



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO



DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
INSTITUTO DE HORTICULTURA

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y MEJORAMIENTO
GENÉTICO EN DOS ESPECIES DE DALIA (*D. coccinea*
Y *D. sherffii*) BAJO CONDICIONES CULTIVADAS EN CHIHUAHUA Y
CHAPINGO, MÉXICO.

TESIS
QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESENTA:
LUIS PINEDA MARÍN



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

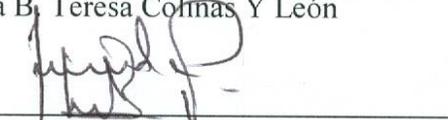


Chapingo, México, Junio 2016.

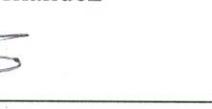
**DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO EN DOS
ESPECIES DE DALIA (*D. coccinea* Y *D. sherffii*) BAJO CONDICIONES
CULTIVADAS EN CHIHUAHUA Y CHAPINGO, MÉXICO.**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Luis Pineda Marín autor de la presente tesis de Doctor en Ciencias en Horticultura estuvo constituido por:

DIRECTOR: 
Dra. María B. Teresa Colinas Y León

ASESOR: 
Dr. Joel Pineda Pineda

ASESOR: 
Dra. María de Jesús Juárez Hernández

ASESOR: 
PhD. Arturo López Villalobos

ASESOR: 
PhD. Edward C. T. Yeung

Lector Externo:
Dra. Patricia Dupré

Chapingo, México, junio de 2016

DATOS BIOGRAFICOS

El autor de la presente tesis nació el 20 de enero de 1980 en el estado de Puebla, realizó sus estudios de educación básica en el estado de Morelos, en el 2000 ingresa a la universidad en el instituto tecnológico de roque, Celaya Gto. de donde egresa en el 2005 con el título de ingeniero agrónomo, posteriormente en el 2004 al 2006 prestó sus servicios en el instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias (INIFAP) unidad bajío, Celaya Gto. en el área de horticultura protegida, más tarde en el 2007-2009 trabajó en el invernadero “Yeshua” en el estado de Morelos. Ha participado en diversos cursos, congresos, reuniones y simposios, como asistente y organizador. En agosto de 2009 ingresa al colegio de postgraduados campus montecillo para iniciar sus estudios de maestría en ciencias en edafología obteniendo el grado en septiembre de 2011, seguidamente en 2012 inicia sus estudios de Doctorado en Ciencias en Horticultura en el Instituto de Horticultura del Departamento de Fitotecnia en la Universidad Autónoma Chapingo, obteniendo el grado en mayo de 2016. Ha trabajado también como prestador de servicios profesionales de junio de 2013 a enero de 2014 en la Secretaria de Desarrollo Agropecuario, y de enero de 2016 a la fecha trabaja como docente en la Carrera de Ingeniería en Agricultura Protegida y Sustentable en la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de Morelos.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico que me brindaron para realizar mis estudios doctorales.

A la Universidad Autónoma Chapingo por haberme permitido alcanzar el máximo grado académico.

Al programa de Horticultura del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad de formar parte de este programa.

A mi comité Asesor: Dra. Dra. María B. Teresa Colinas Y León, Dr. Joel Pineda Pineda, Dra. María de Jesús Juárez Hernández, PhD. Edward C. T. Yeung, PhD. Arturo López Villalobos, por su confianza y guía en la elaboración de este trabajo.

A mi asesor el Maestro José Merced Mejía Muñoz que puso su confianza en mí, que con sus conocimientos y apoyo incondicional, permitió que fuera posible la culminación de este trabajo.

Al personal que labora en el laboratorio de floricultura por su enorme apoyo en el trabajo de campo e invernadero. Al ing. Claudio Flores quien me brindo su amistad y ayuda incondicional.

A todas las personas que no he nombrado pero que de una o de otra forma contribuyeron en mi formación. A todos y cada uno de mis compañeros de generación.

