híbrida con un fenotipo intermedio para el color de flores, el cual fue rojo carmesí, además de que presentó raíces tuberosas como *C. atrosanguineus*, otra característica interesante fue la fuerte tolerancia a calor y a la enfermedad del moho gris.

Los precios en los mercados van desde 5 hasta 17 libras esterlinas en Inglaterra y de 3 hasta 19 euros en países de la Unión Europea, en EE. UU., se comercializa con costos alrededor de los 7 dólares (Daves, 2023)

2.7 Investigaciones en rescate, conservación y micropropagación de *C. atrosanguineus*

Debido a que esta especie se había reportado casi extinta de su medio natural, varios trabajos se han enfocado a su conservación y micropropagación, además

que debido a su autoincompatibilidad la obtención de semillas se ha dificultado y su propagación ha sido exclusivamente por la vía asexual (Fay & Hind, 2003).

La división de camotes y micropropagación son las vías por las cuales se propagan para la venta comercial de estas especies, sin embargo, la propagación por división de camotes es más lenta y no está libre de problemas fitosanitarios (Fay & Hind, 2003), es debido a esto que la micropropagación es una mejor opción en tiempo y cantidad de plantas obtenidas (Murashige, 1974).

Hosoki et al. (2003), reportó que la micropropagación de cosmos chocolate se logró mediante subcultivo de secciones de tallo con nudos o la división de brotes axilares en medio base MS (Murashige & Skoog, 1962) con benciladenina (BA) fue uno de los primeros trabajos realizados a petición del Jardín Botánico de Kew, Inglaterra. La tasa de multiplicación óptima fue de 3.7 brotes por un periodo de cultivo de 17 días y se logró sin la vitrificación en medio que contenía 0.2 mg L^{-1} de BA, los brotes alargados de microesquejes enraizados de cultivo *in vitro* (60 %) en medio con 1 mg L^{-1} de ácido indol-3-butírico (AIB) (Hosoki et al., 2003). La mayoría de las plántulas (93 %) fueron aclimatadas *ex vitro*, la tasa más alta de regeneración (80 %) y el número de brotes (5.3) por sección de entrenudos se obtuvo en el medio con solo 1 mg L^{-1} de BA, al suplementarlo con 0.3 mg L^{-1} de ácido naftalenácetico (ANA) se suprimió por completo la regeneración de brotes independientemente de la concentración de BA (Hosoki et al., 2003).

Un trabajo reportado en México fue realizado por Ortega et al. (1997), en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con el fin de reintroducir la especie a su medio natural ya que anteriormente se habían desarrollado protocolos por parte del Jardín Botánico de Kew a petición de la UNAM durante el año de 1990.

Cervantes et al. (1999), en trabajos con esta especie para su micropropagación y en la etapa de enraizamiento usaron MS 50 % líquido, con AIB 1 mg L^{-1} . Más tarde Wilkinson et al. (2003), realizaron trabajos de criopreservación en esta especie, con el fin de poder resguardar por largos periodos explantes de esta

especie y mencionaron que *C. atrosanguineus* respondió bien al cultivo *in vitro* ya que obtuvieron brotes de callos en medio MS adicionando 0.5 mg L⁻¹ de BA y 0.01 mg L⁻¹ de ANA, después de varios meses de mantenerlos en criopreservación.

Oku et al. (2008), lograron la hibridación interespecífica entre *C. atrosanguineus* y *C. sulphureus*, pero debido al poco material obtenido y al peligro de pérdida de material realizaron rescate de embriones en cultivo *in vitro* y un experimento para la regeneración de *C. atrosanguineus* a través del cultivo de protoplastos teniendo el mejor resultado con MS al 50 %, sorbitol (0.3 M) y para promover brotes adventicios en callos friables el mejor tratamiento fue con 2,4-D a 0.1 mg L⁻¹.

Kozak et al. (2013), realizaron trabajos en explantes de cosmos para evaluar la multiplicación y la posición del explante en cultivo *in vitro*, encontrando que los ápices defoliados e insertados verticalmente en el medio en una posición invertida regeneraron el mayor número de brotes axilares, caracterizados por el mayor peso fresco, además, realizaron estudios sobre la influencia del medio sólido en la micropropagación de esta especie y encontraron que la inducción de brotes axilares fue mejor en medio de doble fase con la adición de medio líquido después de 4 semanas del cultivo *in vitro* de brotes.

Posteriormente Amamiya e Iwashina (2016), realizaron estudios en flores de cosmos chocolate para relacionar el color de las flores de algunos híbridos, encontrándose dos tipos de antocianinas, en la variedad 'Choco Mocha', junto con tres antocianinas menores, cianidina y pelargonidina. Una chalcona, y tres flavonoides fueron aislados de flores rojas de *C. atrosanguineus* × *C. sulphureus* variedad 'Rouge Rouge', este estudio mostró que la variación del color de las flores de rojo a rojo oscuro de cosmos chocolate y algunos de sus híbridos están dados por la cantidad relativa de antocianinas y chalconas (Amamiya & Iwashina 2016).

Uno de los estudios más recientes en materiales silvestre rescatados fue realizado por Gómez et al. (2019), donde observaron variación morfogenética en 5 clones evaluados *in vitro*, utilizando BA en concentraciones de 0.5 a 3 mg L⁻¹, así mismo estos autores reportan un trabajo en donde se hizo hibridación interespecífica entre *C. atrosanguineus* y *C. pupureus*, obteniendo algunos híbridos con características intermedias a los progenitores.

2.8 Fotoperiodo en *C. atrosanguineus*

Existen pocos estudios documentados acerca de la respuesta al fotoperiodo en esta especie, uno de los estudios reportados menciona que, en términos de la respuesta global al fotoperiodo, la floración se adelanta por días largos; las plantas expuestas a fotoperiodo de 17 h florecieron 33 días antes que aquellas expuestas a fotoperiodo de 8 h (Kanellos & Pearson, 2000). El fotoperiodo también afectó drásticamente la morfología de la planta, con fotoperiodos largos (17 h por día) conducen a un aumento de más de 7 veces el peso fresco de la planta en comparación con los días cortos (8 h por día) (Kanellos & Pearson, 2000). Con esto se demuestra que esta especie podría ser manejada mediante fotoperiodo para fines hortícolas aprovechándola como flor de maceta con fotoperiodo de 8 horas y como flor de corte con fotoperiodo de 17 horas (Kanellos & Pearson, 2000).

