



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA**



**OBTENCIÓN DE VARIEDAD Y RECOPIACIÓN  
INFORMÁTICA DE COSMOS CHOCOLATE  
(*Cosmos atrosanguineus*)**

**TESIS**

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE**

**DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA**



**APROBADA**



**PRESENTA:**

**DIANA ERIKA GÓMEZ PEDRAZA**

**Bajo la supervisión de: Dra. Ma Teresa Martínez Damián**



Chapingo, Estado de México a 9 de diciembre de 2022,

**Obtención de variedad y recopilación informática de cosmos  
chocolate (*Cosmos atrosanguineus*)**

Tesis realizada por la C. Diana Erika Gómez Pedraza 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**

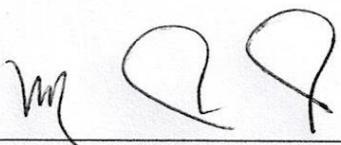
**DIRECTOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Ma Teresa Martínez Damián**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. María Teresa Beryl Colinas León**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dra. Ma. de Jesús Juárez Hernández**

**LECTOR EXTERNO:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Oscar Cruz Álvarez**

## CONTENIDO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>DATOS BIOGRÁFICOS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMEN GENERAL</b> .....	<b>ix</b>
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	<b>1</b>
OBJETIVOS .....	2
HIPÓTESIS .....	2
DESARROLLO DE CAPÍTULOS .....	2
<b>CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
BIODIVERSIDAD Y MEJORAMIENTO GENÉTICO .....	3
DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL GÉNERO COSMOS .....	5
IMPORTANCIA DEL GÉNERO COSMOS COMO PLANTA ORNAMENTAL .....	7
GENÉTICA DEL GÉNERO COSMOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO .....	8
MEJORAMIENTO GENÉTICO DE COSMOS.....	9
PROPIEDADES NUTRACÉUTICAS Y MEDICINALES DE COSMOS.....	10
SITUACIÓN ACTUAL DE LA FLORICULTURA EN MEXICO .....	11
LITERATURA CITADA .....	14
<b>CAPÍTULO III. “DOBLE SENSACIÓN”, NUEVA VARIEDAD HÍBRIDA MEXICANA DE COSMOS</b>	
<b>19</b>	
INTRODUCCIÓN .....	19
MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
Obtención de la variedad .....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21

CONCLUSIONES.....	23
LITERATURA CITADA .....	23

**CAPÍTULO IV. COSMOS CHOCOLATE (*Cosmos atrosanguineus* Sherff): UNA ESPECIE**

<b>ORNAMENTAL ENDÉMICA Y POCO VALORADA EN MÉXICO .....</b>	<b>25</b>
RESUMEN.....	25
ABSTRACT .....	26
INTRODUCCIÓN .....	27
MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
Distribución geográfica y descripción botánica .....	28
Historia del cosmos en el mundo.....	32
Propiedades nutracéuticas del género <i>Cosmos</i> .....	33
Generación de Variedades.....	35
Hibridación para la obtención de nuevas variedades .....	37
Métodos de propagación.....	37
Cultivo de tejidos .....	38
Condiciones ambientales y manejo agronómico .....	42
Luz: manejo del fotoperiodo.....	42
Efecto de la temperatura sobre los procesos vegetativos y reproductivos.....	43
Sustratos .....	44
Manejo agronómico.....	45
Plagas y enfermedades .....	46
Comercialización .....	47
CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS .....	48
LITERATURA CITADA .....	49

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. a) Planta, b) tallo, c) inflorescencia de la variedad "Doble sensación". .....22**
- Figura 2. Hábitat silvestre de *C. atrosanguineus*. Fotografía tomada en Sierra de Zimapán, Hidalgo, México. ....28**
- Figura 3. a) Raíz tuberosa, b) planta en floración; c) botón floral, d) inflorescencia de cosmos chocolate. ....29**
- Figura 4. Cosmos chocolate en venta en mercado de flores, Gante, Bélgica. ....33**
- Figura 5. Organogénesis a) indirecta y b) directa in vitro de *C. atrosanguineus*. ....41**

## DEDICATORIAS

A Dios por permitirme disfrutar siempre un día más de lo bello de la vida y siempre estar a mi lado en la tempestad.

A mi mamá por ser mi mayor ejemplo de superación y resiliencia, por estar a mi lado y no dejarme rendir. A mi papá por motivarme siempre a dar lo mejor de mí y enseñarme a superar los obstáculos de la vida.

A mis hermanos: Eric y Fernando por ser mi compañía, mis guardianes y por siempre tener una palabra de ánimo para mí.

A mis sobrinos: Jade Israel y Cristofer Arian por todos los momentos maravillosos

A París, mi fiel mascota que me acompañó durante estos tres últimos años, por hacer mis mañanas hermosas, por su energía contagiosa, por su amor y lealtad.

A mis tíos: Sebastián y Josefina por su amoroso apoyo. Mis abrazos hasta el cielo tío. A mis primos Brenda, Dulce, Sandi, Lolis y Edgar. A mi abue Inocencia.

A mis amigos Cesar Ramos, Bul, Sandi, Cesar Montoya y a cada uno de mis compañeros de la generación 2019-2022 de Doctorado.

A la Dra. Francisca Hernández Epigmenio por todo el apoyo moral y académico sin el cual este logro no hubiera sido posible.

A cada uno de mis profesores que con sus palabras de ánimo me apoyaron en la culminación de esta etapa, con especial dedicación al M.C. José M. Mejía Muñoz por su incondicional apoyo, por la guía y amistad de estos últimos diez años, por siempre impulsarme y reconocermme cuando yo ni siquiera lo hacía, por todos los buenos momentos, por ser mi ejemplo a seguir de honestidad, trabajo humildad y buen corazón, por siempre estaré agradecida con usted profe Mejía.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por darme la oportunidad de seguir con mi formación académica con la beca otorgada CVU (735963).

A mi alma máter, la Universidad Autónoma Chapingo por mi formación primeramente como Ingeniera Agrónoma, Maestra en Ciencias y finalmente como Doctora en Ciencias, en especial al Departamento de Fitotecnia por todas las facilidades para desarrollar el proyecto de investigación.

A la Dra. Ma Teresa Martínez Damián en la orientación y seguimiento del proyecto de investigación, además de sus palabras de aliento y motivación.

A la Dra. María Teresa Colinas León por la revisión y apoyo con el proyecto de investigación.

A la Dra. Ma. de Jesús Juárez Hernández por el aporte intelectual en el proyecto de investigación.

Al Dr. Óscar Cruz Álvarez por el apoyo, la orientación y las recomendaciones.

Al Ing. Claudio y a Rosalba del área de floricultura por el apoyo en el laboratorio.

Al Dr. Alejandro Facundo Barrientos Priego, por el apoyo en las gestiones, en las revisiones y las recomendaciones para la tesis.

Al personal administrativo de la Coordinación del Posgrado en Horticultura, Anita, Vero y Rogelio por su cálido apoyo y disposición en todos los trámites.

A la secretaria Luz María Gudelia Velasco Morales de la Academia de Agricultura Protegida, por su apoyo en las gestiones y trámites.

A la Lic. Itzel Nayelli Silvestre González por el apoyo en el uso del material y equipo de laboratorio y los conocimientos brindados para la realización del proyecto de tesis.

## **DATOS BIOGRÁFICOS**

### **Datos personales**

Nombre: Diana Erika Gómez Pedraza  
Fecha de nacimiento: 25 de noviembre de 1993  
Lugar de nacimiento: Los Reyes, La Paz, Estado de México, México.  
CURP: GOPD931125MMCMDN00  
Profesión: Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia  
Cédula Profesional: 9938349

### **Desarrollo académico**

Cursó Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, 2008-2011.

Nivel Licenciatura como Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia por la Universidad Autónoma Chapingo.

Nivel de Maestría como Maestro en Ciencias en Horticultura por la Universidad Autónoma Chapingo.

Nivel de Inglés Avanzado por la Universidad Autónoma del Estado de México.

Nivel de Francés Intermedio por la Universidad Autónoma del Estado de México.

## RESUMEN GENERAL

### OBTENCIÓN DE VARIEDAD Y RECOPIACIÓN INFORMÁTICA DE COSMOS CHOCOLATE (*Cosmos atrosanguineus*)

\*Cosmos chocolate (*Cosmos atrosanguineus* Sherff), es una especie endémica de México que se consideraba extinta de su medio natural. Sin embargo, colectas recientes de material vegetal la ubican nuevamente en la Sierra de Zimapán, Hidalgo, México. Es una especie de la cual se han desarrollado variedades en otros países donde se le cultiva y comercializa, situación contraria a la que ocurre en México, donde a pesar de su endemismo, es desconocida y por lo tanto, no se cultiva. El objetivo de este trabajo fue la obtención de un híbrido interespecífico con la especie *C. purpureus*, su propagación vegetativa, evaluar sus características morfológicas y verificar su distinción, homogeneidad y uniformidad para ser registrada en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. Por otro lado, se recopila, analiza y resume información relevante sobre cosmos chocolate y las variedades disponibles, métodos de propagación, manejo agronómico y el potencial ornamental de este recurso fitogenético. Se reconoció la falta de información básica de manejo agronómico y promoción de su cultivo, así como la importancia y necesidad de la generación de variedades, por lo que resulta importante implementar su divulgación en el ámbito ornamental, promover su conservación e impulsar programas de mejoramiento para esta especie.

**Palabras clave:** propagación, recursos fitogenéticos, mejoramiento, manejo agronómico.

## GENERAL ABSTRACT

\*Chocolate cosmos (*Cosmos atrosanguineus* Sheff), is an endemic species from Mexico that was considered extinct in its wild. However, recent collections of plant material place it again in the Sierra de Zimapán, Hidalgo, Mexico. It is a species that has developed varieties in other countries where it is cultivated and marketed. It is the opposite of what occurs in Mexico, where despite its endemism, it is unknown and therefore not cultivated. This work aimed to obtain an interspecific hybrid with the species *C. purpureus*, its vegetative propagation, evaluate its morphological characteristics and verify its distinction, homogeneity and uniformity to be registered in the 'Catálogo Nacional de Variedades Vegetales'. On the other hand, relevant information on chocolate cosmos and the available varieties, propagation methods, agronomic management and ornamental potential of this plant genetic resource is collected, analyzed and summarized. It was recognized the lack of basic information on agronomic management and promotion of its cultivation, as well as the importance and need of the generation of varieties, for which it is important to implement its dissemination in the ornamental area, promote its conservation and promote breeding programs for this species.

Keywords: propagation, plant genetic resources, breeding, agronomic management.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Con 30,000 especies de plantas, México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en diversidad de flora, de las cuales 4,000 poseen características para uso ornamental, alimenticio o ambas (Martínez-Damián et al., 2021). La familia de las asteráceas es el grupo taxonómico con el mayor número de especies, las cuales pertenecen a 362 géneros que están presentes en México y en algunos casos son endémicas (Villaseñor, 2004).

El género *Cosmos*, es el claro ejemplo de esta vasta biodiversidad y endemismo, debido a que agrupa 33 de las 35 especies que lo integran se encuentran distribuidas en México y, 13 son endémicas (Vargas-Amado et al., 2013). De forma similar a lo que ocurre con otros géneros de plantas.

Algunas especies de *Cosmos* son aprovechadas en otros países, sin embargo, son poco o nada conocidas y valoradas en México.

La subutilización de los recursos fitogenéticos del país ha generado diversos problemas, entre lo que se incluyen el poco conocimiento de la biodiversidad y su posible potencial en el ámbito ornamental, alimenticio, medicinal e industrial, así como su difusión y promoción. Por otro lado, el mercado florícola se centra en pocas especies, las cuales en su mayoría son importadas de otros países, ya sea como producto terminado, es decir, como flor cortada o en maceta o bien como propágulos en forma de esquejes, bulbos, semillas u otros, lo cual provoca la dependencia de material vegetal importado del extranjero (Ramírez & Chávez, 2014). Se suma a esto, la falta de variedades vegetales, de innovación tecnológica y el poco desarrollo científico en muchas áreas de la floricultura en México.

Un caso particular lo constituye *C. atrosanguineus* Sherff (comúnmente llamada cosmos chocolate), una especie endémica de México; poco conocida y en la que no existen variedades registradas.

Por lo que, el objetivo de este estudio fue desarrollar esquemas de aprovechamiento mediante el mejoramiento genético y la propagación de *C. atrosanguineus* para preservar, cultivar y aprovechar un híbrido interespecífico con características ornamentales promisorias, que sea susceptible de registro como variedad en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y su difusión como un recurso fitogenético importante que debe ser protegido y aprovechado.

## **OBJETIVOS**

1. Describir el proceso de obtención de la variedad de cosmos 'Doble sensación', así como presentar su inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

2. Recopilar, analizar y resumir la información disponible de cosmos chocolate para promover su divulgación en el ámbito ornamental y de conservación.

## **HIPÓTESIS**

Existe compatibilidad genética entre *C. atrosanguineus* y *C. purpureus*, lo que permitirá obtener híbridos interespecíficos que posean atributos genéticos y morfológicos destacables para productores y consumidores de flores.

## **DESARROLLO DE CAPÍTULOS**

En el capítulo II se expone una revisión de literatura sobre la importancia del género *Cosmos* como la base genética para emprender programas de mejoramiento. En el capítulo III se presenta la descripción de la variedad sometida a evaluación para su inscripción en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales y en el capítulo IV la recopilación, análisis y resumen de toda la información disponible de cosmos chocolate.

## CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

### BIODIVERSIDAD Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

En términos generales la biodiversidad se ha generado gracias a diversos procesos evolutivos como la selección natural o las mutaciones que han dado origen a las miles de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que se agrupan en cúmulos de organismos similares entre sí y disímiles de los agrupados en otros cúmulos y que interaccionan entre sí y el medio en el que habitan (Cordova-Tapia & Zambrano, 2015).

De ahí que es importante primero definir algunos conceptos que sustentan al término biodiversidad. El más importante es el concepto de especie, el cual, dependiendo del enfoque, ya sea el evolutivo, filogenético o biológico desde el que se vea, tendrá una definición diferente (Understanding Evolution, 2021).

Según el biólogo evolutivo Ernst Mayr definió a la especie desde un enfoque biológico como “un grupo de poblaciones que potencialmente se reproducen entre sí y que están reproductivamente aisladas de otros grupos similares” (Marcos, 2010; Toretta, 2010). Así que, si un individuo puede reproducirse con otros individuos de su propia población o de otras poblaciones, entonces todo ese conjunto de individuos constituyen una especie.

Sin embargo, si solo los organismos de una misma especie pueden reproducirse, ¿cómo es que se logran los híbridos interespecíficos? ¿No se debería considerar entonces, como una misma especie a las dos diferentes especies progenitoras de un híbrido interespecífico? La hibridación interespecífica es un fenómeno que suele ocurrir ya sea naturalmente o por la mano del hombre, tanto en el reino animal, como es el caso de la mula que es la cruce entre una yegua (*Equus ferus caballus*) y un asno (*Equus africanus asinus*), o en el reino vegetal, con muchísimos más ejemplos de hibridación como el triticales que es un cereal híbrido que procede del cruzamiento entre trigo (*Triticum* spp.) y centeno (*Secale cereale* L.). Por lo visto, el concepto biológico de especie tiene sus limitaciones, aunque funciona bien para muchos organismos y ha tenido mucha influencia en

el progreso de la teoría evolutiva, se requieren otras definiciones que permitan aclarar y delimitar el concepto de especie.

De ahí que surgieron otros conceptos de especie como el fenético que define a la especie como un grupo de organismos que son fenotípicamente similares y que parecen ser diferentes de otros grupos de organismos. Según este concepto, el parecido fenotípico es lo único que importa a la hora de identificar especies diferentes (Understanding Evolution, 2021). En taxonomía, se le denomina especie a la unidad básica de clasificación biológica, subordinada a género, familia, orden, etc., por lo que este concepto fenético es utilizado para clasificar a los organismos en especies (Torretti, 2010).

El concepto filogenético de especie es el más relevante dentro del contexto evolutivo, pues define a una especie como la unidad fundamental de la evolución ya que involucra aspectos como la relación ancestro descendiente de los organismos, la homología de caracteres morfológicos y moleculares y la historia evolutiva del flujo hereditario (Ruelas, 2018; Zunino & Palestrini, 1991).

Aunque la definición del concepto de especie aun es un tema de gran controversia y está en constante definición, es importante en la definición del concepto biodiversidad.

El concepto “biodiversidad” fue acuñado en 1985, en el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica de Estados Unidos por Walter G. Rosen (Núñez, González-Gaudiano & Barahona, 2003). Al igual que el concepto de especie, el concepto de biodiversidad, también posee diferentes definiciones dependiendo del contexto en el cual se desarrolle, es decir, la definición de biodiversidad será diferente si se trata desde un contexto ecológico a que si se trata desde el económico o político. Por lo que es un concepto de igual manera complejo.

Los conceptos de diversidad de especies (número de especies) y diversidad filogenética (cantidad de variabilidad genética dentro de las especies) son la base para definir lo que es la biodiversidad, sin embargo, existen dos conceptos más que son necesarios para entender cómo las especies y comunidades biológicas

responden a los cambios en los ecosistemas, ellos son la diversidad funcional (rasgos funcionales ya sea morfológicos, fisiológicos o fenológicos propios de los organismos que les permiten desempeñar variedad de funciones en los ecosistemas donde habitan) y la escala espacial (la dimensión en espacio y tiempo en el que ocurren los procesos) (Cordova-Tapia & Zambrano, 2015; Galicia & Zarco, 2002).

Algunas de las definiciones contemplan los cuatro elementos descritos y algunas otras consideran solo algunos de ellos. La Convención sobre la Diversidad Biológica tiene una de las definiciones más extensas: la “diversidad biológica” se entiende como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Núñez, González-Gaudiano & Barahona, 2003).

La biodiversidad es un producto del proceso evolutivo, por lo cual tiene su explicación en la historia, en eventos pasados, como un factor que les da origen y fundamento y que han mantenido o han alterado la biodiversidad, tales como la diversificación genética y de especies, las extinciones y la dinámica de las comunidades y los ecosistemas.

Parte de esta diversidad biológica ha sido aprovechada y domesticada por los seres humanos, mediante la cual nos hemos beneficiado a través de la generación de una multitud de variedades vegetales y razas animales.

## **DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL GÉNERO COSMOS**

México constituye 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 22,000 especies), de las cuales 4,000 poseen características con potencial ornamental, alimenticio, farmacológico o industrial, lo que permite contar con una gran diversidad genética para su aprovechamiento. Sin embargo, es mínimo el número de especies aprovechadas de forma comercial.

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-Amado et al., 2013).

El género *Cosmos* Cav., perteneciente a la tribu *Coreopsideae* (Less.) en conjunto con los géneros *Bidens*, *Coreocarpus* y *Thelesperma*, son de los grupos monofiléticos más diversos de la tribu (Crawford et al., 2009). Este género agrupa 35 especies que se distribuyen desde el Centro de los Estados Unidos de América hasta el Norte de Argentina (Vargas-Amado et al., 2019), donde México es el centro de origen y diversificación de este género, con 33 de las 35 especies identificadas. El género *Cosmos* incluye hierbas anuales y perennes. La condición perenne ha sido lograda a través de dos mecanismos. En el primero, las raíces son fasciculadas, en contraste con el segundo donde la base del tallo es engrosada y leñosa y la raíz es axonomorfa (Rodríguez et al., 2006). El género se divide en 3 secciones categorizadas de esta manera principalmente por el hábito de crecimiento y por el tipo de raíz que desarrolla.

Estas secciones son: 1) *Cosmos* sección *Cosmos* Sherff que agrupa 5 especies anuales con raíces fibrosas, 2) *Cosmos* sección *Mesinenia* Sherff con 8 especies sufruticasas con base leñosa y engrosada, de raíces adventicias robustas y 3) *Cosmos* sección *Discopoda* (DC.) Sherff con 22 especies de hábitos herbáceos, perennes y con raíces tuberosas.

El género *Cosmos* posee una importante variedad genética que propicia un alto potencial ornamental. Sin embargo, poco o casi nada se conoce y aprovecha de esta base genética en esquemas de mejoramiento genético, propagación ni rescate y conservación de las especies. Esto las ubica, al igual que a muchas otras especies en peligro de extinción, amenazando su preservación debido al desconocimiento de la biodiversidad existente y por consecuencia la destrucción de sus hábitats naturales.

## IMPORTANCIA DEL GÉNERO COSMOS COMO PLANTA ORNAMENTAL

Son tres las especies del género *Cosmos* que se encuentran bajo cultivo alrededor del mundo, ellas son *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) A. Voss (cosmos negro, cosmos chocolate), *Cosmos bipinnatus* Cav. (Cosmos comunes, cosmos mexicanos, mirasoles de flores rosas) y *Cosmos sulphureus* Cav. (Cosmos amarillo o naranja) (Crawford et al., 2009).

En el caso de *C. bipinnatus*, se colectaron semillas durante la Expedición Real a Nueva España y llevadas a Madrid donde fueron cultivadas en el jardín botánico. Con base en estas plantas, el género fue descrito con este nombre aparentemente por la belleza de sus flores (Rodríguez et al., 2006). Es una especie llamativa de las partes altas de México, de las regiones de pino-encino y se le puede encontrar a mediados de septiembre. Generalmente crece como arvense. Casi no se encuentra en bosques pero si en grandes extensiones de cultivos de maíz o a orillas de caminos y carreteras. Posee generalmente 8 flores liguladas de color rosa de hasta 3 cm de largo; el centro (las flores tubulares) son amarillas. En su forma silvestre normalmente tienen este color, aunque ocasionalmente se pueden encontrar individuos blancos o más oscuros (CONABIO, 2022a).

Desde 1790, *C. sulphureus* se encuentra en el catálogo del Jardín Botánico de Madrid. Desde entonces estas especies anuales de *Cosmos* fueron apreciadas y propagadas en muchas regiones del mundo y en la actualidad se han generado numerosas variedades y patentes en cultivo. (Rodríguez et al., 2006). Esta especie se le puede encontrar en muchos caminos en el trópico mexicano, especialmente en la cuenca del Río Balsas. También es una ornamental importante fuera del país, y puede llegar a ser una especie invasiva. Existen numerosas variedades mejoradas, con colores de amarillo a rojo, incluso variedades enanas. En Indonesia se comen las hojas crudas, en guisados o con crema de coco. Tiene un sabor fuerte y aromático. Es importante como melífera en algunas regiones (CONABIO, 2022b)

La otra especie importante, aunque menos conocida es *C. atrosanguineus* (cosmos chocolate). 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).

## **GENÉTICA DEL GÉNERO COSMOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO**

Las especies del género *Cosmos*, presentan diferentes números cromosómicos que se han suscitado por distintos eventos de aneuploidia y poliploidia. La mayoría de las hierbas anuales son diploides, a excepción de *C. caudatus* que es poliploide, mientras que en las hierbas perennes el 50 % presentan poliploidía. Según Melchert (1968), debido a las variaciones cromosómicas se originó una dicotomía evolutiva, donde las secciones *Cosmos* y *Discopoda* están incluidas en una rama, mientras que en la segunda se encuentra a la sección *Mesinenia*. La sección *Discopoda* y *Cosmos* tienen un número básico de  $X=12$ , mientras que la sección *Mesinenia* presenta  $X=11$  (Castro, 2015; Castro et al., 2017).

Dentro del género *Cosmos* sección *Discopoda*, la ploidía es muy variable. Por un lado se presentan especies diploides ( $2n=2x=24$ ): *C. deficiens*, *C. juxtlahuacensis*, *C. mcvaughii*, *C. modestus*, *C. nitidus*, *C. ramirezianus*, *C. schaffneri*, *C. sessilis*, *C. sherffii* y *C. stellatus*. Por lado está el grupo de especies que son tetraploides ( $2n=4x=48$ ) como: *C. atrosanguineus*, *C. montanus*, *C. palmeri* y *C. pseudoperfoliatus*. En algunas especies como *C. purpureus*, *C. diversifolius* y *C. scabiosoides* existen poblaciones diploides ( $2n=2x=24$ ) y tetraploides ( $2n=2x=48$ ). En el caso de la especie *C. jaliscensis*, se agrupan poblaciones tetraploides y hexaploides ( $2n = 6x = 72$ ). La especie *C. concolor*, es una especie hexaploide y finalmente *C. pringlei* es una especie octaploide ( $2n = 8x = 96$ ). Se ha observado también que las especies perennes normalmente presentan niveles de ploidía más elevados que las anuales (Castro, 2015; Castro et al., 2017).

## MEJORAMIENTO GENÉTICO DE COSMOS

La hibridación interespecífica es una técnica que ha sido utilizada en muchas de las especies ornamentales más importantes como *Rosa*, *Narcissus*, *Iris*, *Crocus* y *Chrysanthemum*, con el objetivo principal de transmitir características deseadas de las especies en cuestión a una sola planta (Kato & Mii, 2012; Kopecký, Martín, & Smýkal, 2022; Van Tuyl, Lim & Ramanna, 2002). En los programas de mejoramiento genético, donde la hibridación interespecífica es la vía para producir individuos mejorados, es muy común producir plantas poliploides, especialmente triploides y tetraploides, buscadas por sus características destacables, como vigor alto y órganos florales grandes.

La mayoría de los híbridos F<sub>1</sub> resultan ser estériles tanto en gametos masculinos como femeninos. Sin embargo, es posible lograr híbridos fértiles a través de la producción de anfidiploides mediante autopoliploidización somática (alodiploides). Existen dos maneras de generar poliploidización, la primera es la mitótica a través de la duplicación del cromosoma que se realiza con agentes antimitóticos como orizalina y colchicina, los cuales inhiben la mitosis durante la metafase al interferir con la función de los microtúbulos y conduce a la producción de anfidiploides. La segunda es la meiótica, la cual se realiza mediante el uso de gametos 2n obtenidos mediante poliploidización meiótica (Marasek-Ciolakowska et al., 2018).

Los métodos para producir y caracterizar híbridos interespecíficos se dividen en tres pasos, (1) polinización, (2) cultivo de rescate del embrión inmaduro y (3) confirmación del nivel de hibridación y ploidía de las plantas híbridas (Kato & Mii, 2012).