DEDICATORIA

A mi esposa María Félix, que con mucho amor y sobre todo paciencia me ha ayudado a concluir este trabajo, por todas las cosas que hemos compartido en esta aventura y que nos han ayudado a fortalecer nuestra unión. Te amo.

Al más grande tesoro que Dios me ha regalado, mi hermosa bebe Dalia Tlanexi que al mirarla crecer con su inocencia cada día llena mis días de amor y alegría, que Dios cuide siempre de ti mi amor.

A mis padres Juan Pineda y Ofelia Marín, pilares importantes que me han hecho ser un hombre de bien, que gracias a ellos que me dieron la vida hoy puedo disfrutar de lo hermoso que es la vida cuando se anda en el camino del bien y del trabajo.

A mi hermano Alejandro y a mi hermanita Flor que siempre me han brindado su apoyo cuando lo he necesitado.

Especialmente a mi hermanito Samuel† y mi abuelita Caritina† que siempre están y seguirán presentes en mi corazón.

A mis suegros que me han brindado su apoyo incondicionalmente.

Contenido

RESUMEN GENERAL	xvi
GENERAL ABSTRACT	xvii
1. INTRODUCCION GENERAL	1
1.1. Taxonomía	1
1.1.2. Clasificación taxonómica (Sorensen, 1969).....	2
1.2. Características generales de la planta en estudio	5
1.2.1. Morfología	5
1.2.2. Inflorescencia	6
1.2.3. Fruto	6
1.2.4. Hojas.....	6
1.2.5. Tallo	6
1.2.6. Raíces.....	7
1.3. Antecedentes generales del cultivo	7
1.4. Antecedentes del mejoramiento genético de dalia	8
1.5. OBJETIVO GENERAL.....	11
1.5.1. Objetivos particulares	11
1.6. LITERATURA CITADA	12
2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE DOS ESPECIES DE DALIA (<i>D. coccinea</i> Y <i>D. sherffii</i>) ESTABLECIDAS EN EL EJIDO EL LARGO, MADERA, CHIHUAHUA	14

2.1. RESUMEN	15
2.2. ABSTRACT.....	15
2.3.1. Descripción taxonómica de <i>D. coccinea</i> en condiciones silvestres	17
2.3.2. Distribución de <i>D. coccinea</i> en el territorio mexicano	18
2.3.3. Descripción morfológica de <i>D. sherffii</i> en condiciones silvestres.....	19
2.3.4. Distribución de <i>D. sherffii</i> en el territorio Mexicano	20
2.4. OBJETIVO GENERAL.....	20
2.4.1. Objetivos específicos.....	20
2.5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
2.5.1. Sitio experimental.....	20
2.5.2. Materiales	21
2.5.3. Sitio de colecta.....	21
2.5.4. Establecimiento de las parcelas	22
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
2.6.1. Análisis físico-químico Cuesta Municipio de C. Madera, Chihuahua.....	24
2.6.2. Parcela I: Descripción morfológica de <i>D. sherffii</i>	26
2.6.3. Altura	26
2.6.4. Diámetro de tallo basal	27
2.6.5. Número de hojas simples y compuestas.....	27
2.6.6. Dimensiones de la hoja intermedia.....	28

2.6.7. Número de entrenudos por planta	29
2.6.8. Número de capítulos por planta	29
2.6.9. Peso de raíces por planta y número de semillas por aquenio	30
2.7. Parcela II: Descripción morfológica de <i>D. coccinea</i>	32
2.7.1. Altura de planta.....	32
2.7.2. Diámetro del tallo basal	32
2.7.3. Número de hojas simples y compuestas.....	33
2.7.4. Dimensiones de la hoja intermedia de la planta.....	33
2.7.5. Número de entrenudos por planta	34
2.7.6. Número de capítulos por planta	35
2.7.7. Peso de raíces tuberosas y dimensiones de los aquenios.....	35
2.8. CONCLUSIONES	37
2.8.1. Selección de semilla y raíces tuberosas	38
2.9. LITERATURA CITADA.....	38
3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN DOS ESPECIES DE DALIA (<i>D. coccinea</i> Y <i>D. sherffii</i>) EN CHAPINGO, MÉXICO	40
3.1. RESUMEN.....	41
3.2. ABSTRACT	42
3.3. INTRODUCCIÓN.....	43
3.4. MATERIALES Y MÉTODOS	45
3.4.1. Sitio experimental.....	45