2.9 Literatura citada

- Amamiya, K., & Iwashina, T. (2016). Qualitative and quantitative analysis of flower pigments in chocolate cosmos, *Cosmos atrosanguineus*, and its hybrids. *Natural Product Communications*, 11(1), 77-78. <https://doi.org/10.1177/1934578X1601100122>
- Bunawan, H., Nataqain Baharum, S., Noraini Bunawan, S., Mat Amin, N., & Mohd Noor, N. (2014). *Cosmos Caudatus* Kunth: A Traditional Medicinal Herb. *Global Journal of Pharmacology*, 8(3), 420-426. <http://dx.doi.org/10.5829/idosi.gjp.2014.8.3.8424>

- Castro-Castro A., G. Vargas-Amado, M. Harker & A. Rodríguez (2014) Análisis macromorfológico y citogenético del género *Cosmos* (Asteraceae, Coreopsidae), con una clave para su identificación. *Botanical Sciences*, 92, 363-388. <https://doi.org/10.17129/botsci.111>
- Cervantes, V., Olguín, P., Ortega P., López A. L., V. Chávez A., & Bye R. (1999). Micropropagación y establecimiento *ex vitro* de *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) A. Voss, especie extinta en la naturaleza. Tercer encuentro sobre el conocimiento de las dalias en México. *Amaranto*, 10, 1-9.
- Crawford, D. J., Tadesse, M., Mort, M. E., Kimball, R. T., & Randle, C. P. (2009). Coreopsidae. En V. Funk, A. Susanna, T. F. Stuessy, & R. J. Bayer (Edits.), *Systematics, evolution, and biogeography of Compositae* (págs. 713-730). Viena: International Association for Plant Taxonomy. https://www.compositae.org/downloads/Systematics_evolution_and_Biogeography_of_Compositae.pdf
- Daves, G. (2023). *Chocolate cosmos (Cosmos atrosanguineus)*. Recuperado el 15 de marzo de 2023, de <http://davesgarden.com>.
- De-Nova, J. Arturo, Castillo-Lara, P., Gudiño-Cano, A.K., & García-Pérez, J. (2018). Flora endémica del estado de San Luis Potosí y Regiones Adyacentes en México. *Árido-Ciencia*, 3(1): 21 – 41.
- Fuzzati, N., Wahjo Dyatmiko, S., Rahman, A., & Hostettmann, K. (1995). Phenylpropane derivatives from roots of *Cosmos caudatus*. *Phytochemistry*, 39(2), 409-412. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(95\)00031-2](https://doi.org/10.1016/0031-9422(95)00031-2).
- Gómez-Pedraza, D.E., Mejía-Muñoz, J.M., Martínez-Solís, J., & Morales-Vázquez, B. (2019). Morphogenetic variation in the multiplication and rooting *in vitro* of wild clones of chocolate cosmos (*Cosmos atrosanguineus*). *Acta Horticulturae*, 1237, 243-250. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1237.32>

- Hind, N., & Fay, M.F. (2003). Plate 461. *Cosmos atrosanguineus* Compositae. *Curtis's Botanical Magazine*, 20(1), 40-48. <https://doi.org/10.1111/1467-8748.00369>
- Hosoki, T., Kobayakawa, H., & Ohta, K. (2003). Micropropagation of chocolate cosmos (*Cosmos atrosanguineus*) by repeated division of nodes/axillary shoots and adventitious shoots from microshoots. *Acta Horticulturae*, 625, 261-264. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.625.30>
- Kanellos, E., & Pearson, S. (2000). Environmental regulation of flowering and growth of *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss. *Scientia Horticulturae*, 83, 265-274. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00081-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00081-3)
- Kozak, D., Pogroszewska, E., & Szmagara, M. (2013). The influence of type and orientation of explants on *in vitro* growth and development of *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*, 12(1), 41-53. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.161990>
- Melchert, T. E. (1968). Systematic studies in the Coreopsidinae: cytotaxonomy of Mexican and Guatemalan *Cosmos*. *American Journal of Botany*, 55(3), 345-353. <https://doi.org/10.2307/2440421>
- Mohamed, N., Gwee Sian Khee, S., Shuid, A. N., Muhammad, N., Suhaimi, F., Othman, F., Babji, A. S., & Soelaiman, I. N. (2012). The Effects of *Cosmos caudatus* on Structural Bone Histomorphometry in Ovariectomized Rats. *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM*, 2012, 817814. <https://doi.org/10.1155/2012/817814>
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with Tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Murashige, T. (1974). Plant propagation through tissue cultures. *Annual Review of Plant Physiology*, 25, 135-166. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.25.060174.001031>

- Oku, T., Takahashi, H., Yagi, F., Nakamura, I., & Mii, M. (2008). Hybridisation between chocolate cosmos and yellow cosmos confirmed by phylogenetic analysis using plastid subtype identity (PSID) sequences. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83(3), 323-327. DOI: 10.1080/14620316.2008.11512386
- Olajuyigbe, O., & Ashafa, A. (2014). Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Cosmos bipinnatus* Cav leaves from South Africa. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 13(4), 1417-1423.
- Ortega, P. E. (1991). Avances en el estudio de los recursos filogenéticos de México. *SOMEFI*, 449, 417-437
- Ortega-Larrocea, M., Chávez, M., & Bye Boettler, R. (1997). Micropropagación y establecimiento ex vitro de *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) A. Voss en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. *Amaranto*, 10, 1-9.
- Rice G. (2017). The story of *Cosmos atrosanguineus*. *Plantsman*, 16, 112-119. <https://www.rhs.org.uk/about-the-rhs>
- Rodriguez, A., Harker, M., Quezada-Solís, A., & Casillas-Gaeta, S. (2006). Diversidad y potencial ornamental del Género *Cosmos* Cav. (Asteraceae) en Jalisco. *Avances en la Investigación Científica en el CUCBA*, 84, 610-619.
- Sánchez, J., & Islas, V. (1997). *La evolución de la farmacia en México*. Universidad Nacional Autónoma de México, 73, 10-29.
- Sherff, E. E. (1932). *Revision of the Genus Cosmos*. Field Museum Publications in Botany. *Botanical Series*, 8(6), 401-447.
- UPOV. (2023). *International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV)*. Recuperado el 01 de enero de 2023, de Database Plant Variety: <http://www.upov.int>

- Vargas, G., Castro, A., Harker, M., Villaseñor, J., Ortiz, E., & Rodríguez, A. (2013). Distribución geográfica y riqueza del género *Cosmos* (Asteraceae: Coreopsideae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 536-555. <https://doi.org/10.7550/rmb.31481>
- Wilkinson, T., Wetten, A., Prychid, C., & Fay, M.F. (2003). Suitability of cryopreservation for the long-term storage of rare and endangered plant species: a case history for *Cosmos atrosanguineus*. *Annals of botany*, 91(1), 65-74. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg009>

3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE MATERIALES NATIVOS DE COSMOS CHOCOLATE [*Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss]