Dentro del género *Cosmos* se han encontrado individuos producto de la hibridación natural. Por ejemplo, la cruce entre *C. carvifolius* y *C. linearifolius*, dando como resultado que los híbridos presentaran hojas simples y capítulos con ocho flores liguladas como *C. linearifolius*, y con los segmentos de las hojas membranosos y filiformes como *C. carvifolius*. Las flores del disco fueron

translúcidas y similares a *C. carvifolius* pero su cantidad fue semejante a *C. linearifolius* (Melchert, 1968).

Se han encontrado híbridos interespecíficos entre poblaciones simpátricas de *C. carvifolius*, *C. crithmifolius* y *C. intercedens*, en los cuales se ha observado una morfología intermedia (Castro et al., 2014).

Se ha logrado realizar hibridaciones artificiales, como el caso de la cruce entre *C. caudatus* y *C. sulphureus* (Samata et al., 1977) donde la descendencia obtenida de esta cruce fue estéril. Sin embargo, a través de aplicaciones de colchicina, se logró obtener una F<sub>1</sub> parcialmente fértil. Los híbridos presentaron características morfológicas intermedias; en la etapa vegetativa fueron más parecidos a *C. caudatus*, sin embargo, durante la etapa reproductiva se asemejaron más a *C. sulphureus* presentando flores liguladas anaranjadas. Después de seis generaciones, la progenie presentó una morfología vegetativa decadente y los individuos empezaron a desarrollar flores liguladas de color violáceo, típicas de *C. caudatus*.

Otro ejemplo exitoso de hibridación en *Cosmos* es la hibridación entre *C. atrosanguineus* x *C. sulphureus*, usando la técnica de rescate de embriones. La planta híbrida muestra un fenotipo intermedio para el color de flor, rojo carmesí; y presenta raíces tuberosas como *C. atrosanguineus*, así como tolerancia al calor y a la enfermedad del moho gris (Oku et al., 2008).

## **PROPIEDADES NUTRACÉUTICAS Y MEDICINALES DE COSMOS**

En distintas especies del género *Cosmos* se han encontrado distintas propiedades de importancia nutracéutica. *C. caudatus* tiene propiedades principalmente medicinales, es una fuente rica de flavonoides, carbohidratos, fenoles, minerales, proteínas, vitaminas, ácido ascórbico, quercitina y ácido clorogénico, con actividad antidiabética, antihipertensiva, antiinflamatoria, antimicrobial y antioxidante, en la medicina tradicional es consumida principalmente para curar enfermedades infecciosas (Cheng et al., 2015; Bunawan et al., 2014).

*C. bipinnatus*, se ha utilizado en la medicina tradicional contra la ictericia y fiebre, posee actividad antioxidante y antígenotóxica, con actividad larvicida, pupicida e insecticida (Jang et al., 2008; Modise & Ashafa, 2016).

Mediante análisis fitoquímicos, en la especie *C. sulphureus* se ha encontrado actividad antioxidante y eliminadora de radicales libres, lo cual se ha atribuido a la presencia de flavonoides, taninos y compuestos fenólicos, se ha sugerido su uso en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, cáncer y enfermedades infecciosas (Jadav & Gowda, 2017).

Los estudios fitoquímicos se ha concentrado principalmente en las especies *C. bipinnatus*, *C. sulphureus* y *C. caudatus*, en las cuales se han encontrado numerosas propiedades nutracéuticas, por lo que hay una gran posibilidad de encontrar propiedades igual de interesantes en las otras especies del género.

## **SITUACIÓN ACTUAL DE LA FLORICULTURA EN MEXICO**

El crecimiento de la floricultura en México se dio en los años 80's, derivado del cambio en el patrón de cultivos por ser la floricultura una actividad agrícola más lucrativa respecto a las de otros cultivos como los básicos (Ramírez & Torres, 2021).

Hasta el año 2001, la floricultura presentó un superávit comercial, es decir las exportaciones fueron mayores a las importaciones, sin embargo, posterior a esta fecha la situación se invirtió y empezó una tendencia al déficit comercial, provocando así que los ingresos por producir y comercializar flores permitieran a los floricultores tener solamente una actividad de sobrevivencia (Ramírez, 2018). En la actualidad solamente alrededor del 10 por ciento de la producción nacional, principalmente flor de corte, se exporta (Ramírez & Torres, 2021).

Por el lado de las importaciones, el país no importa producto terminado como las flores, pero importa insumos de todo tipo, tanto para cultivar como para ornamento, por ejemplo, esquejes, semillas, bulbos, y algunos agroquímicos (Ramírez & Torres, 2021).

Es importante mencionar que, por un lado, existe un minúsculo grupo de empresas exportadoras, tecnificadas y generadoras de riqueza mientras que por la otra parte, coexistiendo en el mismo espacio geográfico, una mayoría de productores son de pequeña escala, informales, poco tecnificados y capacitados, cuyos ingresos son para manutención y baja reinversión, concretados principalmente en empresas familiares, lo cual no permite ni fomenta mejoras sociales ni económicas. Después de la ya mencionada acelerada expansión, el sector florícola podría estar finalizando su expansión y entrando en una etapa de contracción, puesto que reproduce la problemática del campo mexicano: concentración de la riqueza, rezagos productivos y tecnológicos, así como reducción de la rentabilidad, con problemas de tipo social, económico y ambiental sin resolver (Ramírez, 2018; Ramírez & Avitia, 2018).

Aunado a esto, en México no existen programas de mejoramiento genético de flores y las acciones realizadas en esta materia han generado escaso número de variedades sin la adecuada difusión. Por lo que se debe importar insumos para cultivo, entre ellos, bulbos, semillas, esquejes y demás propágulos, teniendo que pagar regalías y sin posibilidad de reproducir ese material, ya que de hacerlo se incurriría en una demanda legal por derechos de obtentor. Además de que crea una dependencia del exterior por material vegetal, se incrementan los costos de producción. Villa Guerrero, que es la zona florícola más importante del país, depende totalmente de variedades importadas para la siembra de 2,000 hectáreas de crisantemo y 600 ha de rosa, debido a que en México no se han desarrollado variedades, dado también porque nuestro país no es el acervo genético nativo de estas especies (Ramírez & Chávez, 2014).

Cabe mencionar que la producción y consumo florícola se centra en pocas especies, entre ellas la rosa, el crisantemo, la gladiola y el clavel, haciendo a un lado todo el potencial florícola que tiene México. Además, la floricultura se caracteriza por ser una actividad con una marcada estacionalidad, la demanda normalmente se canaliza para ornamento y obsequios para ocasiones especiales como el Día de San Valentín, el Día de la Madre, el Día de los Muertos y el Día

de la Virgen de Guadalupe principalmente, aunque se siguen comercializando flores en el resto del año pero en mucho menor medida (Ramírez & Chávez, 2014).

La contingencia sanitaria ocasionada por la pandemia de COVID-19 también trajo consigo una situación de incertidumbre y altamente adversa para el sector florícola dada por una marcada reducción de la demanda y el amplio deterioro de la oferta. En el 2020, las fechas más importantes en ventas pasaron de largo debido al cierre comercial, resultando que hasta un 80 % de las flores de corte se quedaran en el invernadero, lo que representó grandes pérdidas para los productores que hasta la fecha pocos se han podido recuperar (Ramírez & Torres, 2021).

Todo este conjunto de problemáticas afecta el crecimiento y desarrollo de la floricultura en México, es por ello que el desarrollo de nuevas variedades y la disponibilidad de material bibliográfico sobre el manejo agronómico de muchas especies mexicanas se han visto afectadas, situación que sin lugar a dudas ocurre con las especies de *Cosmos*. Algunas de estas problemáticas pueden subsanarse con diferentes estrategias, como la implementación de programas de mejoramiento y propagación dedicados a la generación de variedades que disminuyan o eviten la dependencia de material vegetal importado, además de la difusión y promoción de su uso y aprovechamiento.

## LITERATURA CITADA

- Bunawan, H., Baharum, S.N., Bunawan, S.N., Amin, N.M., & Noor, N.M. (2014). *Cosmos caudatus* Kunth: A Traditional Medicinal. *Global Journal of Pharmacology*, 8(3), 420-426. <http://dx.doi.org/10.5829/idosi.gjp.2014.8.3.8424>
- Castro, A. (2015). Filogenia y evolución del género *Cosmos* (Asteraceae, Coreopsidae). Tesis Doctoral. Universidad de Guadalajara. México.
- Castro, A., Vargas, G., Castañeda, J.J., Harker, M., Munguía, G., Santacruz, F. & Rodríguez, A. (2017). Números cromosómicos para tres especies de *Cosmos* sección *Discopoda* (Asteraceae, Coreopsidae), con notas citogeográficas. *Acta Botánica Mexicana*, 118, 41-52. <https://doi.org/10.21829/abm118.2017.1199>
- Castro, A., Vargas, G., Harker, M., & Rodríguez, A. (2014). Análisis macromorfológico y citogenético del género *Cosmos* (Asteraceae, Coreopsidae), con una clave para su identificación. *Botanical Sciences*, 92(3), 363-388. <https://doi.org/10.17129/botsci.111>
- Cheng, S., Barakatun-Nisak, M.Y., Anthony, J., & Ismail, A. (2015). Potential medicinal benefits of *Cosmos caudatus* (Ulam Raja): A scoping review. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 20, 1000 - 1006. <http://dx.doi.org/10.4103/1735-1995.172796>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2022a, noviembre), *Cosmos bipinnatus* - ficha informativa. Disponible en línea: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/cosmos-bipinnatus/fichas/ficha.htm>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2022b, noviembre), *Cosmos sulphureus* - ficha informativa. Disponible en línea: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/cosmos-sulphureus/fichas/ficha.htm>

- Cordova-Tapia, F., & Zambrano, L. (2015). La diversidad funcional en la ecología de comunidades. *Ecosistemas*, 24(3), 78-87. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2015.24-3.10>
- Crawford, D. J., Tadesse, M., Mort, M. E., Kimball, R. T., & Randle, C. P. (2009). Coreopsidae. In V. A. Funk, A. Susanna, T. F. Stuessy, & R. J. Bayer (Eds.), *Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae* (pp. 713-730). International Association for Plant Taxonomy. [https://www.compositae.org/downloads/Systematics\\_evolution\\_and\\_Biogeography\\_of\\_Compositae.pdf](https://www.compositae.org/downloads/Systematics_evolution_and_Biogeography_of_Compositae.pdf)
- Galicia S. L., & Zarco, A.A.E. (2002). El concepto de escala y la teoría de las jerarquías en ecología. *Ciencias*, 67, 34-40.
- Jadav, K.M., & Gowda, K.N. (2017). Preliminary phytochemical analysis and *in vitro* antioxidant activity of *Araucaria columnaris* bark peel and *Cosmos sulphureus* flowers. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 9(4), 96-99. <http://dx.doi.org/10.22159/ijcpr.2017v9i4.20967>
- Jang, I., Park, J., Park, E., Park, H., & Lee, S. (2008). Antioxidative and antigenotoxic activity of extracts from Cosmos (*Cosmos bipinnatus*) Flowers. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63(4), 205-210. <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0086-8>
- Kato, J., & Mii, M. (2012). Production of interspecific hybrids in ornamental plants. *Methods in Molecular Biology*, 877, 233–245. [https://doi.org/10.1007/978-1-61779-818-4\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-61779-818-4_18)
- Kopecký, D., Martín, A., & Smýkal, P. (2022). Interspecific hybridization and plant breeding: From historical retrospective through work of Mendel to current crops. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 58(3), 113–126. <http://dx.doi.org/10.17221/19/2022-CJGPB>
- Marasek-Ciolakowska, A., Nishikawa, T., Shea, D., & Okazaki, K. (2018). Breeding of lilies and tulips. Interspecific hybridization and genetic

background. *Breeding Science*, 68, 35–52.  
<https://doi.org/10.1270%2Fjsbbs.17097>

- Marcos, A. (2010). Hacia una filosofía práctica de la ciencia: Especie biológica y deliberación ética. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 10(2), 108-123.
- Martínez-Damián, M.T., Mejía-Muñoz, J.M., Colinas-León, M.T., Hernández-Epigmenio, F., & Cruz-Alvarez, 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>
- Melchert, T. (1968). Systematic studies in the *Coreopsidinae*: cytotaxonomy of Mexican and Guatemalan Cosmos. *American Journal of Botany*, 55, 345-353.
- Modise, S. A., & Ashafa, A. O. (2016). Larvicidal, pupicidal and insecticidal activities of *Cosmos bipinnatus*, *Foeniculum vulgare* and *Tagetes minuta* against *Culex quinquefasciatus* mosquitoes. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15(5), 965-972.  
<http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v15i5.10>
- Núñez, I., González-Gaudiano, É., & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-393.
- 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 & Biotechnology*, 83 (3), 323-327.  
<http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2008.11512386>
- Ramírez, H.J.J. & Avitia, R.J.A. (2018). “Condiciones de producción en la floricultura del Estado de México: ¿hacia la competitividad y la sustentabilidad?”. *Wydawnictwo SAN*, 19(7), 381-396.  
<http://hdl.handle.net/20.500.11799/99335>

- Ramírez, H.J.J. & 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>
- Ramírez, H.J.J. (2018). Corredor florícola mexiquense: de la expectativa de desarrollo a la vulnerabilidad social y productiva. *Las ciencias sociales y la agenda nacional. Reflexiones y Propuestas desde las Ciencias Sociales*, 3, 1065-1078.
- Ramírez, Z.G. & Chávez, S.J.L. (2014). Mejoramiento genético de ornamentales del Estado de México. *Instituto de investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México- ICAMEX*. 1-19.
- Rodríguez, 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*, 610-619.
- Ruelas I. E. (2018). El concepto de especie en biología. *Ciencia*, 69(4), 22-29.
- Samata, Y., Inazu, K., & Takahashi, K. (1977). Studies on the interspecific hybrid between *Cosmos sulphureus* and *Cosmos caudatus* with special reference to flower color and pigments. *Japanese Journal of Breeding*, 27, 223–236.
- Torretti, R. (2010), La proliferación de los conceptos de especie en la biología evolucionista. *THEORIA. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, 25(3), 325- 377. <https://doi.org/10.1387/theoria.787>
- Understanding Evolution. (2021, 5 octubre). Otros conceptos de especie. Berkeley, University of California. Disponible en: <https://evolution.berkeley.edu/otros-conceptos-de-especie/>
- Van Tuyl, J. M., Lim, K. B., & Ramanna, M. S. (2002). Interspecific Hybridization and Introgression. In A. Vainstein (Ed.), *Breeding for ornamentals: classical and molecular approaches* (pp. 85-103). Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0956-9>
- Vargas-Amado, G., Castro-Castro, A., Harker, M., Vargas-Amado, M. E., Villaseñor, J. L., Ortiz, E., & Rodríguez, A. (2019). Western Mexico is a

priority area for the conservation of *Cosmos* (Coreoideae, Asteraceae), based on richness and track analysis. *Biodiversity and Conservation*, 29, 545–569. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01898-2>

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>

Villaseñor, J. (2004). Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 105-135. <http://dx.doi.org/10.17129/botsci.1694>

Zunino, M., & Palestrini, C. (1991). El concepto de especie y la biogeografía. *Anales de biología*, 17(6), 85-88.