3.4.2. Germoplasma y arreglo de las parcelas	45
3.4.3. Manejo agronómico	46
3.4.4. Germinación y trasplante	46
3.4.5. Requerimientos hídricos y nutrimentales	47
3.4.6. Caracterización y análisis estadístico	47
3.4.7. Selección y etiquetado de capítulos florales en ambas especies	47
3.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.5.1. Altura de planta	48
3.5.2. Diámetro de tallo basal	49
3.5.3. Diámetro de capítulo	50
3.5.4. Número de entrenudos y ramas basales	51
3.5.5. Días a floración	52
3.5.6. Número de capítulos por rama	53
3.5.7. Número de capítulos por planta	53
3.5.8. Peso de raíces tuberosas	54
3.5.9. Número, longitud y diámetro de raíces tuberosas por planta	55
3.6. Características morfológicas de la semilla de <i>D. coccinea</i> y <i>D. sherffii</i>	56
3.7. Liberación de polen en capítulos de <i>D. coccinea</i>	57
3.8. Polinización manual en <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i> y <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i>	58
3.8.1. Cosecha, conteo y almacenamiento de semilla	60

3.8.2. Características morfológicas de la semilla producto de las polinizaciones artificiales	60
3.9. CONCLUSIONES	61
3.9.1. LITERATURA CITADA	62
4. EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLANTAS PROVENIENTES DE <i>D. coccinea</i> X <i>D. sherffii</i> Y <i>D. sherffii</i> X <i>D. coccinea</i> EN CHAPINGO, MÉXICO	64
4.1. RESUMEN	65
4.2. SUMMARY	66
4.4. Hibridación interespecifica	68
4.5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	70
4.5.1 Sitio experimental	70
4.5.2. Germoplasma	71
4.5.3. Germinación y trasplante	71
4.5.4. Manejo agronómico	72
4.5.5. Requerimientos hídricos y nutrimentales	72
4.5.6. Caracterización y análisis estadístico	73
4.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
4.6.1. Altura de planta	75
4.6.2. Diámetro de tallo basal y número de entrenudos por planta	76
4.6.3. Días a floración	79

4.6.4. Número de lígulas por capítulo y capítulos por planta	79
4.6.5. Número de raíces tuberosas por planta y peso de raíces tuberosas por planta	82
4.7. Selección de híbridos de <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i> y <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i> , descritas de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV.....	85
4.8. CONCLUSIONES	91
4.9. LITERATURA CITADA.....	92

Índice de figuras

2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE DOS ESPECIES DE DALIA (<i>D. coccinea</i> Y <i>D. sherffii</i>) ESTABLECIDAS EN EL EJIDO EL LARGO, MADERA, CHIHUAHUA	14
Figura 1. Localización y colecta de <i>D. sherffii</i> en la Cuesta, Chihuahua.....	21
Figura 2. Capítulos florales de <i>D. coccínea</i>	22
Figura 3. Establecimiento y trasplante de <i>D. sherffii</i> y <i>D. coccinea</i> en el Rancho el Toro, ejido el Largo, Madera, Chihuahua.....	22
Figura 4. Temperatura promedio del municipio de Ciudad Madera, Chih. (CICESE, 2008).....	23
Figura 5. Variación en la altura de planta en <i>D. sherffii</i> puestas en el Rancho el Toro.	26
Figura 6. Diámetro del tallo en <i>D. sherffii</i>	27
Figura 7. Número de hojas simples y compuestas en <i>D. sherffii</i>	28
Figura 8. Dimensiones de la hoja del tercio medio de <i>D. sherffii</i>	28
Figura 9. Número de entrenudos en <i>D. sherffii</i>	29
Figura 10. Número de capítulos en <i>D. sherffii</i>	30