3.1 Resumen

Cosmos chocolate (*Cosmos atrosanguineus*) es una planta ornamental endémica de México, apreciada principalmente en países extranjeros por las flores color guinda y su aroma a chocolate. Esta especie fue declarada casi extinta de su medio natural, sin embargo, en el año 2015 se localizó una escasa población silvestre de la cual se resguardó material genético en la Universidad Autónoma Chapingo. En México esta especie es poco conocida y no se han reportado estudios como la de caracterización de materiales nativos y tampoco se han desarrollado variedades mejoradas para el mercado nacional. Con el propósito de describir y caracterizar morfológicamente los materiales nativos que se tienen resguardados en la Universidad Autónoma Chapingo. Se realizó, la caracterización morfológica a un grupo de plantas considerando las principales características de interés ornamental. Los valores promedio de altura de planta fueron de 14.7 cm, diámetro de la flor de 3.1 cm, longitud del pedúnculo floral fue de 49.8 cm, con 11.9 botones florales por planta y un promedio de 4 raíces tuberosas con un peso fresco de 62.9 gramos. Se observaron diferentes tonalidades en las flores, así como diferencias en las incisiones de las flores liguladas y colores del disco. Todas las flores presentaron el aroma característico a chocolate. Estos resultados muestran la diversidad morfológica de materiales nativos caracterizados y abre la posibilidad para seleccionar genotipos clonales con mayor valor ornamental.

Palabras clave: *Cosmos atrosanguineus*, flor, nativa, ornamental, raíz tuberosa.

Tesis de Doctorado en Ciencias en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo.
Autor: Bulmaro Morales Vázquez
Director de Tesis: Dra. Maria Teresa Beryl Colinas y León

3.2 Abstract

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MATERIALS NATIVE TO CHOCOLATE COSMOS [*Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss]

Cosmos chocolate (*Cosmos atrosanguineus*) is an ornamental plant endemic to Mexico, mainly appreciated in foreign countries for the reddish flowers and their chocolate aroma. This species was declared almost extinct from its natural environment, however, in 2015 a small wild population was located, from which genetic material was preserved at the Autonomous University Chapingo. In Mexico this species is slightly known, and no studies have been reported related to characterization of native materials and no commercial varieties have been developed for the national market. In order to describe and characterize the native materials that are protected at the Autonomous University of Chapingo, morphological characterization was performed on a group of plants considering the main traits of ornamental interest. The average plant height values were 14.7 cm, flower diameter 3.1 cm, flower peduncle length was 49.8 cm, with 11.9 flower buttons per plant and an average of 4 tuberous roots with a fresh weight of 62.9 grams. Different red hues were observed in the flowers, as well as differences in the incisions of the ligulate flowers and disc colors. All the flowers had the characteristic fragrance of chocolate. These results show the morphological diversity of native materials characterized and opens the possibility to select clonal genotypes with higher ornamental value.

Key words: *Cosmos atrosanguineus*, flower, native, ornamental, tuberous root

Thesis of Doctor in Science in Horticulture, Universidad Autónoma Chapingo

Autor: Bulmaro Morales Vázquez

Advisor: Dra. Maria Teresa Beryl Colinas y León

3.3 Introducción

México posee gran riqueza florística con potencial ornamental como el caso del género *Cosmos* el cual incluye 35 especies (Sherff, 1932; Vargas et al., 2013). Una de estas especies es *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss, conocida comúnmente como cosmos chocolate ubicada en la sección discopoda del género debido a que produce raíces tuberosas, es una planta ornamental valorada por el color guinda y el aroma a chocolate de sus flores, es nativa y endémica de México y se reportó al límite de la extinción de su medio natural (IUCN, 2022; Hind & Fay 2003), sin embargo, en años recientes se han localizado pequeñas poblaciones silvestres (Castro et al., 2014; Gómez et al., 2019).

Esta especie desde un inicio fue atractiva por su color de flores y aroma, sin embargo, se tuvo confusión de su ubicación taxonómica en otros géneros como *Dahlia* o *Bidens*, finalmente fue ubicado en el género *Cosmos* (Sherff, 1932; Sherff & Alexander, 1955). Una de las últimas colectas de materiales silvestres nativos de México son reportadas desde 1861 (Hooker, 1861), de estos materiales originales se resguardaron clones en el jardín botánico de Kew, Inglaterra pero debido a que después de un tiempo solo se tenía un clon resguardado y además de reportarse que es una especie que presenta autoincompatibilidad (Oku et al., 2008; Gómez et al., 2019), los trabajos para su estudio y mejoramiento genético han sido limitados y se han enfocado principalmente hacia alternativas para su conservación y algunos trabajos para el desarrollo de variedades (Hind & Fay, 2003; Rice, 2017), además de que no se habían reportado nuevos estudios en materiales silvestres o nativos.

Debido a la problemática que ha representado esta especie por declararse casi extinta de su medio natural, se han realizado varios esfuerzos para su conservación, como los reportados por Ortega et al. (1997), que buscaban reintroducir la especie a su medio natural apoyándose de la técnica de micropropagación, sin embargo, no se reporta si tuvieron éxito. Hosoki et al. (1993), mencionaron que la micropropagación de cosmos chocolate se logró

mediante subcultivo de secciones de tallo con nudos o la división de brotes axilares en medio base MS (Murashige & Skoog, 1962) con benciladenina (BA). Wilkinson et al. (2003), realizaron trabajos de crio-preservación en esta especie y mencionaron que respondía bien al cultivo *in vitro* ya que obtuvieron brotes de callos en medio MS adicionando 0.5 mg L⁻¹ de bencilaminopurina (BA) y 0.01 mg L⁻¹ de ácido naftalenacético (ANA). Oku et al. (2008), realizaron protocolos de regeneración de *C. atrosanguineus* a través del cultivo de protoplastos teniendo el mejor resultado con MS al 50 % con sorbitol (0.3 M) y rescate de embriones en cultivo *in vitro*. Finalmente, Gómez et al. (2019), reportan que mejoraron el proceso de micropropagación de diferentes clones nativos de *C. atrosanguineus* en cultivo *in vitro*, con la introducción de floriglucinol que mejoró notablemente el proceso de enraizamiento.

Otros estudios reportados en *C. atrosanguineus* por Kanellos y Pearson (2000), para evaluar la respuesta a fotoperiodo de esta especie concluyeron que *C. atrosanguineus* se comporta como planta facultativa de día largo, adelantando su floración en condiciones de 17 horas de luz. Amamiya e Iwashina (2016), llevaron a cabo un estudio de los pigmentos en algunas variedades de cosmos chocolate, encontrando antocianinas, flavanonas y chalconas.

Actualmente existen 8 variedades clonales registradas en el catálogo de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), obtenidas principalmente por mutación o hibridación a partir del clon de Kew, estas variedades principalmente se han utilizado para flor de maceta, jardín y una variedad adecuada como flor de corte en Japón (Oku, et al., 2008), sin embargo, una característica importante en algunas de estas variedades es la pérdida de la capacidad de producción de polen o intensidad del aroma (UPOV, 2023; Rice, 2017).