### **CAPÍTULO III. “DOBLE SENSACIÓN”, NUEVA VARIEDAD HÍBRIDA MEXICANA DE COSMOS**

#### **“DOBLE SENSACIÓN”, NEW MEXICAN HYBRID VARIETY OF COSMOS**

#### **INTRODUCCIÓN**

El género *Cosmos* Sherff está agrupado en 35 especies que se distribuyen desde el Centro de los Estados Unidos de América hasta el Norte de Argentina (Castro-Castro et al., 2014). Es un género con un alto potencial ornamental, en países como Estados Unidos de América, Japón, Nueva Zelanda y algunos países de Europa, donde se han desarrollado variedades para su uso ornamental específicamente de las especies *C. bipinnatus*, *C. sulphureus* y *C. atrosanguineus*. No obstante, en México el desarrollo de variedades, para estas especies, es limitado; al año 2022 solo se tiene el registro de una variedad de *C. bipinnatus* (SNICS, 2019).

*Cosmos chocolate* (*C. atrosanguineus*) es una especie endémica de México, que había sido declarada extinta de su medio natural (Hind y Fay, 2003). A pesar de ello, en países europeos se comercializan ampliamente variedades obtenidas a partir de un clon conservado en el Jardín Botánico de Kew, Inglaterra (Oku et al., 2008; Rice, 2017). Contrario a lo que ocurre en México, donde no se conoce esta planta.

Una de las características sobresalientes de *cosmos chocolate* y a la cual le debe su nombre es el aroma similar a chocolate que se desprende de las flores. En los últimos años se encontró una pequeña población silvestre de esta especie. Sin embargo, presenta poca variabilidad genética debido a la limitada existencia

de ejemplares, de ahí que la hibridación interespecífica resulta una buena estrategia para la generación de variedades (Oku et al., 2008).

En este sentido, como resultado del programa de mejoramiento de *Cosmos* de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), se realizaron cruzas interespecíficas entre las especies *C. atrosanguineus* y *C. purpureus* con el objetivo de obtener y registrar una nueva variedad, la cual se describe a continuación con el objetivo de promover su conocimiento, resaltar el potencial ornamental y potencializar su cultivo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Obtención de la variedad**

La variedad “Doble sensación” de *Cosmos* fue generada mediante la crusa interespecífica de dos individuos seleccionados, el progenitor A (*C. atrosanguineus*) y el progenitor B (*C. purpureus*). Esta crusa dirigida y controlada fue realizada en agosto de 2019 y en octubre del mismo año se obtuvo la semilla de la progenie híbrida. En mayo de 2020 se sembró la semilla híbrida bajo condiciones de invernadero y en agosto, en la etapa de floración, se realizó la evaluación y selección de un individuo con atributos ornamentales promisorios. En noviembre de 2020, la parte aérea de la planta seleccionada se secó, sin embargo debido a que desarrolló raíces tuberosas al igual que los progenitores, en febrero de 2021 la planta rebrotó, la cual se clonó y enraizó mediante cultivo *in vitro* y se aclimató y cultivó en macetas bajo condiciones de invernadero y bajo malla sombra en los invernaderos del Posgrado en Horticultura de la Universidad Autónoma Chapingo.

Durante la floración de los individuos clonales de la variedad seleccionada, en septiembre-octubre de 2021, se realizó la primera evaluación con base en los criterios considerados por la Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales, la guía técnica TG/304/1 (UPOV, 2015), evaluando su distinción, homogeneidad y estabilidad tanto en las plantas en condiciones de invernadero como las cultivadas con malla sombra. Posteriormente, las plantas se defoliaron de manera natural para rebrotar en febrero-marzo de 2022, por lo que en junio de 2022, se realizó una segunda evaluación. Se consideraron 34 caracteres morfológicos, los descriptores de color se evaluaron con la carta de colores RHS (Royal Horticultural Society, 2001).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las características de mayor importancia de “Doble sensación” son las siguientes: planta de porte semierecto, altura promedio de 18 cm, pigmentación antociánica del tallo intensa, hojas predominantemente pinnadas de color verde oscuro, con tres a cinco folíolos en forma elíptica, con pocas incisiones en los bordes pero muy marcadas. Pedúnculo floral largo con un valor promedio de 45 cm. Con 6-8 capítulos por planta, de capítulo sencillo tipo margarita de porte ascendente y por encima del follaje, flores de diámetro pequeño en promedio 3.5 cm, con ocho flores liguladas. Las flores liguladas de un solo color, según el código de colores de la carta RHS, le corresponde el código “61A Red-Purple Group” (Figura 1). Este híbrido mantiene la característica del aroma del progenitor femenino y la forma de las hojas del progenitor masculino, el color de la flor es intermedio al de los progenitores. Una diferencia importante con ambos

progenitores es el número de flores que producen, ambos progenitores llegan a tener hasta 4 capítulos, mientras que la variedad llega a tener hasta 8 capítulos.

No se observaron diferencias en el comportamiento morfológico de la variedad, ni entre ambientes ni fechas de cultivo, tampoco en el número de flores ni la altura de plantas, pero sí se observaron diferencias en su comportamiento fenológico, las plantas cultivadas obtenidas a partir de semillas y las aclimatadas de cultivo *in vitro*, florecieron de agosto a octubre, mientras que las plantas obtenidas del rebrote de las raíces tuberosas florecieron de junio a octubre. Otra diferencia importante es que las plantas cultivadas en invernadero fueron más susceptibles al ataque de cenicilla, a diferencia de las plantas que estuvieron bajo malla sombra, por lo cual se recomienda que esta variedad se cultive en zonas templadas bajo malla sombra (Enciso-Maldonado et al., 2020). No tolera temperaturas menores a 5 °C, ni mayores a 35 °C y entra en reposo en invierno. Es una variedad susceptible a la luz directa de sol, ya que las hojas sufren quemaduras, provocándose manchas de color morado y rojizo oscuro.

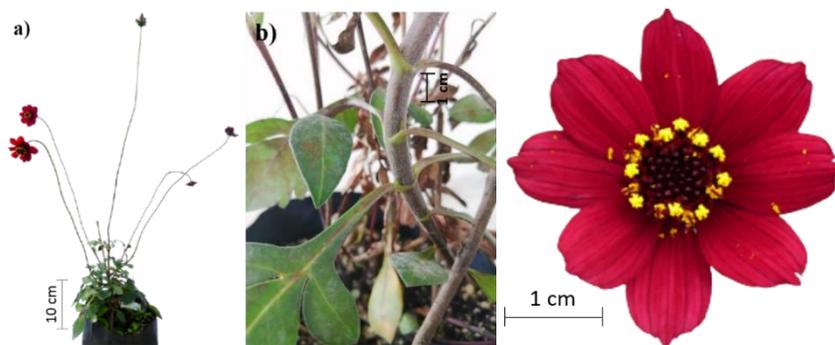


Figura 1. a) Planta, b) tallo, c) inflorescencia de la variedad "Doble sensación".

Sus usos sugeridos son como planta ornamental de maceta o jardín por el porte bajo, cultivadas en ambientes protegidos de la luz directa del sol. También posee potencial como planta para flor de corte por la longitud de sus pedúnculos

florales y el aroma de las flores. La estrategia de distribución de esta variedad a los productores sería a través de un convenio con el Sistema Producto Ornamentales con el material vegetal en forma de esquejes enraizados o plantas aclimatadas de cultivo *in vitro*.

Como se ha mencionado en México se desconoce esta planta aun siendo nativa de este país y la información sobre su manejo agronómico no existe. Esta variedad es el primer intento por desarrollar variedades de esta especie con características tan peculiares como el aroma a chocolate, dar a conocer la especie y fomentar su cultivo en el país.

## **CONCLUSIONES**

Se obtuvo y registró una nueva variedad de Cosmos denominada “Doble sensación” (*C. atrosanguineus* x *C. purpureus*) con número de inscripción CSM-001-210722 inscrita en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales, altura de planta de 18 cm, pedúnculo floral de 45 cm y aroma similar a chocolate que puede ser utilizada como flor de corte o planta de maceta. El registro de la variedad permitirá resaltar el potencial ornamental que posee y promover su cultivo.

## **LITERATURA CITADA**

Castro-Castro A., Vargas-Amado, G., Harker, M., & Rodríguez, A. (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>

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>

Hind, N. & Fay, M. F. (2003) Plate 461. *Cosmos atrosanguineus* Compositae. *Curtis's Botanical Magazine*, 20, 40-48. <https://doi.org/10.1111/1467-8748.00369>

Oku T., Takahashi, H., Yagi, F., Nakamura, F. 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, 323-327.  
<https://doi.org/10.1080/14620316.2008.11512386>

Rice G. (2017). The story of *Cosmos atrosanguineus*. *Plantsman* 16:112-119.

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

SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2019). Innovaciones Vegetales: Agrícolas, Frutales, Hortalizas y Ornamentales. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ciudad de México.

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

## **CAPÍTULO IV. COSMOS CHOCOLATE (*Cosmos atrosanguineus* Sherff): UNA ESPECIE ORNAMENTAL ENDÉMICA Y POCO VALORADA EN MÉXICO**

### **RESUMEN**

Existen registros documentales donde se expone al comúnmente llamado cosmos chocolate (*Cosmos atrosanguineus*), una especie endémica con poca historia en México, pero muy valorada en otros países, incluyendo Reino Unido, Nueva Zelanda, Estados Unidos de América, entre otros. Es por ello, que el objetivo de este artículo fue recopilar, analizar y resumir información relevante sobre las variedades disponibles, métodos de propagación, manejo agronómico y potencial ornamental de este recurso fitogenético. Se reconoce la falta de información básica de manejo agronómico y promoción de su cultivo, es por ello que es importante implementar su divulgación en el ámbito ornamental y de conservación.

**PALABRAS CLAVE:** propagación, recursos fitogenéticos, mejoramiento genético.

# CHOCOLATE COSMOS (*Cosmos atrosanguineus* Sherff): AN ENDEMIC AND UNDERVALUED ORNAMENTAL SPECIES IN MEXICO

## ABSTRACT

There are records where the commonly called chocolate cosmos (*Cosmos atrosanguineus*) is showed, an endemic species with little history in Mexico, but highly valued in other countries, including the United Kingdom, New Zealand, the United States of America, among others. Therefore, the objective of this paper was to collect, analyze and summarize relevant information on the available varieties, propagation methods, agronomic management and ornamental potential of this plant genetic resource. The lack of basic information on agronomic management and promotion of its cultivation is recognized, hence, it is important to implement its dissemination in the ornamental and conservation areas.

**KEY WORDS:** propagation, plant genetic resources, genetic improvement

## **INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial, México es uno de los países con mayor diversidad de flora (alrededor de 22,000 especies), incluyendo 4,000 con características para uso ornamental, alimenticio o ambas (Martínez-Damián et al., 2021). Muchas de estas especies son aprovechadas en el extranjero, sin embargo, son poco conocidas y valoradas en nuestro país. Un caso particular lo constituye *Cosmos atrosanguineus* (comúnmente llamada cosmos chocolate), donde a pesar de ser endémica, no existe registro de manejo comercial, generación de variedades y se encuentra entre las especies amenazadas por las actividades antropogénicas en sus hábitats naturales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizó una búsqueda exhaustiva para recopilar, analizar y resumir toda la información relevante hasta la fecha sobre aspectos generales del cosmos chocolate, la historia y cómo llegó a otros países, el uso que se le ha dado en otras partes del mundo y la importancia de esta especie, así como información más específica en cuanto a variedades disponibles, métodos de propagación, manejo agronómico y potencial ornamental de este recurso fitogenético. La búsqueda se realizó en libros de descripción y clasificación botánica, en artículos científicos sobre propagación, distribución geográfica y mejoramiento genético, así como en folletos, notas, y boletines informativos sobre el manejo agronómico de las variedades que se han generado en otros países. Se reconoció la falta de información básica de manejo agronómico y promoción de su cultivo, es por ello que la recopilación y análisis en este artículo permitirá implementar su divulgación en el ámbito ornamental y de conservación.