Figura 11. Raíces tuberosas y aquenios de <i>D. sherffii</i>	31
Figura 12. Largo y ancho de las semillas de <i>D. sherffii</i>	31
Figura 13. Altura de planta en <i>D. coccinea</i>	32
Figura 14. Diámetro de los tallos basales en <i>D. coccinea</i>	32
Figura 15. Hojas simples y compuestas en la parcela II (<i>D. coccinea</i>).....	33
Figura 16. Dimensiones de las hojas en la parcela II (<i>D. coccinea</i>).....	34
Figura 17. Numero de entrenudos en la parcela II (<i>D. coccínea</i>).....	34
Figura 18. Número de capítulos por planta en la parcela II (<i>D. coccínea</i>).	35
Figura 19. Raíces tuberosas de <i>D. coccinea</i>	37
Figura 20. Aquenios de <i>D. coccinea</i>	37
3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN DOS ESPECIES DE DALIA (<i>D. coccinea</i> Y <i>D. sherffii</i>) EN CHAPINGO, MÉXICO	40
Figura 1. Morfología del capítulo floral de <i>D. coccinea</i>	50
Figura 2. Capítulos florales de <i>D. sherffii</i>	51
Figura 3. Proceso de liberación del polen en <i>D. coccinea</i> : capitulo (1A), flores tubulares cerradas (1B), flor tubular abierta a propósito (1C), flor tubular con el estigma impregnado de polen (1D).	57
Figura 4. Botones florales de <i>D. coccinea</i> cubiertos con bolsas de papel.	58
Figura 5. Fenología de la floración en <i>D. coccinea</i> y <i>D. sherffii</i> . 1) primer día aparición del color, 2) segundo día aparición visible de las flores tubulares, 3) tercer día la inflorescencia completamente abierta mostrando el polen, 4) cuarto día la flor muestra todas las flores tubulares liberando el polen, 5) quinto día la inflorescencia	

terminaba su antesis. 6 y 7) Semillas maduras listas para cosechar después de 30 a 40 días.....	59
4. EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLANTAS PROVENIENTES DE <i>D. coccinea</i> X <i>D. sherffii</i> Y <i>D. sherffii</i> X <i>D. coccinea</i> EN CHAPINGO, MÉXICO	64
Figura 1. Germinación y trasplante de <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i> y <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i>	72
Figura 2. Progenie <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i> (derecha) y <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i> (izquierda).....	75
Figura 4. H1 seleccionado de <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i>	86
Figura 5. H2 de <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i>	87
Figura 6. H3 de <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i>	88
Figura 7. Híbrido de <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i>	89
Figura 8. Híbrido de <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i>	90

Índice de cuadros

2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE DOS ESPECIES DE DALIA (*D. coccinea* Y *D. sherffii*)

ESTABLECIDAS EN EL EJIDO EL LARGO, MADERA, CHIHUAHUA 14

Cuadro 1. Propiedades químicas del suelo en la Cuesta municipio C. Madera, Chihuahua. 24

Cuadro 2. Análisis nutrimental del suelo en la Cuesta, municipio de C. Madera, Chihuahua. 25

Cuadro 3. Peso de raíces tuberosas y número de semillas en *D. sherffii* 31

Cuadro 4. Peso de raíces tuberosas y número de semillas en *D. coccinea* y *D. sherffii* 36

3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN DOS ESPECIES DE DALIA (*D.*

coccinea Y *D. sherffii*) EN CHAPINGO, MÉXICO 40

Cuadro 1. Promedio de las variables cuantitativas registradas al momento de la floración en *D. coccinea* y *D. sherffii* 51

Cuadro 2. Valores promedios de número de entrenudos y de ramas basales registrados al momento de la floración en *D. coccinea* y *D. sherffii* 52

Cuadro 3. Valores promedio en días a floración, capítulos por rama y tallo en *D. coccinea* y *D. sherffii* 54

Cuadro 4. Valores promedio de las variables evaluadas en raíces de *D. coccinea* y *D. sherffii* 56

Cuadro 5. Características promedio de semillas de *D. coccinea* y *D. sherffii* 57

Cuadro 6. Valores promedio de las características morfológicas de la semilla producto de las polinizaciones artificiales de *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea* 61

4. EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLANTAS PROVENIENTES DE *D. coccinea*

X *D. sherffii* Y *D. sherffii* X *D. coccinea* EN CHAPINGO, MÉXICO 64

Cuadro 1. Variables de altura, diámetro y número de entrenudos por planta en el H1 y H2. 77

Cuadro 2. Variables evaluadas en plantas al momento de la floración	78
Cuadro 3. Variables del crecimiento de los híbridos evaluados	80
Cuadro 4. Días a floración, número de lígulas por capitulo y número de capítulos por planta en familias de medios hermanos en <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i> y <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i>	81
Cuadro 5. Variables del crecimiento de los híbridos evaluados	83
Cuadro 6. Número y peso de raíces tuberosas en familias de medios hermanos	84
Cuadro 7. Caracteres morfológicos evaluados en el H1 de <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i> de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV	86
Cuadro 8. Caracteres morfológicos evaluados en el híbrido de <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i> de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV	87
Cuadro 9. Caracteres morfológicos evaluados en el híbrido de <i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i> de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV	88
Cuadro 10. Caracteres morfológicos evaluados en el híbrido de <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i> de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV	89
Cuadro 11. Caracteres morfológicos evaluados en el híbrido de <i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i> de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV	90

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO EN DOS ESPECIES DE DALIA (*D. coccinea* Y *D. sherffii*) BAJO CONDICIONES CULTIVADAS EN CHIHUAHUA Y CHAPINGO, MEXICO.

¹Luis Pineda-Marín y ²María Teresa-Colinas León,

RESUMEN GENERAL

El género *Dahlia* está formado por 41 especies todas nativas de México, de las cuales, solo cuatro especies constituyen la base genética actual de la dalia cultivada. La introducción de adicional especies de dalia es necesario en programas actual para su mejoramiento genético. El cultivo de esta flor se remonta a la época prehispánica y en 1789 fue llevada a Europa lo cual coincide con el inicio de su mejoramiento genético. En la actualidad las variedades de dalia se cultivan en todo el mundo; sin embargo, en México el conocimiento sobre su cultivo y mejoramiento se ha desarrollado muy poco a pesar de que en 1963 se le consideró la "Flor Nacional" por decreto presidencial. El objetivo principal del siguiente trabajo fue la descripción morfológica y mejoramiento genético en dos especies de dalia (*D. coccinea* y *D. sherffii*) bajo condiciones cultivadas en Chihuahua y Chapingo, México, realizándose la etapa I en Chihuahua y las otras dos en Chapingo. En la etapa I las plántulas se trasplantaron a campo abierto y no recibieron ningún manejo agronómico. Los resultados en esta etapa indican que ambas especies cultivadas fuera de su hábitat natural tienen un desarrollo similar tanto en tallos, hojas y flores, a excepción del peso de raíces tuberosas por planta donde *D. coccinea* obtuvo 50 g comparado con los 27 g de *D. sherffii*. Sin embargo es importante mencionar que se trata de dos especies diferentes. En la etapa II *D. coccinea* y *D. sherffii* fueron cultivadas en maceta y suelo bajo invernadero, mostrando que en suelo ambas especies presentan valores muy superiores a los encontrados en la etapa I y en poblaciones silvestres. Dentro de estos resultados resaltan las variables número de botones florales con 200 y 45 para *D. coccinea* y *D. sherffii* respectivamente, así como también el rendimiento en raíces