C. atrosanguineus ha sido muy apreciada en países de la Unión Europea, Japón y Nueva Zelanda, y ha sido reconocida como una especie exótica, aunque en nuestro país es poco conocida, a pesar de ser una planta nativa y endémica de México y que se han encontrado materiales silvestres (Gómez et al., 2019). Fruto

de la experiencia de esta especie en la Universidad Autónoma Chapingo recientemente se registraron dos variedades en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) en mayo del 2022, 'Doble sensación' un híbrido interespecífico y la variedad clonal 'Dulce Amanecer' (SNICS, 2022; Gómez et al., 2023).

El estudio de especies endémicas o silvestres poco exploradas incrementa la posibilidad de su aprovechamiento y conservación de germoplasma reduciendo el riesgo de extinción, ya que el uso puede motivar su recolecta y resguardo en bancos de germoplasma (Schippmann et al., 2005). El objetivo de la presente investigación fue realizar la caracterización morfológica de materiales nativos de la colección de *Cosmos atrosanguineus* resguardados en la Universidad Autónoma Chapingo, con el fin de generar información de utilidad para futuros estudios o planes de mejoramiento de esta especie, promoviendo así su uso y difusión en la horticultura ornamental de nuestro país.

3.4 Materiales y métodos

3.4.1 Material vegetal

El material genético para este estudio se obtuvo de la colección de trabajo de *C. atrosanguineus* que se tiene resguardado en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, este material originalmente proviene de material que colectamos durante un viaje de exploración realizado durante la visita del experto japonés Dr. Atzuo Inazu de la Universidad de Tamagawa en 2015 en la sierra de Zimapán, Hidalgo. De este material resguardado se produjo semillas, que se utilizaron para la prueba de germinación y las siembras de plantas para la caracterización morfológica.

Las pruebas de germinación se realizaron en el Laboratorio de Floricultura y la caracterización de las plantas se realizó en los invernaderos de posgrado del Instituto de Horticultura de la misma universidad.

3.4.2 Germinación de semillas

Para describir el comportamiento de la germinación de las semillas, se utilizaron charolas de siembra de 200 cavidades, donde se colocaron 175 semillas en sustrato de turba más perlita en una proporción 2:1, posteriormente se colocaron en una cámara de germinación por 21 días a temperatura de 25 °C, luz artificial ($70 \mu\text{Mm}^{-2}\text{s}^{-1}$) y humedad constante. Después se registró diariamente el número de plántulas emergidas hasta los 21 días después de la siembra. Así se obtuvo el número de semillas germinadas y el porcentaje de germinación.

3.4.3 Caracterización morfológica de las plantas

Las semillas se germinaron en charolas de siembra de 200 cavidades y mezcla de turba más perlita (2:1), posteriormente las plántulas se trasplantaron cuando tenían un par de hojas verdaderas a contenedores de 6 litros de capacidad, utilizando una mezcla de tierra de composta, turba y perlita en una proporción de 3:2:1, respectivamente. Las plantas se mantuvieron bajo invernadero y se les dio manejo agronómico hasta después de la floración cuando entraron en reposo. En total se caracterizaron 107 plantas. Se fertilizó semanalmente con el producto Ultrasol multitpropósito (18-18-18+M.E.) a 3 gramos por litro durante todo el ciclo de cultivo. Se realizó el registro de los principales problemas fitopatógenos que se presentaron durante el ciclo.

3.4.4 Plantas agrupadas por colores

Considerando la presencia de tres tonalidades de flor diferente (rojizo intenso, rojizo y rojizo claro) se procedió a realizar una segunda caracterización donde se compararon los datos de cada grupo de color para determinar si había diferencias estadísticas en las variables de cada grupo de plantas. Estas plantas se tomaron al azar y se consideraron las mismas características morfológicas que en la primera caracterización a excepción de las raíces tuberosas. Las condiciones de cultivo fueron las mismas que en las plantas de la primera caracterización.

3.4.5 Características evaluadas

Los caracteres evaluados fueron los mismos tanto en la primera caracterización, como en las plantas agrupadas por colores. El grupo de flores rojizo oscuro se ubicó con la clave 187A “Greyed purple-group”, el grupo de flores rojizo claro con la clave 61A “Red purple-group” y el grupo de las flores rojizas con la clave 187B “Greyed purple-group” de acuerdo con las cartas de colores de la Royal Horticultural Society (RHS) versión 2001. Los datos se tomaron cuando inició la floración. Los datos de raíces tuberosas, así como el número de botones florales se tomaron al final de la floración, previo a que las plantas entraran en reposo.

En la parte aérea: altura de planta, medida tomada del cuello hasta donde inicia el pedúnculo de la primera flor, grosor del tallo tomado en la parte media, número de pares de hojas simples y hojas pinnadas, número de ramas laterales, número de brotes basales. Flor: Longitud del pedúnculo de la flor principal, diámetro de la flor, color apoyado de la carta de colores de la RHS, número de botones florales al final de la floración y presencia o ausencia de aroma tomado cualitativamente. Raíces tuberosas: peso fresco, número de raíces tuberosas, longitud de la raíz más larga y grosor de la raíz más larga.

3.4.6 Análisis de datos

De los datos morfológicos se obtuvieron los promedios y su desviación estándar. La comparación entre los tres grupos de plantas por colores se realizó bajo el diseño completamente al azar tomando 20 plantas por grupo (repeticiones) y la comparación de medias de acuerdo con la prueba de Duncan con $p \leq 0.05$, los datos se analizaron con el programa Statistical Analysis System (SAS 9.0).

3.5 Resultados y discusión

3.5.1 Germinación de semillas

Los resultados muestran que la germinación de las semillas en esta especie presenta problemas ya que no fue uniforme y se prolongó durante varios días,

llegando hasta los 21 días después de la siembra y con 68 % de germinación . El mayor número de semillas germinadas ocurrió a partir de los 9 días y hasta los 19 días después de la siembra (Figura 1).

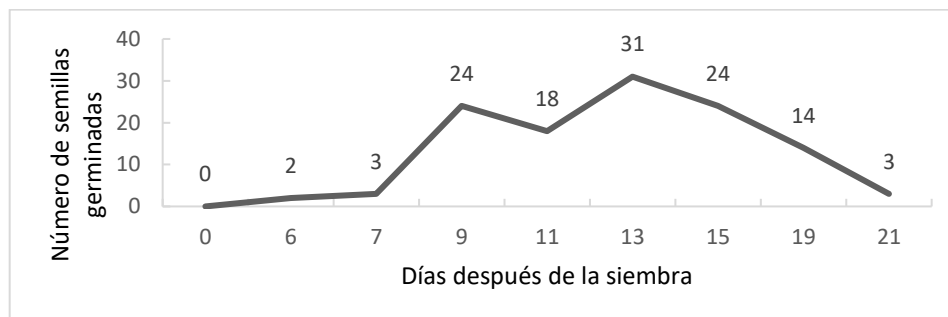


Figura 1. Germinación de semillas durante 21 días en *Cosmos atrosanguineus*

Estos resultados se pueden deber a inhibidores en las semillas como se reporta en otras especies, donde se ha reportado que la presencia de ciertos inhibidores en la testa provoca bajo porcentaje de germinación debido a algún mecanismo o tipo de latencia (Vázquez et al., 1997). En cuanto a la prolongación de los días a germinación probablemente se deba a que vienen de plantas silvestres que todavía no han sido domesticadas completamente por lo que este es un mecanismo natural de las plantas ante posibles amenazas (Vázquez et al., 1997).