## Distribución geográfica y descripción botánica

Cosmos chocolate (*C. atrosanguineus*) es una especie perteneciente al género *Cosmos*. Su nombre se lo debe a la fragancia similar al chocolate que desprenden las flores principalmente durante la producción de polen. Es endémica de México, se encuentra distribuida en zonas de bosque pino-encino (Figura 2) en los Estados de Hidalgo, Guanajuato, Querétaro y San Luis Potosí con altitudes entre 1800 msnm y 2450 msnm (Castro-Castro et al., 2014; Rice, 2017).



Figura 2. Hábitat silvestre de *C. atrosanguineus*. Fotografía tomada en Sierra de Zimapán, Hidalgo, México.

Cosmos chocolate se consideraba una especie extinta de su hábitat silvestre, debido a que la última colecta data de 1860 y no se le había reencontrado hasta 2007, donde se registraron de nuevo pequeñas poblaciones en los Estados de San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro por un grupo de investigadores de la Universidad de Guadalajara, liderados por el botánico Aarón Rodríguez (Hind & Fay, 2003; Oku et al., 2008; Rice, 2017).

Es una planta con alto potencial ornamental que se ha mejorado y comercializado, ya sea como planta para maceta, jardín o flor de corte, en países como Nueva Zelanda, Japón, Estados Unidos de América y algunos países de Europa (Jelitto, 2016; Poulter & Butler, 2019; Rice, 2017). Sin embargo, en México es poco conocida y aún más su manejo agronómico, por lo cual no se comercializa.

El género *Cosmos* se encuentra conformada por 35 especies, las cuales se encuentran distribuidas desde el suroeste de Estados Unidos de América hasta el norte de Argentina. Se encuentra dividido en 3 secciones (*C. sección Cosmos*, *C. sección Mesinenia* y *C. sección Discopoda*), categorizadas de esta manera por el hábito de crecimiento. En la sección *Cosmos* se agrupan ocho especies con la característica de ser hierbas anuales con altura entre 0.5 y 2.5 m, presencia de flores liguladas de color naranja, amarillo, rosa o blanco. En la sección *Mesinenia*, se agrupan cinco especies, son hierbas sufrútices perennes, erectas de 0.6-1.3 m de altura, base leñosa y engrosada, de raíces adventicias robustas al igual que la sección *Cosmos*, las flores liguladas presentan varios colores. En la sección *Discopoda* se agrupan 22 especies, son hierbas perennes de 0.3-1.5, de altura, con raíces tuberosas fasciculadas con el potencial de producir plantas independientes, suelen presentar variación foliar, las flores liguladas son mayormente rosadas, violetas, lilas, púrpuras o atropurpúreas, esta sección es extremadamente variable ya que las características vegetativas y reproductivas se sobreponen y hacen difícil establecer los límites de cada especie (Castro-Castro, et al., 2013; Castro-Castro, et al., 2014; Vargas-Amado, et al., 2013).

*C. atosanguineus* está clasificada dentro del género *Cosmos* en la sección *Discopoda*. Sin embargo, cuando fue colectada por primera vez en México se le había clasificado dentro de otros géneros como *Bidens* y *Dahlia*, por lo que ha tenido diferentes nombres científicos como *Dahlia zimapani*, *C. diversifolius* var. *atosanguineus* y *Bidens atosanguineus* (Oku et al., 2008; Rice, 2017; Sherff, 1932).

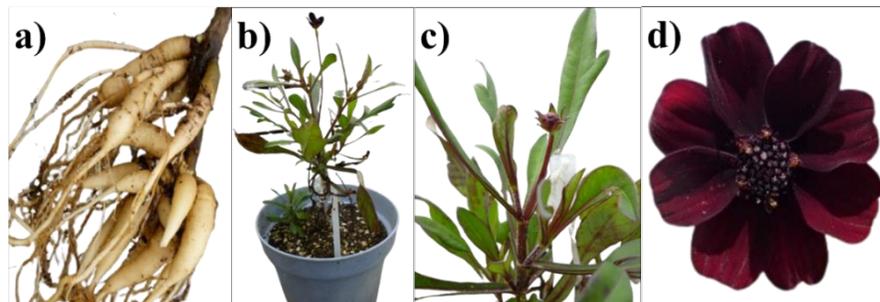


Figura 3. a) Raíz tuberosa, b) planta en floración; c) botón floral, d) inflorescencia de cosmos chocolate.

Es una planta perenne que desarrolla raíces tuberosas las cuales tienen una longitud de 3 cm por 1.5-3 cm de diámetro (Figura 3a) (Hind & Fay, 2003; Sherff, 1932).

*Tallos*, tiene relativamente pocos, por lo general pubescentes en las partes inferiores de los tallos y ramas florales, pero glabros en la parte superior de la mayoría. Brotes vegetativos y florales jóvenes a menudo con hojas pecioladas simples, hojas posteriores conspicuamente pinnadas con 2 o 3 pares de folíolos sobre un raquis estrechamente alado y con un lóbulo terminal conspicuo simple, o a veces lobulado, ápice del lóbulo obtuso a redondeado, de 5 cm de largo por 2 cm de ancho (Figura 3b)

*Inflorescencia*, capítulos terminales y axilares solitarios sobre pedicelos alargados de 35-50 cm de largo, 2-4 mm de diámetro, generalmente escaposo rara vez con una o dos brácteas muy reducidas, muy estrechamente lanceoladas, hasta 1.5 cm de largo por 3 mm de ancho, de color púrpura oscuro excepto hacia el ápice donde se vuelve verdoso. Los capítulos radiados, heterógamos, de 4 cm de diámetro, conspicuos por las flores liguladas que se extienden casi sin tubos y la columna central de flores del disco erectas rodeadas por un anillo de páleas de color marrón rojizo completamente oscuro (Figura 3c,d).

*Involucro*, al principio ancho y superficialmente ciatiforme eventualmente convirtiéndose en pateliforme o casi plano de 2 cm de diámetro.

*Filarias*, biseriadas, filarias externas 10 de 9 mm de largo por 2.8-3 mm de ancho, extendidas, uniformemente verdes, filarias internas 10, de 9-11 mm de largo por 3.5-4 mm de ancho, verdes en la base y violáceas hacia los ápices, márgenes enteros, ápices agudos, a menudo redondeados, con las mitades superiores recurvadas hacia las filarias externas; receptáculo plano a ligeramente convexo, pálido. *Palea*, de 10-11 mm de largo por 2 mm de ancho, blanco verdoso en la base, marrón rojizo oscuro en el tercio superior.

*Flores liguladas*, generalmente 8, uniseriadas, eventualmente deciduas dejando la columna central de las flores del disco, extremidad radial de 15-20 mm de largo

por 10 mm de ancho, obovadas, lóbulos muy variables, comúnmente con 2 o 3, si tienen 2 lóbulos, los lóbulos son poco profundos, si tienen 3 lóbulos, entonces el lóbulo central es ligeramente más largo que los 2 externos, con un intenso color marrón rojizo oscuro (mucho más oscuro que el color de la carta de colores RHS CC "Greyed-Purple 187a", pero con un toque de marrón rojizo), márgenes enteros excepto por el ápice ligeramente bilobulado, de escasa a moderada pubescencia sobre la nervadura y generalmente más denso hacia la base de las venas, 3 venas prominentes (una para cada lóbulo), con varias venas menores prominentes a través del limbo, lámina del limbo glabra, el limbo al principio aparece negro arriba pero con toques de rojo oscuro, tubo de la corola de 0.5 mm de largo, moderadamente pubescente con largos pelos multicelulares uniseriados, aquenio rudimentario (Figura 3d).

*Flores del disco*, 40, hermafroditas, presumiblemente fértiles en el material original pero aparentemente estéril en todo el material cultivado, tubo de la corola de 2 mm de largo, verde, la porción inferior glabra luego de escasa a moderadamente pubescente, cuello de la corola de 4-4.5 mm de largo, ensanchándose gradualmente hasta la base de los lóbulos desde 0.8-1.5 mm de diámetro, verdoso en la base que pasa rápidamente de rosa a marrón rojizo oscuro en la mitad superior, muy escasamente pubescente por fuera, lóbulos de la corola de 1 mm de largo por 1 mm de ancho, anchamente triangulares, ápices agudos, al principio pubescentes y glabros en la madurez, cilindro de la antera parcialmente extraído del tubo de la corola, teca de la antera de color marrón negruzco, apéndices apicales de la antera estrechados en la base y expandidos en un apéndice ondulado con márgenes de color marrón rojizo con un centro sólido de color marrón negruzco, filamentos de la antera adheridos a la base del tubo de la corola, glabros en la base pero pubescente moderadamente en el tercio medio, glabros en el tercio superior y constreñidos debajo del collar de la antera; base del estilo glabra y rodeada por un nectario en forma de collar, eje del estilo glabro, verde amarillento en la base que se torna marrón rojizo oscuro a aparentemente negruzco en el ápice, brazos del estilo extendidos, de color marrón rojizo oscuro.

*Aquenos*, inmaduros e infértiles/estériles en material cultivado, cuerpo de 13 a 20 mm de largo; papus de 2-3. Polen abundante, amarillo (Hind & Fay, 2003).

### **Historia del cosmos en el mundo**

En el año de 1861, la población del Reino Unido se maravilló con la llegada de plantas de cosmos chocolate, provenientes de México.

Durante muchos años se ofrecieron semillas al público por “Thompson & Morgan Seed Company”, una de las casas semilleras más importantes de Reino Unido. Sin embargo, la fascinación y precio por esta planta decreció, lo que sugería un exceso en la producción de semillas o que se buscaba liquidar las existencias durante la austeridad en los tiempos de guerra en 1942, debido a que al año siguiente desapareció de los catálogos de la compañía semillera (Rice, 2017). Debido a la posterior inexistencia de cosmos chocolate en el mercado incluso se llegó a pensar que se había extinguido de su hábitat natural en México y que el único material vegetal disponible era un clon estéril que se conservaba en el “Royal Botanic Garden, Kew” en Inglaterra. No obstante, ahora se sabe que ejemplares de esta especie han seguido creciendo y desarrollándose en distintos sitios de México y que no ha perdido su capacidad para producir semillas (Gómez-Pedraza et al., 2019b; Hind & Fay, 2003).

En 1997, se inició en el “Royal Botanic Garden, Kew” un programa de reintroducción del material vegetal a México y por petición de la Universidad Nacional Autónoma de México se repatriaron plantas *in vitro* de un clon estéril a México, donde se ha continuado con su propagación para su posible reintroducción al medio silvestre (Hind & Fay, 2003; Rice, 2017).

La propagación, mejoramiento e investigación es clave en la preservación de esta especie, por lo cual en la Universidad Autónoma Chapingo, se inició un programa de propagación, mejoramiento genético y uso de varias especies del género *Cosmos*, entre ellas la más importante la especie *C. atrosanguineus*; con el objetivo de resguardar el material vegetal, se ha realizado traslado de material vegetal de la Universidad Autónoma Chapingo al Laboratorio de Cultivo de

Tejidos Vegetales *in vitro* del Centro Nacional de Recursos Genéticos ubicado en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

En México la planta es conocida casi exclusivamente por los grupos de investigadores que la estudian y que buscan la reintroducción a su medio o que están haciendo mejoramiento genético para colocarla en el mercado, ajeno a esto, la planta es poco conocida, aunque poco a poco se está intentando comercializar en forma de semillas como lo hace Viveros Olmo, ubicada en Jalapa, Veracruz. A pesar de ser endémica de México, es muy conocida en Bélgica y Holanda, donde se encuentra en venta en mercados de flores (Figura 4).



Figura 4. Cosmos chocolate en venta en mercado de flores, Gante, Bélgica.

En Japón se sabe que ha sido usada en bodas como ramo para las novias, igualmente en este país uno de sus mangas (historietas japonesas) lleva por nombre cosmos chocolate y está inspirada en el aroma a chocolate de esta flor (Novel Cool, 2022).

### **Propiedades nutracéuticas del género *Cosmos***

Se han encontrado en distintas especies del género *Cosmos*, propiedades de importancia nutracéutica y medicinales, debido a que es una fuente rica de flavonoides, carbohidratos, fenoles, minerales, proteínas, vitaminas, ácido ascórbico, quercitina, taninos y ácido clorogénico (Bunawan et al., 2014; Cheng et al., 2015). Estos compuestos han mostrado tener actividad antidiabética, antihipertensiva, antiinflamatoria, antimicrobial, antigenotóxica, anticancerígena

y antioxidante, en la medicina tradicional es consumida principalmente para curar enfermedades infecciosas ictericia y fiebre, también presentan actividad larvicida, pupicida e insecticida (Jadav & Gowda, 2017; Jang et al., 2008; Modise & Ashafa, 2016).

Por otro lado, Hernández-Pineda et al. (2018) reportan que al suplementar la dieta en vacas lecheras con dosis bajas de materia seca de plantas de cosmos (0.5 kg de materia seca/vaca/día) se redujo la producción de metano ruminal y no se afectaron los parámetros de producción animal, atribuyendo esta propiedad al alto contenido y al tipo de taninos totales que constituyen a las plantas de estas especies.