tuberosas que alcanzó 37 ton ha⁻¹ para *D. coccinea* y de 11.7 ton ha⁻¹ para *D. sherffii*. Esto refleja que las condiciones de manejo permitieron que ambas especies expresaran su mayor potencial genético. Un protocolo para polinización artificial fue también desarrollado durante esta etapa y permitió la sincronización floral encontrándose que para llegar a la floración requieren 107 y 75 días para *D. coccinea* y *D. sherffii*, respectivamente. Además el protocolo permitió definir el tiempo óptimo de polinización, así como la identificación y selección de los materiales a utilizar para lograr éxito en la polinización manual recíproca de dalia. En la etapa III se estudió la progenie de la cruce de *D. coccinea* y *D. sherffii*. Nuevas características ornamentales fueron generadas. Sin embargo, los resultados mostraron que hubo un decremento en cuanto al rendimiento de raíces tuberosas en la progenie comparado con los parentales, siendo así que para *D. coccinea* x *D. sherffii* (H1) se alcanzó un rendimiento de raíces tuberosas de 34 ton ha⁻¹ y 5.9 ton ha⁻¹ para *D. sherffii* x *D. coccinea* (H2). La descendencia del H1 fue estadísticamente superior al H2 en la mayoría de las variables evaluadas, mostrando también diferencias en familias de medios hermanos dentro del mismo híbrido. La selección de plantas fenotípicamente se realizó con un factor de selección del 0.8 % por lo que se seleccionaron 2 plantas del H1 y 3 del H2 las cuales se evaluaron en base a la Guía Técnica de la UPOV las cuales se espera proponer al menos una para su registro como variedad.

Palabras clave: especies, habilidad reproductiva, fenotipo.

MORPHOLOGICAL DESCRIPTION AND BREEDING OF TWO SPECIES OF DALIA (*D. sherffii*. and *D. coccinea*) GROWING IN CULTIVATED CONDITIONS IN CHIHUAHUA AND CHAPINGO, MEXICO.

¹Luis Pineda-Marín y ²María Teresa-Colinas León

GENERAL ABSTRACT

The *Dahlia* genus encompasses 41 species which are all native from Mexico. Unfortunately only four of them constitute the genetic makeup of the existing cultivated dahlias in the whole world; therefore, the use of other dahlia species needs to be included in current breeding programmes. Cultivation of dahlia can be traced back to the Pre-hispanic era and its transport to Europe in 1789 marked the beginning of genetic improvement of the crop. At present, a large number of dahlia varieties are cultivated using advanced systems but the knowledge for their genetic improvement and cultivation is limited in Mexico, even though dahlia was proclaimed constitutionally as the national flower in 1963. The objective of this study was to conduct morphological description and genetic improvement of two dahlia species (*D. coccinea* and *D. sherffii*) growing in cultivated conditions in Chihuahua and Chapingo, Mexico, with a first phase conducted in Chihuahua state and subsequent phases in Chapingo, Mexico State. During phase I, dahlia seedlings were directly transplanted into the field and grew without any agronomic management. Our results in this phase indicated that the growth and development of both species were similar when they were cultivated outside of their natural habitat. Quantitative growth variables such as number of stems, leaves and flowers were similar, although significant differences were observed in weight of tuberous roots per plant, with *D. coccinea* producing 50 g compared to 27 g in *D. sherffii*. In phase II *D. coccinea* and *D. sherffii* plants were cultivated in pots and raised soil beds in the glasshouse. Growth and development of both species were superior in glasshouse conditions over that observed in the field and natural habitat. Major results were higher number of floral buds, with

200 and 45 for *D. coccinea* y *D. sherffii* respectively, as well as increased yields in tuberous roots, producing 37 ton ha⁻¹ *D. coccinea* and 11.7 ton ha⁻¹ for *D. sherffii*. Such results suggest that agronomic management of the crop may assist on the expression of the genetic potential of these two dahlia species. A protocol for artificial pollination was also designed and conducted in this phase. Floral synchronization was carried out as *D. coccinea* and *D. sherffii* required 107 and 75 days to reach the flowering stage, respectively. Furthermore, the protocol defined the optimal time for pollination as well as the identification and selection of best materials to achieve success in reciprocal hand pollination of dahlia. In phase III, the progeny of the genetic cross between *D. coccinea* and *D. sherffii* was studied. New valuable ornamental traits were generated. However, our results showed that there was a decrease on tuberous root yields in the progeny compared to the progenitors. *D. coccinea* x *D. sherffii* (H1) progeny only reached a yield of 34 ton ha⁻¹ whilst 5.9 ton ha⁻¹ were produced by *D. sherffii* x *D. coccinea* (H2). The offspring of H1 was statistically superior to that of H2 in most of the growth variables, existing significant differences between half-sibling families within the same hybrid. The selection of plants was conducted phenotypically using a selection factor of 0.8 % and 2 plants were obtained for H1 and 3 for H2. The selected plants were assessed following the Guide to the UPOV code system from which one plant is expected to produce a new registered variety.