3.5.2 Caracterización morfológica de las plantas

Todas las plantas presentaron el aroma a chocolate característico de la especie, así como abundante producción de polen, algunas con mayor intensidad de aroma, sin embargo, no sé midió cuantitativamente esta característica, esto coincide con lo descrito por Sherff (1932) donde mencionó que en materiales nativos la presencia del aroma se mantiene a diferencia de las variedades mejoradas donde se reporta que ha disminuido o perdido, así como la producción de polen (Rice, 2017).

Parte aérea: la altura de la planta cuando inició la apertura de la primera flor se mantuvo en un promedio de 14.7 cm, siendo de las características más variables ya que se observaron plantas que medían desde 5 cm hasta aquellas que medían

más de 20 cm (Cuadro 1). Al final de la floración las plantas alcanzaron una altura promedio de 50 cm. Otra característica importante observada fue que, al momento de la aparición de las hojas pinnadas, y que se perdió la dominancia apical, apareció el primer botón floral y las yemas axilares comenzaron a brotar, desarrollando hojas pinnadas en conjunto con un botón floral.

Flor: otra de las características más relevantes fue la longitud del pedúnculo floral de la flor principal con un promedio de 49.8 cm, ya que esta característica permitiría usar materiales para flor de corte como las variedades desarrolladas en Japón donde la longitud del pedúnculo es una característica de importancia (Oku et al., 2008). En cuanto a las formas del pétalo, algunas presentaron incisiones más profundas o con cierta curvatura de las flores liguladas, en el color del disco floral también se observaron diferentes coloraciones desde tonalidades oscuras hasta tonalidades claras, diferente a lo que mencionó Sherff (1932), ya que solamente reportó tonalidades de flores y color del disco en rojizo oscuro (Figura 2).



Figura 2. Formas de flores liguladas encontradas en flores de *Cosmos atrosanguineus*. Así mismo en general se observó que la primera flor suele ser la del pedúnculo más largo, encontrándose longitudes de 20 cm hasta 80 cm, esto difiere con lo reportado por Hind y Fay (2003), quienes mencionaron que la longitud de pedúnculo se encuentra entre 35 y 50 cm y que raramente supera los 60 cm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medias de caracteres morfológicos cuantitativos en *Cosmos atrosanguineus*

	Altura de planta (cm)	Pares de hojas simples	Pares de hojas pinnadas	Grosor del tallo (cm)	Diámetro de la flor (cm)	Longitud del pedúnculo o floral (cm)	Ramas laterales	Botones florales	Brotes basales
Promedio	14.7	5.8	2.8	0.5	3.1	49.8	7.6	11.9	4.6
Desviación estándar	4.6	1.6	1.3	0.3	0.7	10.2	2.1	5.7	2.8

Se encontró variación en cuanto a tonalidades de las flores que se observaron desde rojizos oscuros, hasta rojizos claros. Principalmente se agruparon en tres colores basándose en la carta de colores de la RHS, 2001. El grupo de flores rojizo oscuro se ubicó con la clave 187A “Greyed purple-group”, el grupo de las flores rojizo claro con la clave 61A “Red purple-group” y el grupo de las rojizas con la clave 187B “Greyed purple-group” de acuerdo con las cartas de colores de la RHS (Figura 3).



Figura 3. Colores predominantes dentro de las plantas evaluadas de *Cosmos atrosanguineus* y sus claves de acuerdo con la carta de colores de la Royal Horticultural Society. A) rojizo oscuro clave 187A. B) rojizo, clave 187B. C) rojizo claro, clave 61A

El periodo de floración se prolongó alrededor de dos meses, mientras las condiciones de temperatura, humedad y estado sanitario de las plantas lo permitió, esto coincide con lo reportado por Hind y Fay (2003), quienes reportaron que bajo condiciones favorables la planta se comporta como planta perenne. Otra característica importante que se observó fue que después del periodo de floración principal, las ramas laterales presentan un segundo flujo de crecimiento, acompañado de la aparición de brotes basales que provienen de la parte de la corona de la planta y posteriormente se observó el desarrollo de botones florales.

Raíces tuberosas: en el desarrollo de raíces tuberosas el peso fresco fue de las características más sobresalientes debido a que se obtuvo un promedio de 62.9 g por planta con un promedio de 4 raíces tuberosas desarrolladas, sin embargo, se encontraron plantas que superaron los 100 g de peso por lo que nos indica que estas plantas presentaron mayor acumulación de reservas (Cuadro 2). El número de raíces tuberosas también es una característica importante para el método de multiplicación asexual mediante la división de estos órganos por lo que se podrían obtener en promedio cuatro nuevas plantas separando cuidadosamente la corona y una raíz tuberosa.

Cuadro 2. Desarrollo de raíces tuberosas en *Cosmos atrosanguineus*

	Peso fresco de raíces tuberosas (g)	Raíces tuberosas	Longitud de la raíz tuberosa más larga (cm)	Grosor de la raíz tuberosa más larga (cm)
Promedio	62.9	4.0	9.1	2.0
Desviación estándar	21.8	1.1	2.1	0.4

Como reportaron Hind y Fay (2003), esta especie desarrolla raíces tuberosas para la acumulación de reservas como método de sobrevivencia y es una característica importante en otras especies como *Cosmos bipinnatus* donde se encuentran metabolitos de interés, por lo que la selección de genotipos con mayor número de raíces tuberosas pudiera ser de interés en un futuro (Olajuyigbe & Ashafa, 2014). Se observó que la mayoría de las plantas con raíces tuberosas más desarrolladas fueron aquellas que presentaron mayor vigor.