Amamiya & Iwashina, (2016) reportan el aislamiento de las flores liguladas de *C. atrosanguineus* “Chocamocha” cinco antocianinas (cianidina 3-O-glucósido, 3-O-rutinósido, cianidina 3-O-malonilglucósido, pelargonidina 3-O-glucósido y 3-O-rutinósido) y 3 flavanonas (apigenina 7-O-glucurónido, crisoeriol 7-O-glucurónido y luteolina 7-O-glucurónido). De forma adicional, estos mismos autores mencionan la presencia de chalcona en cuatro híbridos interespecíficos obtenidos de la cruce con *C. sulphureus*, pero no “Chocamocha”.

En la especie *C. atrosanguineus* y las variedades con flores en tonos más oscuros, se ha reportado la mayor concentración de antocianinas totales (aunque como pigmentos menores las antocianinas pelargonidina 3-O-glucósido y pelargonidina 3-O-rutinósido) que en el cultivar más anaranjado y mínima o nula concentración de chalcona (buteina 4'-O-glucósido). Sin embargo, en la variedad con coloración más anaranjada la concentración de chalcona (buteina 4'-O-glucósido) y flavonas (eriodictyol 7-O-glucósido y eriodictyol 7-O-glucurónido) fue mayor que en las otras variedades, y como ya es conocido en la especie *C. sulphureus*, este último compuesto es el principal pigmento en los pétalos amarillo-naranja de sus flores (Ahmad et al., 2022; Amamiya & Iwashina, 2016). Este fenómeno muestra que la concentración relativa de antocianinas y chalcona determina el color de las flores, debido a que la chalcona se encontró en los híbridos pero no en el cultivar Chocamocha, se concluye que se deriva de *C.*

*sulphureus*, y que una mayor concentración de antocianinas resultará en flores de colores más oscuros.

### **Generación de Variedades**

En 1860 se realizó la primera colecta de semilla en Zimapán, Hidalgo, que llegaría a manos de William Thompson, el fundador de “Thompson & Morgan Seed Company”, Ipswich, Inglaterra y a Eduard Ortgies del “Botanical Garden” de la Universidad de Zurich, donde se iniciaría su siembra y más tarde su comercialización (Hind & Fay, 2003; Poulter & Butler, 2019; Rice, 2017).

Entre 1885 y 1942, se mantuvo en el catálogo de “Thompson & Morgan” la venta de semillas de la especie bajo el nombre de *C. diversifolius atrosanguineus* y de un cultivar llamado “King of the Blacks”. Posterior a 1942, desaparecieron del catálogo de la compañía e incluso se dejaron de cultivar (Poulter & Butler, 2019; Rice, 2017).

Más adelante, Russell Poulter, un genetista de la Universidad de Otago, Nueva Zelanda, cultivó un pequeño lote de plantas del clon comercial estéril, del cual en 1990 reportó la producción de semillas de una planta que dio lugar a dos plantas más, las cuales servirían para empezar un programa de cruzamiento que le permitió en 1995 seleccionar y someter a registro la variedad “Pinot Noir” a la oficina de registro y protección de variedades vegetales (“Plant Variety Rights Protection”) de Nueva Zelanda (Poulter & Butler, 2019).

En 2006, “Chocamocha” fue la siguiente variedad desarrollada por la compañía “Thompson & Morgan”, producto de una hibridación con otra especie desconocida. Esta variedad fue ampliamente cultivada y aceptada en Europa y Estados Unidos de América, ya que presentaba características sobresalientes como un hábito mejorado, floración consistente y mantenía la fragancia a chocolate y el color característico de la especie (Amamiya & Iwashina, 2016; Rice, 2017).

Las plantas del genetista Poulter, fueron empleadas como base a Keith Hammett, otro mejorador neozelandés, para desarrollar tres variedades, a través de la

selección y cruzamiento de individuos para la propagación comercial por cultivo de tejidos en 2008 y que han sido recientemente introducidos al mercado. Tales variedades son: “*Dark Secret*” (designación en Estados Unidos de América, “Coco Chanel” designación en Nueva Zelanda; seleccionada en 2009 e introducida en 2015), “Eclipse” (la variedad con el pedúnculo floral más largo, 80 cm, y vigor excepcional, es la mejor variedad para flor de corte, fue introducida en 2016) y “Spellbound” (de las selecciones de Hammett, es la que presenta la fragancia más intensa a chocolate, fue introducida al mercado en 2015). “Mystique” es la designación comercial de una cuarta selección del mejorador Hammett que aún no ha sido protegida ni liberada (Poulter & Butler, 2019; Rice, 2017).

En 2004, Georg Uebelhart, el gerente general de la compañía “Jelitto” recibió una cabezuela con semillas fértiles de un jardín privado de Nueva Zelanda (supuestamente no relacionado con “Pinot Noir”). Con este material emprendió un programa de cruzas que llevaron a la generación de la variedad “Black Magic” y a su registro y colocación en el catálogo de la empresa en el 2016, el mismo año que Cosmos fue escogida como la Planta del Año en el Reino Unido por la organización “Fleuroselect”. Las flores de esta variedad son variables, es decir la forma y cantidad de pétalos no es homogénea, sin embargo, se consideró como suficientemente única para ser registrada (Jelitto, 2016; Rice, 2017).

*C. atrosanguineus* “New Choco”, es una variedad que se obtuvo a partir de la polinización abierta con flores de cosmos amarillos (*C. sulphureus*), fue realizada en Japón por Takayoshi Oku en 2003 y liberada en 2008. Para esto fue necesario el rescate y cultivo de embriones. Entre las características destacables de esta variedad, se encuentra su moderada fragancia a chocolate, flores rojo carmesí y es razonablemente tolerante a la cenicilla como lo es *C. sulphureus* (Mii, 2012; Oku, et al., 2008; Shaw, 2015).

### **Hibridación para la obtención de nuevas variedades**

En *C. atrosanguineus* así como en otras especies del mismo género, se ha documentado el fenómeno de autoincompatibilidad esporofítica (Lewendon, 2005). Al respecto, Oku et al. (2008) lograron generar de forma exitosa, un híbrido entre *C. atrosanguineus* x *C. sulphureus*, usando la técnica de rescate de embriones. La planta híbrida resultante mostró un fenotipo intermedio para el color de flor, el cual fue rojo carmesí; además presentó raíces tuberosas como *C. atrosanguineus*, así como tolerancia al calor y a la enfermedad del moho gris.

Por su parte, Gómez-Pedraza et al., (2019b), obtuvieron semillas producto de la hibridación interespecífica entre *C. atrosanguineus* y *C. purpureus*. El individuo de la especie *C. atrosanguineus* era de un clon cultivado *in vitro* proveniente del Jardín Botánico de Kew. Los caracteres morfológicos corroboraron el intercambio genético entre las dos especies ya que, tanto el color de la flor como la morfología foliar presentaron características intermedias a los dos progenitores. Otro rasgo interesante fue que, los híbridos presentaron una bifurcación en el pedúnculo floral, característica presente en *C. purpureus* pero no en *C. atrosanguineus*.

### **Métodos de propagación**

Como ya se ha mencionado, se tenía la idea errónea de que cosmos chocolate no se encontraba más en su hábitat natural y que el único ejemplar existente era el que se mantenía bajo cultivo *in vitro* en el “Royal Botanic Garden” de Kew, Inglaterra. Es por ello, que se desarrollaron protocolos de cultivo *in vitro* que permitieran mayor probabilidad de éxito en la propagación de esta especie. Sin embargo, el cultivo *in vitro* resulta ser una vía de propagación costosa, debido a que hace necesario el uso de equipo, laboratorio y personal especializado para realizar esta tarea. Sin embargo, permite la obtención de un mayor número de plantas en poco tiempo y la sanidad que se logra alcanzar.

Por otro lado, se encuentran los métodos de propagación más tradicionales, es decir, ya que la planta desarrolla raíces tuberosas, hay quien recomienda la separación de raíces tuberosas como se hace en *Dalia* para que cada raíz dé lugar a una nueva planta (Hind & Fay, 2003). No obstante, este método es lento

y poco eficiente. A continuación se describe el cultivo de tejidos, el cual es la vía de propagación de cosmos más desarrollado.

### **Cultivo de tejidos**

El cosmos chocolate es una especie que tiene una buena respuesta al cultivo *in vitro*, por lo que, diferentes autores han diseñado protocolos para la propagación *in vitro*, que va desde la colecta, desinfección y aclimatación *ex vitro* del material vegetal (Hosoki et al., 2003; Kozak et al., 2016b).

En 1990, en los laboratorios de cultivo *in vitro* del “Royal Botanic Garden, Kew” se diseñó un protocolo que contemplaba la multiplicación y el enraizamiento *in vitro*. Para la multiplicación se utilizó medio Murashige & Skoog (MS) con 0.5 mg l<sup>-1</sup> de 6-Bencilaminopurina (BA) y 0.01 mg l<sup>-1</sup> de Ácido 1-Naftalenacético (ANA). El enraizamiento lo llevaron a cabo en medio MS sin reguladores de crecimiento (Hind & Fay, 2003).

Por otra parte, Hosoki et al. (2003), diseñaron el siguiente protocolo: realizaron la desinfección superficial de brotes cosechados de 1 cm, con agua de la llave, posteriormente con hipoclorito de sodio al 0.5 % y Tween 20 al 0.1 % durante 10 min y enjuagados dos veces con agua estéril. Para la fase de micropropagación, realizaron división repetida de brotes axilares y de brotes adventicios en medio MS, vitaminas, 0.8 % de agar y pH 5.6, suplementando con diferentes concentraciones de BA (0, 0.44, 0.88, y 4.4 µM). Los cultivos fueron incubados a 25 °C con fotoperiodo de 16 h provisto por lámparas fluorescentes frías (52 µmol s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>) de 40W. Después de 5 subcultivos en medio idéntico a cada concentración de BAP se encontró que la mejor concentración de BAP para obtener brotes sanos, vigorosos y sin vitrificación fue de 0.88 µM que corresponde a 0.2 mg l<sup>-1</sup> de BA, con una producción de 3.7 microesquejes en un intervalo de 17 días.

El enraizamiento de esquejes *in vitro* lo realizaron en medio MS suplementado con 0, 0.49, 0.98 y 4.9 µM de Ácido Indol-3-butírico (AIB). En la cual se logró la

mayor tasa de enraizamiento (60 %) a una concentración de 4.9  $\mu\text{M}$  que corresponde a 1  $\text{mg l}^{-1}$  de AIB (Hosoki et al., 2003).

Por último la aclimatación de las plantas enraizadas la realizaron en macetas que contenían suelo de textura franco-arenosa y cubriéndolas con plástico para retener la humedad, colocadas en un ambiente a 20 °C para evitar la proliferación de enfermedades, posteriormente se fueron abriendo gradualmente las cubiertas de plástico para reducir la humedad hasta eliminarlas por completo para culminar la fase de aclimatación.

Kozak et al. (2013d) también micropropagaron esquejes con el objetivo de determinar la influencia que tiene el tipo y la orientación en el crecimiento y desarrollo de los explantes *in vitro* de cosmos chocolate. La fase de desinfección la realizaron con una inmersión en agua más hipoclorito de sodio al 0.5 % durante 30 min y 3 enjuagues posteriores con agua estéril. Para la fase de multiplicación, probaron cuatro concentraciones diferentes de BA (0.2, 1.0, 2.5 y 5  $\text{mg l}^{-1}$ ), obteniendo la mejor tasa de multiplicación con la concentración de 1  $\text{mg l}^{-1}$ .

Sobre el tipo y orientación del explante, se probaron 7 tratamientos (1. Brotes apicales con hojas, 2. Brotes apicales con hojas sin ápice meristemático, 3. Brotes apicales defoliados, 4. Brotes apicales defoliados y sin ápice meristemático, 5. Brotes apicales después de la remoción del meristemo apical y las hojas, 6. Nudos con hojas, 7. Nudos defoliados) colocando repeticiones en posición horizontal y vertical. Los resultados del estudio demostraron que la mejor respuesta a ramificación axilar fue en el tratamiento en que se removió el ápice de brotes apicales no defoliados.

Kozak et al., (2016c), determinaron el efecto que tiene la benciladina en diferentes concentraciones (0.2, 1, 2.5, 5  $\text{mg l}^{-1}$ ) sobre la inducción y el crecimiento de brotes axilares en dos tipos de explantes (brotes apicales y segmentos nodales). Según los resultados, determinaron que la concentración de 1-2.5  $\text{mg l}^{-1}$  de BA es la mejor para la proliferación de brotes axilares (6 y 5.1 respectivamente) obtenidos de los brotes apicales. En el caso de los brotes axilares obtenidos de segmentos nodales notaron que la mayor concentración de

BA (5 mg l<sup>-1</sup>) tuvo la mejor respuesta con 9.2 brotes axilares por explante. Ambos tipos de tejidos (brotes apicales y segmentos nodales) son aptos para obtener brotes axilares, sin embargo, a partir de los segmentos nodales se puede obtener un mayor número de brotes axilares. Sobre el crecimiento de los brotes axilares obtenidos de los segmentos nodales hubo mejor respuesta en el medio sin BA, contrario a los brotes axilares obtenidos de los brotes apicales donde la concentración de 1 mg l<sup>-1</sup> de BA produjo los brotes axilares más largos.