Keywords: species, reproductive ability, phenotype.

1. INTRODUCCION GENERAL

En Mesoamérica prehispánica, las dalias silvestres eran conocidas comúnmente con el nombre de "acocoxóchitl", "acocotli", o "cohuanenepilii" (tallos huecos con agua), entre otros nombres autóctonos otorgados por los indígenas de México, fue una planta muy arraigada a nuestra cultura y tradiciones desde tiempos precolombinos, ya que poseía una gran cantidad de usos: ornamental, alimenticia, medicinal, ceremonial y ahora se sabe que también tiene propiedades forrajeras. Los nativos utilizaban esta planta como un remedio contra la tos crónica, como tónico diurético, diaforético (para sudar las fiebres) y contra los cólicos (Hernández, 1946). En la actualidad los indígenas mixtecos de Oaxaca siguen consumiendo los tubérculos frescos de dalias como fuente de carbohidratos (Reyes *et al.*, 2004).

México es centro de origen y diversificación del género *Dahlia*, posee gran importancia cultural, alimenticia y medicinal, y 32 de las 34 especies descritas son endémicas, por lo que en 1963 fue declarada como la "Flor Nacional" (Treviño *et al.* 2007).

1.1. Taxonomía

El género *Dahlia*, que pertenece a la familia Asteraceae se distingue por ser flores compuestas que pueden presentarse como plantas herbáceas o arbustivas, y en algunas ocasiones se pueden encontrar como epifitas o trepadoras, este género lo describió inicialmente el abad Cavanilles en 1791 y les

dio el nombre de Dahlia en honor al sueco Andreas Dahl, discípulo de Linneo (Mejía *et al.* 2007).

1.1.2. Clasificación taxonómica (Sorensen, 1969)

Reino: Viridiplantae
Subreino: Traqueobionta
Superdivisión: Spermatophyta
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Asteridae
Orden: Asterales
Familia: Asteraceae
Subfamilia: Asteroideae
Tribu: Heliantheae
Subtribu: Coreopsidinae
Género: *Dahlia* Cav.
Sección: Dahlia
Especie: *Dahlia sherffii*
Especie: *Dahlia coccinea*

La diversidad de las dalias se divide en cuatro secciones, de las cuales resalta la sección Epiphytum que se desarrolla sobre los arboles encontrándose solo una especie registrada, en contraste la sección *dahlia* es la que contiene mayor número de especies, perteneciendo a esta sección las especies estudiadas en este trabajo (*D. coccinea* y *D. sherffii*). Las diferentes especies del Genero *Dahlia* Cav. se distribuyen prácticamente en todo el territorio nacional creciendo en una gran variedad de ambientes y alturas que van desde los 150 hasta los 3300 msnm, y para el caso de las especies estudias se encuentran entre los 1800-2550 y 450-3300 para *D. sherffii* y *D. coccnea* respectivamente.

Cuadro 1. Nombre científico de especies del género *Dahlia* en México.