3.5.3 Comparación por grupos de colores

Al agrupar las plantas de acuerdo con el color de las flores, el grupo de plantas con flores color rojizo (61A) fue el estadísticamente superior en la altura de planta con un promedio de 17.8 cm. Las características de pares de hojas simples y pares de hojas pinnadas no presentaron diferencias significativas por lo tanto esta parece ser una característica estable durante el desarrollo de esta especie. En cuanto al grosor del tallo también fue similar y el grupo de color rojizo oscuro (187A) fue el que presentó una diferencia estadística comparado con el grupo de

las plantas de flores rojizas (61A) pero no con las plantas de color rojizo claro (187B) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Comparación de medias de 3 grupos de plantas de *Cosmos atrosanguineus*

Color de flor	Altura de planta (cm)	Pares de hojas simples	Pares de hojas pinnadas	Grosor del tallo (cm)	Longitud del pedúnculo o floral (cm)	Diámetro de flor (cm)	Ramas laterales
Rojizo claro (187B)	13.0 b	6.1 a	2.6 a	0.46 ab	49.6 a	3.07 a	6.6 a
Rojizo (61A)	17.8 a	6.4 a	2.4 a	0.43 b	52.9 a	3.14 a	7.8 a
Rojizo oscuro (187A)	14.1 b	5.8 a	2.6 a	0.51 a	52.3 a	3.07 a	7.0 a
(DMS) número de medias				Rango crítico			
2	2.36	0.97	0.79	0.04	7.1	0.38	1.3
3	2.48	1.02	0.83	0.05	7.5	0.4	1.4

Medias con la misma letra dentro de cada columna no son estadísticamente diferentes (Duncan con $p \leq 0.05$). DMS: diferencia mínima significativa.

En las características de diámetro de flor y longitud de pedúnculo no se presentaron diferencias estadísticas y se mantuvieron dentro de los valores similares presentados en la primera caracterización de las plantas (Cuadro 1). El diámetro de flor cabe mencionar que fue un valor consistente entre los tres grupos de plantas y promedio se mantuvo en los 3 cm. Algunos de los principales problemas de plagas fue la presencia de mosquita blanca, mosca negra, pulgones y trips y la principal enfermedad fue la cenicilla. La cenicilla suele ser una de las enfermedades más comunes en esta especie causada por el patógeno *Golovinomyces ambrosiae* según un reporte realizado por Enciso-Maldonado et al. (2020).

Estos resultados nos muestran el comportamiento morfológico de esta especie y es un primer estudio con materiales nativos de nuestro país y aporta información para el manejo agronómico de la especie, así como para futuros planes de

mejoramiento genético y diferentes estudios de aprovechamiento y conservación en nuestro país.

3.5.4 Conclusiones

De las características morfológicas encontradas en la población estudiada, resalta las diferencias en color y tipo de flores liguladas e intensidad de aroma, además de pedúnculos florales largos que son atributos ornamentales de interés en el desarrollo de variedades clonales tanto para flor de corte como para plantas en maceta.

Diferencias en peso fresco y número de raíces tuberosas permite seleccionar individuos con mayor capacidad de propagación mediante división de coronas, además de incluir la cantidad de biomasa como fuente de compuestos de interés.

3.6 Literatura citada

- Amamiya, K., & Iwashina, T. (2016). Qualitative and quantitative analysis of flower pigments in chocolate cosmos, *Cosmos atrosanguineus*, and its hybrids. *Natural Product Communications*, 11(1), 77-78. <https://doi.org/10.1177/1934578X1601100122>
- Castro-Castro A., G. Vargas-Amado, M. Harker & A. Rodríguez (2014) Análisis macromorfológico y citogenético del género *Cosmos* (Asteraceae, Coreopsiodeae), con una clave para su identificación. *Botanical Sciences*, 92, 363-388. <https://doi.org/10.17129/botsci.111>
- Enciso-Maldonado, G.A., Morales-Vázquez, B., Sanabria-Velázquez, A.D., Díaz-Najera, J.F., Zapata-Maldonado, C.I., & Fuentes-Aragón, D. (2020). First report of powdery mildew caused by *Golovinomyces ambrosiae* on *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss. *Journal of Plant Pathology*, 102, 1345-1346. <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00630-2>
- Gómez-Pedraza D. E. , Mejía-Muñoz J. M., Colinas León M. T., Juárez-Hernández M. J., & Martínez-Damián M.T. (2023). Doble sensación, nueva variedad híbrida mexicana de cosmos, *Revista Fitotecnia Mexicana*, (46)1, 89-91. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.1.89>
- Gómez-Pedraza, D.E., Mejía-Muñoz, J.M., Martínez-Solís, J. & Morales-Vázquez, B. (2019). Morphogenetic variation in the multiplication and rooting in vitro of wild clones of chocolate cosmos (*Cosmos atrosanguineus*). *Acta Horticulturae*, 1237, 243-250. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1237.32>
- Hind, N., & Fay, M.F. (2003). Plate 461. *Cosmos atrosanguineus* Compositae. *Curtis's Botanical Magazine*, 20(1), 40-48. <https://doi.org/10.1111/1467-8748.00369>

- Hooker, W.J. (1861). *Cosmos diversifolius* var. *atrosanguineus*. *Curtis's Botanical Magazine*, 87, 520-522.
- Hosoki, T., Kobayakawa, H., & Ohta, K. (2003). Micropropagation of chocolate cosmos (*Cosmos atrosanguineus*) by repeated division of nodes/axillary shoots and adventitious shoots from microshoots. *Acta Horticulturae*, 625, 261-264. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.625.30>
- IUCN (2022). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2022-2. Recuperado el 12 de abril del 2023, de <https://www.iucnredlist.org>.
- Kanellos, E., & Pearson, S. (2000). Environmental regulation of flowering and growth of *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss. *Scientia Horticulturae*, 83, 265-274. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00081-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00081-3)
- Murashige T. & F. Skoog (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473-497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Rice G. (2017) The story of *Cosmos atrosanguineus*. *Plantsman*, 16, 112-119. <https://www.rhs.org.uk/about-the-rhs>
- Royal Horticultural Society (2001). RHS colour chart. Royal Horticulture Society.
- Olajuyigbe, O., & Ashafa, A. (2014). Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of *Cosmos bipinnatus* Cav leaves from South Africa. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 13(4), 1417-1423.
- Oku, T., Takahashi, H., Yagi, F., Nakamura I., & Mii, M. (2008) Hybridisation between chocolate cosmos and yellow cosmos confirmed by phylogenetic analysis using plastid subtype identity (PSID) sequences, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83(3), 323-327, DOI: 10.1080/14620316.2008.11512386

- Ortega-Larrocea, M., Chávez, M., & Bye Boettler, R. (1997). Micropropagación y establecimiento ex vitro de *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) A. Voss en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. *Amaranto*, 10, 1-9.
- SAS Institute (2009) The SAS System for Windows. Release 9.0. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.
- Schippmann U., A. Cunningham, D. Leaman & S. Walter (2005) Impact of cultivation and collection on the conservation of medicinal plants: global trends and issues. *Acta Horticulturae*, 676, 31-44. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.676.3>
- Sherff, E.E. (1932). Revision of the genus *Cosmos*. *Field Museum of Natural History Publications. Botany Series*, 8(6), 401-447.
- Sherff, E.E. & Alexander, E.J. (1955). *Compositae-Heliantheae-Coreopsidinae*. In: Sherff, EE & Alexander, EJ (eds). *North American Flora*. 2, Pt. 2.
- SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2022, octubre 19). Catálogo Nacional de Variedades Vegetales 2022, Versión Digital. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (AGRICULTURA). p. 191. <https://www.gob.mx/snics/articulos/catalogo-nacional-de-variedades-vegetales-cnvv-2022>
- UPOV, Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (2015) *Cosmos* Código UPOV: COSMO *Cosmos* Cav. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Documento TG/304/1. Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales.
- UPOV, Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (2023, abril 12). Base de datos sobre variedades vegetales PLUTO. COSMO_ATR. Catálogo Digital de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales UE. <https://pluto.upov.int/search>.