El efecto de la calidad de la luz sobre el crecimiento y desarrollo de brotes *in vitro* de *C. atrosanguineus* también ha sido evaluado. Kozak et al. (2016b), describieron el efecto que tenía la aplicación de diferentes colores de luz (blanca, azul, amarilla y roja) sobre el crecimiento (en longitud y en peso fresco) de brotes primarios y en la iniciación y crecimiento de brotes axilares utilizando medio sin reguladores de crecimiento y medio suplementado con 1 mg l<sup>-1</sup> de BA. Notaron que los brotes primarios más largos ocurrían en el medio sin reguladores de crecimiento y la luz amarilla y azul tenían los efectos positivos más fuertes sobre esta misma variable en presencia de BA (40.8 y 38.9 mm respectivamente), por otro lado, la luz blanca y roja tuvieron los efectos más negativos sobre el crecimiento del brote primario especialmente cuando el medio estaba suplementado con BA. Para la variable de número de brotes axilares por explante no hubo diferencias significativas entre la luz blanca, amarilla y azul en presencia de BA (5.1-5.8), a diferencia de la luz roja que tuvo el efecto más débil (3.1). Por el contrario el efecto de los diferentes colores de luz en ausencia de BA es casi nulo. Para la variable longitud de brote axilar, la luz amarilla en presencia de BA tuvo el efecto positivo más fuerte (14.9 mm) y nuevamente la luz roja en ausencia de BA fue el más débil (1 mm).

Gómez-Pedraza et al., (2019a), determinaron la variación morfogénica en la multiplicación y enraizamiento *in vitro* de clones silvestres de *C. atrosanguineus* siguiendo dos rutas diferentes, la organogénesis directa y la organogénesis indirecta (Figura 5). En el caso de la organogénesis indirecta, segmentos de hoja fueron sembrados en medio de cultivo suplementado con diferentes

concentraciones de 2,4-D (0, 0.5, 1, 2 mg l<sup>-1</sup>) y segmentos nodales sin hojas sembrados en medio suplementado con diferentes concentraciones de BA (0.5, 1, 2, 3 mg l<sup>-1</sup>). Para la organogénesis directa también utilizaron segmentos nodales sin hojas sembrados en medio de cultivo con diferentes concentraciones de BA (0.5, 1, 2, 3 mg l<sup>-1</sup>). En la etapa de enraizamiento fue evaluado el efecto de diferentes tratamientos de sacarosa (0, 3, 6 y 9 %) y fluoroglucinol (0, 25, 50, 75, 100 mg l<sup>-1</sup>). También fueron evaluados tratamientos de fotoperiodo tanto en la etapa de multiplicación como en la de enraizamiento, con tratamientos de 8, 10, 12, 14 y 16 horas luz (70 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Para organogénesis indirecta, en los segmentos nodales de los 2 clones silvestres evaluados no hubo formación de callo, a diferencia de los segmentos de hoja donde hubo un 50 % de formación de callo con 1 mg l<sup>-1</sup> de 2,4-D. Para organogénesis directa, la mejor respuesta de crecimiento en longitud del brote fue a 0.5 y 1 mg l<sup>-1</sup> de BA aunque también en 3 de los 5 clones silvestres evaluados, a la concentración de 1 mg l<sup>-1</sup> de BA se produjo callo, por lo que esto mostró que los genotipos silvestres muestran diferentes respuestas a los fitorreguladores y que dependiendo el objetivo debe desarrollarse un protocolo especial para cada clon silvestre. En la etapa de enraizamiento, el incremento en la concentración de sacarosa (6 y 9 %) incrementó el número de raíces por explante pero disminuyó la longitud de las raíces así como la longitud del brote, el tratamiento de 6 % de sacarosa resultó en brotes de mejor vigor. El mejor tratamiento de fluoroglucinol fue de 50 mg l<sup>-1</sup>, en el cual se obtuvo el triple número de raíces por explante (29.6) a diferencia del tratamiento sin fluoroglucinol (11.1 raíces). Los tratamientos de fotoperiodo no mostraron diferencias significativas ni en la etapa de multiplicación ni en la de enraizamiento.

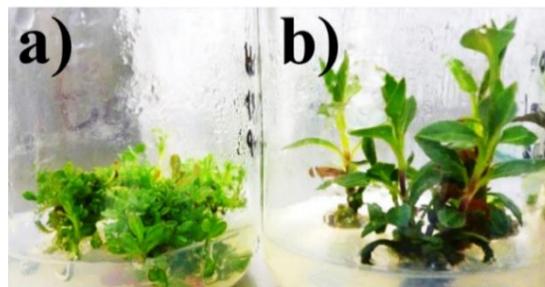


Figura 5. Organogénesis a) indirecta y b) directa *in vitro* de *C. atrosanguineus*.

Kozak et al. (2013a) evaluaron la influencia de diferentes agentes de solidificación de medio de cultivo (Agar-Agar Sigma, Lab-Agar Biocorp, Bacto-Agar Difco y Gelrite) y medio de doble-fase (adición de agua al medio de Agar-Agar a las 4 semanas) en el crecimiento y desarrollo de *C. atrosanguineus in vitro*. El medio con Gelrite fue el tratamiento que tuvo mejores resultados en el crecimiento y desarrollo tanto de los brotes primarios (30.4 mm de longitud) como del número y crecimiento de los brotes axilares (5.4 brotes axilares de 13.2 mm de longitud). En la comparación del medio con Agar y el medio de doble fase, hubo mayor crecimiento del brote principal de 27.8 mm con agar a 33 mm de longitud con medio de doble fase y del número de brotes axilares de 4.7 con agar a 7.4 con medio de doble fase, en cuanto al crecimiento de los brotes axilares fue similar, sin embargo, el peso fresco de los explantes en medio de doble fase se duplica. Por otra parte, también se han desarrollado metodologías para la criopreservación de brotes apicales (Wilkinson et al., 2003) y para el rescate *in vitro* de embriones de cosmos chocolate (Oku, et al., 2008).

### **Condiciones ambientales y manejo agronómico**

Autores como Hind & Fay (2003) mencionan que probablemente la mejor forma de tratar esta especie es exactamente igual a como se trataría a una dalia". En una zona templada, es posible dejar las raíces tuberosas en el suelo, sin embargo para evitar pérdidas por pudrición o algún otro problema es mejor levantarlas del suelo en otoño antes de la primera helada, secarlas y almacenarlas en turba hasta plantarlas de nuevo en primavera.

### **Luz: manejo del fotoperiodo**

*C. bipinnatus* se ha encontrado que es una planta facultativa de día corto con un fotoperiodo crítico entre 12 y 16 horas, es decir, es de día corto porque crece vegetativamente en días largos y florece cuando el periodo de luz diaria es acortado a menos de 14 h y es facultativa porque florecerá ya sea en días cortos o largos, pero lo harán más rápido cuando se desarrollan en días cortos (Dole 2015; Erwin & Warner, 2002; Mukesh & Brij, 2015). La floración natural en *Cosmos* ocurre bajo condiciones de día largo relativamente a finales del verano

(*C. bipinnatus* florece en el Valle de México, a finales de agosto). El fotoperiodo para la floración óptima en *C. bipinnatus* es menor a 14 h por día (Halevy, 1985).

*C. sulphureus* es una planta obligada de día corto, es decir, que florecerán únicamente cuando los días sean más cortos que la noche (Kanellos & Pearson, 2000).

*C. atrosanguineus* es el caso contrario a *C. bipinnatus* y *C. sulphureus*, la cual es una planta facultativa de día largo (Kanellos & Pearson, 2000). Al respecto, mencionan que el fotoperiodo afecta de forma significativa a la floración, ya que las plantas al ser expuestas a fotoperiodo de 17 horas, éstas florecieron a los 124 días, mientras que con una exposición de solo 8 horas, la floración se presentó a los 157 días, siendo una diferencia de 33 días a floración entre los fotoperiodos corto y largo.

Se ha reportado una tendencia a aumentar la altura de las plantas con fotoperiodo largo, de 11.4 cm en fotoperiodo corto (8 h) a 25 cm en fotoperiodo largo (17 h). Este comportamiento de igual forma fue observado con respecto el peso fresco, el cual aumentó en 7 veces en las plantas expuestas a fotoperiodo largo, de 12.4 g (8 h luz) a 95 g (17 h luz) (Kanellos & Pearson, 2000).

### **Efecto de la temperatura sobre los procesos vegetativos y reproductivos**

Para incrementar el porcentaje de germinación de cosmos, se recomienda una temperatura del suelo entre 21 y 24 °C, donde se requieren de 7 a 14 días para germinar. A temperaturas superiores a 27 °C o inferiores a 15 °C, la germinación se reduce de forma drástica (Hansen & Drost, 2020).

Kanellos & Pearson (2000), evaluaron el tiempo de emergencia de brotes de *C. atrosanguineus* a partir de la siembra y exposición de raíces tuberosas a diferentes tratamientos de temperatura y observaron que el tiempo puede ser disminuido mediante el uso de temperaturas altas, ya que las temperaturas frías lo retrasan, es decir, a 27 °C, la emergencia ocurrió a los 6 días mientras que a una temperatura de 11 °C ocurrió a los 23 días, una diferencia de 17 días. Sin

embargo, las plantas que se expusieron a temperaturas más altas durante la emergencia, disminuyeron su calidad ya que se aumentó la altura de 10 cm a 11.5 °C a 14.1 cm a 27.2 °C.

La temperatura no tiene gran influencia sobre el tiempo de floración, debido a que el aumento de temperatura de 13 °C a 21 °C solo acorta el tiempo de floración en 9 días (Kanellos & Pearson, 2000).

La temperatura tuvo un pequeño pero significativo efecto en el tiempo a floración, a los 13 °C las plantas florecieron a los 89 días, mientras que a 21.5 °C florecieron a los 80 días, sin embargo, el aumentar la temperatura por arriba de los 21.2 °C provoca ligeros retrasos en la floración (Kanellos & Pearson, 2000).

En el caso del tamaño final de la flor, se ve un efecto más directo de la temperatura, temperaturas altas tuvieron un efecto de disminución en el área floral, a 12.8 °C el área floral fue de 17.4 cm<sup>2</sup> mientras que a 25.7 °C el área fue de 8.8 cm<sup>2</sup> (Kanellos & Pearson, 2000).

El efecto que tuvo el aumento de la temperatura sobre la altura de la planta en la primera floración, fue el efecto más llamativo, puesto que al aumentar la temperatura de 13 °C a 26 °C se duplicó la altura de la planta en floración de 12 cm a 26.5 cm. Sin embargo, todas las plantas de todos los tratamientos florecieron en el entrenudo 7-8 (Kanellos & Pearson, 2000).

Por lo que parece tener pocas ventajas el uso de temperaturas altas. Kanellos & Pearson (2000), consideran que un sistema de producción en dos fases, parece ser el más eficiente, durante la primera fase la temperatura debe ser templada, hasta la emergencia de los brotes, partiendo de la siembra de raíces tuberosas, y luego reducida junto con tratamientos de día largo, para evitar la posterior pérdida de calidad final de la planta y la disminución del tiempo a floración.

### **Sustratos**

Cosmos se adapta a suelos bien drenados y pobres, por ello, no se requiere mucha preparación del suelo, es decir, simplemente rastrillar a través de la cama antes de la siembra para aflojar el suelo y eliminar malezas de la cama. Es por

ello, que puede proliferar en áreas secas del jardín y la floración se reduce si se riega en exceso, así que, una vez que emergen las plántulas, es necesario reducir el agua a una vez por semana, regando profundamente. No se requiere fertilizar el cosmos. Suelos ricos en nutrientes producen plantas de tallo débil, floración tardía y escasa. Es importante evitar sembrar en suelos con alto contenido de materia orgánica o con antecedentes de poseer nutrientes residuales de una alta fertilización (Hansen & Drost, 2020; Hind & Fay, 2003).

### **Manejo agronómico**

En general el manejo agronómico que se debe dar a las plantas de cosmos chocolate es el siguiente: plantar a pleno sol en suelos moderadamente fértiles y bien drenados, ya que son intolerantes a los suelos húmedos y arcillosos. Se recomienda aplicar riego de forma regular, esto mientras la planta desarrolla sus raíces y luego ocasionalmente durante los meses de verano. En climas fríos, cuando haya terminado la floración, es recomendable levantar y almacenar las raíces tuberosas en turba apenas húmeda en un lugar fresco y seco para evitar daños por bajas temperaturas o deshidratación (Hind & Fay, 2003).

Algunas empresas dedicadas a la venta de semillas y plantas como “Thompson & Morgan Seed Company” o “Jelitto”, proveen especificaciones para las variedades que ofertan, a continuación se describen:

*C. atrosanguineus* “Chocamocha” de *Thompson & Morgan*, es recomendada como planta de pleno sol. Para ello es deseable establecer de forma previa a las plantas en macetas en condiciones cálidas y libres de heladas, hasta que puedan alcanzar un desarrollo suficiente y puedan soportar su trasplante al aire libre. Al reducir drásticamente el riesgo de heladas tardías, se sugiere aclimatar a las plantas gradualmente a las condiciones exteriores entre 7 y 10 días previos al trasplante en camas de siembra, bordes o contenedores. Es importante elegir una posición a pleno sol en cualquier suelo húmedo y bien drenado. Esta variedad es mucho más corta que otros cultivares, por lo que no requiere tutorio (Thompson & Morgan, 2022a).

*C. atrosanguineus* “*Dark secret*” de *Thompson & Morgan*, es recomendada como planta de sol o semi-sombra. Es una planta bastante tolerante a la sequía. Generalmente se cultiva como anual, pero en áreas muy templadas puede ser perenne. Se puede pasar el invierno si se cultiva en contenedores y se mantiene en condiciones libres de heladas. El sustrato se debe mantener apenas húmedo durante los meses de invierno (Thompson & Morgan, 2022b).

*C. atrosanguineus* “*Spellbound*” de *Thompson & Morgan*, es recomendada como planta de pleno sol. Plantar entre otras plantas perennes para sostener sus tallos ya que es planta alta a comparación de otras variedades (Thompson & Morgan, 2022c).

*C. atrosanguineus* “*Black Magic*” de *Jelitto*, es una planta de germinación rápida, es importante mantener la semilla en humedad constante (sustrato no saturado) con temperaturas de alrededor de 20 °C. Es importante mantener a las plántulas en condiciones más frescas después de la germinación (Jelitto, 2022).

### **Plagas y enfermedades**

En las condiciones del Valle de México, las plantas de cosmos chocolate una de las enfermedades que se presenta con más frecuencia es el ataque por cenicilla y ocurre en condiciones de alta temperatura y baja humedad relativa. Al respecto, Enciso-Maldonado et al. (2020) identificaron que el hongo causante de este tipo de cenilla en *C. atrosanguineus* es *Golovinomyces ambrosiae*.

Se han observado otros problemas de sanidad, pero el principal es causado por mosquita negra llamada también “fungus nat”, “moscas esciáridas” o “mosquito del mantillo” (*Bradysia spp.*) es la plaga más severa que ataca a cosmos chocolate, se desarrolla en espacios húmedos y prospera especialmente en los invernaderos durante la propagación y la producción de planta joven. Las larvas se alimentan de las raíces y los pelos radicales provocando la muerte de la planta por lo que representan un mayor peligro que los adultos. Sin embargo, los adultos son capaces de transmitir enfermedades fúngicas como *Verticillium*, *Fusarium* y *Thielaviopsis*. Existen algunas otras plagas que no representan un problema

grave para cosmos chocolate, como la mosquita blanca, trips, pulgones, y araña roja.

### **Comercialización**

Es una planta muy versátil, puesto que puede ser comercializada como planta para jardín, de maceta o para flor de corte. Algunas casas semilleras establecidas en Reino Unido, Estados Unidos de América, Japón y Nueva Zelanda tienen dentro de sus catálogos de venta plantas y semillas, algunos de ellos se describen a continuación.

*C. atrosanguineus* “*Chocamocha*” de *Thompson & Morgan*: tiene a la venta un set de 3 plantas en cepellón por £7.99 (aproximadamente 160 pesos mexicanos por cada planta en cepellón) (Thompson & Morgan, 2022a).

*C. atrosanguineus* “*Dark secret*” de *Thompson & Morgan*: ofrece una planta en maceta por £11.99 (aproximadamente 270 pesos mexicanos por planta en maceta) (Thompson & Morgan, 2022b).

*C. atrosanguineus* “*Spellbound*” de *Thompson & Morgan*: ofrece una planta en maceta por £10.99 (aproximadamente 250 pesos mexicanos por planta en maceta) (Thompson & Morgan, 2022c).

*C. atrosanguineus* “*Black Magic*” de *Jelitto*: ofrece 1 g de semillas por €32 (1 g= 110 semillas) (1 g de semillas por aproximadamente 640 pesos mexicanos) (Jelitto, 2022).

## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El reconocimiento del potencial florístico que tiene México es el primer paso para el uso y conservación de los recursos genéticos con los que cuenta nuestro país. *C. atrosanguineus* es una de las 35 especies del género *Cosmos* con grandes atributos ornamentales, sin embargo, no solo las especies de este género sino de muchos otros más tienen el mismo potencial y no ha sido aprovechado ya sea por desconocimiento o por la priorización en el uso de otras especies más comunes, incluso de aquellas importadas.

La mayor parte de la información disponible y las variedades de cosmos chocolate ha sido generada en otros países, por lo que en México se tiene muy poca experiencia sobre su cultivo; aunado a esto, no existe información sobre la nutrición, mejoramiento genético, generación de variedades, manejo poscosecha, propagación por esquejes, poda e información referente a su comercialización. Por ello es importante dar a conocer esta planta, para promover su uso y conservación, ya que posee muchos atributos que aún no han sido explorados, como sus cualidades nutracéuticas, medicinales e industriales con respecto al aroma de la flor y los compuestos que pudiera contener en las flores, hojas y raíces tuberosas.

## LITERATURA CITADA

- Ahmad, S., Chen, J., Chen, G., Huang, J., Zhou, Y., Zhao, K., Lan, S., Liu, Z. & Peng, D. (2022). Why black flowers? An extreme environment and molecular perspective of black color accumulation in the ornamental and food crops. *Frontiers in Plant Science*, 13, 885176. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.885176>
- 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., Baharum, S.N., Bunawan, S.N., Amin, N.M., & Noor, N.M. (2014). *Cosmos caudatus* Kunth: A Traditional Medicinal. *Global Journal of Pharmacology*, 8(3), 420-426. <http://dx.doi.org/10.5829/idosi.gjp.2014.8.3.8424>
- Castro-Castro, A., Harker, M., Vargas-Amado, G., & Rodríguez, A. (2013). Two new species of *Cosmos* section *Discopoda* (Coreopsideae: Asteraceae) from Jalisco, Mexico. *Phytotaxa*, 146(2), 35-49. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.146.2.1>
- Castro-Castro, A., Vargas-Amado, G., Harker, M., & Rodríguez, A. (2014). Análisis macromorfológico y citogenético del género *Cosmos* (Asteraceae, Coreopsideae), con una clave para su identificación. *Botanical Sciences*, 92(3), 363-388. <https://doi.org/10.17129/botsci.111>
- Cheng, S., Barakatun-Nisak, M.Y., Anthony, J., & Ismail, A. (2015). Potential medicinal benefits of *Cosmos caudatus* (Ulam Raja): A scoping review. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 20, 1000 - 1006. <http://dx.doi.org/10.4103/1735-1995.172796>

- Dole, J.M. (2015). Photoperiod responses of ten specialty cut flowers. *Acta Horticulturae*, 1097, 163-168. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1097.19>
- 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>
- Erwin, J. E., & Warner, R. M. (2002). Determination of photoperiodic response group and effect of supplemental irradiance on flowering of several bedding plant species. *Acta Horticulturae*, 580, 95-99. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.580.11>
- Gómez-Pedraza, D.E., Mejía-Muñoz, J.M., Martínez-Solís, J., & Morales-Vázquez, B. (2019a). 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>
- Gómez-Pedraza, D.E., Mejía-Muñoz, J.M., Morales-Vázquez, B., Peña-Ortega, M.G., & Martínez-Solís, J. (2019b). Interspecific hybridization between *Cosmos atrosanguineus* Sherff and *Cosmos purpureus* (DC.) Benth & Hook. f. ex Hemsl. *Acta Horticulturae*, 1237, 295-300. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1237.38>
- Halevy, A.H. (Ed.). (1985). CRC Handbook of flowering: Volume II (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351072540>
- Hansen, S. & Drost, D. (2020). "Cosmos in the garden". All Current Publications. Utah State University Extension. Paper 1052. Recuperado el 23 de septiembre de 2022 de [https://digitalcommons.usu.edu/extension\\_curall/1052](https://digitalcommons.usu.edu/extension_curall/1052).

- Hernández-Pineda, G. S., Pedraza-Beltrán, P. E., Benaouda, M., Palma-García, J. M., Avilés-Nova, F., Molina, L., & Castelán-Ortega, O. A. (2018). *Pithecellobium dulce*, *Tagetes erecta* and *Cosmos bipinnatus* on reducing enteric methane emission by dairy cows. *Ciência Rural*, 48(10). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170484>
- 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>
- Jadav, K.M., & Gowda, K.N. (2017). Preliminary phytochemical analysis and *in vitro* antioxidant activity of *Araucaria columnaris* bark peel and *Cosmos sulphureus* flowers. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 9(4), 96-99. <http://dx.doi.org/10.22159/ijcpr.2017v9i4.20967>
- Jang, I., Park, J., Park, E., Park, H., & Lee, S. (2008). Antioxidative and antigenotoxic activity of extracts from Cosmos (*Cosmos bipinnatus*) Flowers. *Plant Foods for Human Nutrition*, 63(4), 205-210. <https://doi.org/10.1007/s11130-008-0086-8>
- Jelitto (2016). Perennial Seeds Catalogue. Recuperado el 4 de octubre de 2022 de <https://www.jelitto.com/out/media/bestellformulare/Catalogue2016-2017.pdf>
- Jelitto. (2022, Octubre 4). *Cosmos atrosanguineus* «Black Magic. <https://www.jelitto.com/Seed/Random+browse/COSMOS+atrosanguineus+Black+Magic+Gram.html>
- Kanellos, E.A.G., & Pearson, S. (2000). Environmental regulation of flowering and growth of *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss. *Scientia Horticulturae*, 83 (3–4), 265-274. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(99\)00081-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00081-3)

- Kozak, D., Parzymies, M., & Dabski, M. (2013a). The influence of medium solidifying agents and double-phase medium on the growth and development of *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss *in vitro*. *Modern Phytomorphology*, 3, 73-75. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.161990>
- Kozak, D., Parzymies, M., & Ismael, B.S. (2016b, Septiembre 21-23). *Effect of light quality on growth and development of Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss shoots *in vitro*. 5th International Scientific Horticulture Conference, Slovak University of Agriculture in Nitra, Eslovaquia. <http://dx.doi.org/10.15414/2016.9788055215716>
- Kozak, D., Parzymies, M., Marcinek, B., & Swistowska, A. (2016c, Septiembre 21-23). *Effect of the type of explant and benzyladenine on growth and branching of Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss shoots *in vitro*. 5th International Scientific Horticulture Conference, Slovak University of Agriculture in Nitra, Eslovaquia. <http://dx.doi.org/10.15414/2016.9788055215716>
- Kozak, D., Pogroszewska, E., & Szmagara, M. (2013d). 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.
- Lewendon, S. (2005). Self-incompatibility in *Cosmos atrosanguineus*: a rare Mexican endemic species of Asteraceae. Tesis Doctoral. University of Greenwich. United Kingdom. <http://gala.gre.ac.uk/id/eprint/6225>
- Martínez-Damián, M.T., Mejía-Muñoz, J.M., Colinas-León, M.T., Hernández-Epigmenio, F., & Cruz-Alvarez, 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>

- Mii, M. (2012). Ornamental plant breeding through interspecific hybridization, somatic hybridization and genetic transformation. *Acta Horticulturae*, 953, 43-54. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.953.6>
- Modise, S.A., & Ashafa, A.O. (2016). Larvicidal, pupicidal and insecticidal activities of *Cosmos bipinnatus*, *Foeniculum vulgare* and *Tagetes minuta* against *Culex quinquefasciatus* mosquitoes. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15(5), 965-972. <http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v15i5.10>
- Mukesh, S.M., & Brij, L.A. (2015). Effect of photoperiod on flowering in ornamental annuals. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 3(4), 121-126. <https://www.plantsjournal.com/archives/2015/vol3issue4/PartB/3-4-27.pdf>
- Novel Cool. (2022, octubre 13). Chocolate cosmos Capítulo 1. <https://es.novelcool.com/chapter/Cap-tulo-1/2827058/>
- 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 & Biotechnology*, 83 (3), 323-327. <http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2008.11512386>
- Poulter, R.T.M., & Butler, M. (2019). The selection of a seed-bearing variety of *Cosmos atrosanguineus* (Hook.) Voss. *Acta Horticulturae*, 1263, 73-76. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1263.8>
- Rice, G. (2017). The story of *Cosmos atrosanguineus*. *Plantsman*, 16(2), 112-119.
- Shaw, J.M.H. (2015). Nomenclatural notes on horticultural hybrids: Dahlia 'Mexican Black', *Potentilla* and other Rosaceae, *Stylophorum*, and *Tigridia*. *Phytoneuron*, 53, 1-5. <https://www.phytoneuron.net/2015Phytoneuron/53PhytoN-HortHybrids.pdf>

- Sherff, E. (1932). *Revision of the genus Cosmos*. Field Museum of Natural History, Botanical Series, 8(6), 401-447.
- Thompson & Morgan. (2022a, Octubre 4). *Cosmos atosanguineus* «Chocamocho». <https://www.thompson-morgan.com/p/cosmos-atosanguineus-chocamocho/T12628TM>
- Thompson & Morgan. (2022b, Octubre 4). *Cosmos atosanguineus* «Dark Secret» <https://www.thompson-morgan.com/p/cosmos-atosanguineus-dark-secret/T57685TM>
- Thompson & Morgan. (2022c, Octubre 4). *Cosmos atosanguineus* «Spellbound» <https://www.thompson-morgan.com/p/cosmos-atosanguineus-spellbound/T62205TM>
- 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(2), 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 atosanguineus*. *Annals of botany*, 91(1), 65-74. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg009>