- Vargas-Amado G., Castro-Castro A., Harker M., Villaseñor J.L., Ortiz E. & Rodríguez A. (2013). Distribución geográfica y riqueza del género *Cosmos* (Asteraceae: Coreoideae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 536-555. <https://doi.org/10.7550/rmb.31481>
- Vázquez Yanes, C., A. Orozco, M. Rojas, M. E. Sánchez & V. Cervantes (1997). *La reproducción de las plantas: semillas y meristemas* (1ª ed.). Fondo de Cultura Económica.
<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/lcpt157.htm>
- Wilkinson, T., Wetten, A., Prychid, C., & Fay, M. (2003). Suitability of cryopreservation for the long-term storage of rare and endangered plant species: a case history for *Cosmos atrosanguineus*. *Annals of botany*, 91(1), 65-74. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg009>

4. ‘DULCE AMANECER’, PRIMERA VARIEDAD MEXICANA DE COSMOS CHOCOLATE [*Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss]

‘DULCE AMANECER’ FIRST MEXICAN CHOCOLATE COSMOS VARIETY

4.1 Introducción

Cosmos atrosanguineus (Hook.) Voss, conocido comúnmente como cosmos chocolate es una especie que se ubica en la sección discopoda del género *Cosmos* por la característica de producir raíces tuberosas, su uso principal es ornamental por el color guinda y aroma a chocolate de sus flores, es nativa y endémica de México y se reportó al límite de la extinción de su medio natural, sin embargo, en años recientes se han localizado pequeñas poblaciones silvestres (Castro et al., 2014; Gómez et al., 2019).

Debido a que solo se tenía un clon resguardado en el jardín botánico de Kew, Inglaterra, además de reportarse que es una especie que presenta problemas de autoincompatibilidad, los trabajos para su estudio y mejoramiento genético han sido limitados y se han enfocado principalmente en alternativas para su conservación y algunos trabajos para el desarrollo de variedades (Hind & Fay, 2003; Rice, 2017). Actualmente se tienen registradas ocho variedades clonales en el catálogo de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), que se han derivado por mutación o hibridación interespecífica a partir del clon resguardado de Kew y estas variedades principalmente se han utilizado para flor de maceta, jardín y una variedad adecuada como flor de corte en Japón, con algunas variaciones y donde se reporta la pérdida de la capacidad de producción de polen o presencia de aroma en algunas variedades (UPOV, 2023).

C. atrosanguineus ha representado un recurso ornamental muy apreciado en países de la Unión Europea, Japón, Nueva Zelanda, entre otros y ha sido reconocida como una planta exótica por su color intenso y aroma a chocolate,

sin embargo, en nuestro país es poco conocida y no existen variedades desarrolladas para su aprovechamiento, a pesar de ser una planta nativa y endémica de México y que actualmente se han encontrado materiales silvestres (Gómez et al., 2019), es por eso, que como uno de los objetivos principales del programa de mejoramiento genético y conservación de esta especie en la Universidad Autónoma Chapingo, fue desarrollar una variedad mejorada con valor ornamental que sea candidata a registró en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) a partir de materiales endémicos con el fin de promover su aprovechamiento hortícola y su conservación como un recurso fitogenético de México.

4.2 Materiales y métodos

4.2.1 Origen del material vegetal

En 2015 se localizó una escasa población de plantas de *C. atrosanguineus* en estado silvestre en la sierra de Zimapán en Hidalgo, México, por investigadores de la Universidad Autónoma Chapingo, del cual se colectó material vegetal y se resguardó en el laboratorio de cultivo de Tejidos Vegetales de la misma Universidad, posteriormente estos materiales se utilizaron como base en el programa de mejoramiento genético de esta especie y del cual se obtuvo la variedad Dulce Amanecer.

4.2.2 Selección y cruzamientos

Esta variedad se generó a partir de la colección de *C. atrosanguineus* donde se seleccionaron dos individuos con características de interés ornamental, progenitor femenino (Hgo1) y progenitor masculino (Hgo4) durante el mes de julio del 2019, las cruas dirigidas se llevaron a cabo en octubre del 2019 cuando las plantas iniciaron su floración y en noviembre se recolectaron las semillas maduras, se resguardaron y en marzo del 2020 se sembraron bajo condiciones de invernadero. En junio del 2020 durante la etapa de floración se realizó la

evaluación y selección de uno de los individuos sobresalientes con características ornamentales de interés. Antes de que la planta seleccionada entrara en reposo se introdujo en cultivo *in vitro* en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Células del Departamento de Fitotecnia de La Universidad Autónoma Chapingo, además se resguardaron las raíces tuberosas de los progenitores y del individuo seleccionado para su posterior siembra. De octubre del 2020 a enero del 2021 el material seleccionado se clonó y micropropagó y en el mes de febrero del 2021, individuos clonales se aclimataron y cultivaron en macetas bajo condiciones de malla sombra y de invernadero en el área de invernaderos del Posgrado del Instituto de Horticultura de La Universidad Autónoma Chapingo.

4.2.3 Evaluación y descripción con la guía técnica de la UPOV

Los individuos clonales de la variedad candidata llegaron a floración en el mes de mayo de 2021, cuando se realizó la primera evaluación y caracterización con base en los criterios considerados en la guía técnica (TG/304/1) del descriptor varietal propuesto por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2015), bajo estas directrices se evaluó la distinción, homogeneidad y estabilidad. Una segunda evaluación se realizó después de haber plantado nuevamente los individuos clonales en junio del 2021, los cuales llegaron a floración en septiembre del mismo año. Siguiendo el descriptor de la UPOV, se consideraron 34 caracteres morfológicos y para la descripción del color se utilizó la carta de colores Royal Horticultural Society (RHS) versión 2001.

Las plantas que se cultivaron de marzo a junio en los años mencionados, adelantaron su floración alrededor de 10 días, esto debido probablemente a las condiciones de fotoperiodo largo, ya que esta especie responde a este estímulo y se comporta como planta facultativa de día largo, reduciendo los días a floración, pero no se observaron diferencias en el número de flores, ni en la longitud del pedúnculo floral, tampoco en el desarrollo morfológico y en ambos ambientes y en las diferentes fechas de cultivo, las plantas formaron raíces tuberosas

4.3 Resultados y discusión

4.3.1 características sobresalientes de la variedad

Dentro de las características más importante de la variedad Dulce Amanecer se encuentran las siguientes; es una planta vigorosa de porte semierecto, con una altura promedio al inicio de la floración de 14 cm y una altura promedio de 45 cm al final de la floración, con cuatro a seis pares de hojas simples, así como tres a cuatro pares de hojas compuestas (pinnadas), con una coloración verde oscura, pigmentación antociánica del tallo principal débil, llegando a desarrollar en promedio ocho ramas laterales después de la apertura del primer botón floral, la longitud del pedúnculo floral es una característica sobresaliente con un promedio de 89.5 cm, presenta flores de capitulo sencillo tipo margarita con ocho flores liguladas, con un diámetro promedio de la flor de 4.8 cm. El porte del capitulo es ascendente. Las flores liguladas presentan un solo color correspondiente al código “187B Greyed-Purple Group” y el color del disco correspondiente al “187A Greyed-Purple Group” según la carta de colores de la RHS (Figura 4).



Figura 4. a) Planta al Inicio de floración b) Planta al final de floración c) Inflorescencia d) Tallo de la variedad Dulce Amanecer

‘Dulce Amanecer’ conserva el característico aroma intenso a chocolate y la producción abundante de polen, a diferencia de la mayoría de las variedades generadas en el extranjero, donde la pérdida de la intensidad del aroma y la capacidad de producción de polen han representado un problema importante

(Cuadro 4). Cabe señalar que en los reportes de las variedades utilizadas en el cuadro 4 para la comparación (Rice, 2017), no dan mucho detalle de las características, en particular con relación al color. El vigor de la planta es una característica que parece haber heredado del progenitor masculino (Hgo4), mientras que la longitud del pedúnculo de la flor fue superior a ambos progenitores.

Cuadro 4. Características más importantes de algunas variedades de *Cosmos atrosanguineus* y la variedad Dulce Amanecer

Característica	'Dulce Amanecer'	'Dark Secret'	'Black Magic'	'Chocamocha'
Altura (cm)	45	60	60	30
Vigor	Alto	Medio	Medio	Medio
Longitud del pedúnculo (cm)	89.5	50	50-70	30-50
Aroma	Intenso	Ligero	Intermedio	Ligero
Color	Rojizo-Oscuro	Rojizo	Rojizo	Rojizo-Oscuro
Otras observaciones	Abundante producción de polen	Pétalos superpuestos y baja producción de polen	Formas y tamaños de flor variable	Baja producción de polen
Flor				

Elaborado con datos propios y de Rice (2017).

4.3.2 Problemas de plagas y enfermedades observadas

Algunas observaciones dentro del cultivo de esta variedad son que en época de lluvias durante los meses de agosto-octubre se detectó la presencia de cenicienta (*Golovinomyces ambrosiae*) en ambos ambientes, aunque la enfermedad se desarrolló de forma más agresiva dentro del invernadero, sin embargo, la variedad presenta cierta tolerancia al ataque de este patógeno. Dentro de las plagas más importantes que se presentaron fueron la mosquita negra (*Bradysia* spp.) en su estado biológico de larva, causando muerte de raíces e incluso ataque al cuello de las plantas, durante el ciclo de cultivo también se presentaron la

mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y pulgones (*Myzus* spp.) atacando las partes vegetativas de la planta.

4.3.3 Usos sugeridos de la variedad

Los usos sugeridos de la variedad Dulce Amanecer como planta ornamental son principalmente como flor de corte por la longitud del pedúnculo floral, pero también puede ser utilizada como planta de maceta por el porte y altura de planta. Su cultivo debe ser bajo cubiertas especiales como la malla sombra para protegerla de la luz directa del sol, para evitar quemaduras de las hojas y estrés ya que originalmente esta especie crece bajo la sombra de árboles en bosques de pino y encino. En época de invierno a temperaturas menores a 5 °C la planta entra en reposo y se debe proteger de las heladas, ya sea colocando en ambientes con temperaturas controladas o resguardando las raíces tuberosas para su posterior cultivo.

4.3.4 Estrategias para la distribución

Las estrategias de distribución a los productores serían mediante convenio con el Sistema Producto Ornamental y el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), otorgando plantas madre enraizadas de esquejes o aclimatadas de cultivo *in vitro* para asegurar su fitosanidad y calidad genética, además el productor también podría multiplicar las plantas mediante la división de las raíces tuberosas o enraizamiento de esquejes.

Esta variedad es el primer resultado obtenido del programa de mejoramiento genético de cosmos chocolate en nuestro país a partir de material nativo y endémico de esta especie, con lo que se busca fomentar su cultivo y aprovechamiento agronómico para beneficio de nuestros productores de ornamentales, sin embargo, siendo esta especie poco conocida en México se debe seguir trabajando en la generación de información para su manejo agronómico y usos alternativos. Está por publicarse un artículo informativo donde

se describe más a detalle el comportamiento morfológico de la especie en México.

4.4 Conclusiones

Es viable el desarrollo de variedades mejoradas con valor ornamental de *Cosmos atrosanguineus* a partir de los materiales endémicos que se tienen resguardados en la Universidad Autónoma Chapingo, utilizando un programa de mejoramiento genético.

A partir de los materiales endémicos resguardados se desarrolló y registro la variedad 'Dulce Amanecer' en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) con número CSM-002-210722.

4.5 Literatura citada

- Castro-Castro A., G. Vargas-Amado, M. Harker & A. Rodríguez (2014). Análisis macromorfológico y citogenético del género *Cosmos* (Asteraceae, Coreoideae), con una clave para su identificación. *Botanical Sciences*, 92, 363-388, <https://doi.org/10.17129/botsci.111>
- Gómez-Pedraza, D.E., Mejía-Muñoz, J.M., Martínez-Solís, J. & Morales-Vázquez, B. (2019). Morphogenetic variation in the multiplication and rooting in vitro of wild clones of chocolate cosmos (*Cosmos atrosanguineus*). *Acta Horticulturae*, 1237, 243-250. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1237.32>
- Hind, N., & Fay, M.F. (2003). Plate 461. *Cosmos atrosanguineus* Compositae. *Curtis's Botanical Magazine*, 20(1), 40-48. <https://doi.org/10.1111/1467-8748.00369>

Rice G. (2017) The story of *Cosmos atrosanguineus*. *Plantsman*, 16, 112-119.
<https://www.rhs.org.uk/about-the-rhs>

Royal Horticultural Society (2001). RHS colour chart. Royal Horticulture Society.

UPOV, Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales
(2015) Cosmos Código UPOV: COSMO *Cosmos* Cav. Directrices para la
ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad.
Documento TG/304/1. Unión Internacional para la Protección de las
Obtenciones Vegetales.

UPOV, Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales
(2023, abril 12). Base de datos sobre variedades vegetales PLUTO.
COSMO_ATR. Catálogo Digital de la Unión Internacional para la
Protección de las Obtenciones Vegetales UE. <https://pluto.upov.int/search>.