Especie	Año de publicación	Altitud	Observaciones
Sección Pseudodendron			
<i>Dahlia excelsa</i> Benth.	1838	150 - 2600	Cultivada
<i>D. imperialis</i> Roezl ex Ortgies	1863	750 - 2700	Bosque de pino-encino (crece en lo que se conoce como bosque mesófilo de montaña, siempre hay neblinas)
<i>D. tenuicaulis</i> Sorensen	1969	2500-2700	Bosque pino encino (la mayoría crece en bosque de <i>Quercus</i> o encino)
<i>D. campanulata</i> Saar, P.D. Sorensen & Hjert.	2003	1950-2139	Bosque de acacias y arbustos deciduos de zonas semiáridas (la localidad tipo es una cañada con encinos y cerros con matorrales espinosos, crece también en cañadas protegidas de matorrales xerófilos)
Sección Epiphytum			
<i>D. macdougallii</i> Sherff	1950	1800-2250	Bosque lluvioso de encinos y pinos (bosque mesófilo de montaña)
Sección Entemophyllon			
<i>D. scapigeroides</i> Sherff	1947	1100-2074	Matorral espinoso
<i>D. foeniculifolia</i> Sherff	1951	1475-2000	Matorral espinoso y bosque de <i>Pinus-Quercus</i> .
<i>D. linearis</i> Sherff	1930	1650-2020	Matorral espinoso
<i>D. rupícola</i> P.D. Sorensen	1969	1700-1800	
<i>D. dissecta</i> S. Watson	1891	1950-2400	Enclaves xerofíticos en bosque de pino-encino.
<i>D. congestifolia</i> P.D. Sorensen	1987	2500-2900	Bosque de <i>encino</i> y Matorral de <i>Yucca-Agave</i> .
<i>D. sublignosa</i> (P.D. Sorensen) Saar & P.D. Sorensen	2005	2100-2500	Enclaves xerofíticos en bosque de pino-encino y matorrales espinosos y sobre piedras calizas
Sección <i>Dahlia</i>			
<i>D. merckii</i> Lehm.	1839	1800-3150	Pendientes rocosas y suelos volcánicos (bosque de pino-encino y bosques de Oyamel)

<i>D. apiculata</i> (Sherff) P.D. Sorensen	1969	1500- 2400	Pendientes rocosas (matorrales espinosos y bosque de encino)
<i>D. cordifolia</i> (Sessé&Moc.) McVaugh	2000	1400- 1800	Pendientes rocosas (matorrales espinosos y bosque de encino)
<i>D. purpusii</i> Brandege	1914	Se ignora	Aún no se sabe nada.
<i>D. pinnata</i> Cav.	1791	2100- 3000	Montañas volcánicas, pendientes rocosas. (bosque de encino, bosque de pino-encino)
<i>D. pteropoda</i> Sherff	1947	2100- 2700	Matorral espinoso y bosque de encino
<i>D. brevis</i> P.D. Sorensen	1969	2700- 3100	Bosque de encino
<i>D. rudis</i> P.D. Sorensen	1969	2550- 3000	Bosque de pino-encino, en cañadas
<i>D. moorei</i> Sherff	1951	1800- 2315	Bosque de pino-encino, en cañadas y bosque mesófilo de montaña
<i>D. mollis</i> Sor. *	1959	1570- 2500	Bosque de pino-encino y bosque de encino
<i>D. hintonii</i> Sherff *	1947	1985- 2150	Bosque mesófilo de montaña y bosque de abies.
<i>D. atropurpurea</i> Sor.	1969	2140- 2500	Bosque de pino-encino
<i>D. australis</i> Sherff, Sor.	1897	2100- 3300	Bosque de pino-encino
<i>D. sherffii</i> Sor.	1969	1800- 2550	Bosque de pino-encino
<i>D. scapigera</i> Dietr.	1839	2580- 3750	Suelos volcánicos y en suelos arcillosos profundos (bosque de pino-encino y bosque de abies)
<i>D. barkerae</i> Knowles & Westc.	1938	2100- 2550	Bosque mesófilo de montaña en cañadas
<i>D. tenuis</i> Robins & Greenm	1896	2000- 2889	Bosque pino-encino
<i>D. coccinea</i> Cav.	1796	450- 3300	Ampliamente distribuida
<i>D. tubulata</i> Sor.	1980	2200- 3125	Bosque de pino-encino

<i>D. parvibracteata</i> Saar & Sor.	2000	1820	Entre rocas volcánicas (bosque de encino)
<i>D. hjertingii</i> Hansen & Sor,	2003	1900	Bosque de encino en cañada seca
<i>D. spectabilis</i> Saar, Sor. &Hjerting	2002	2120- 2340	Zona de opuntias y agaves, en la zona árida de San Luis Potosí. (vegetación secundaria con matorral espinoso, rodeado de bosque de encino)
<i>D. cuspidata</i> Saar, Sor. &Hjerting	2003	2500- 2600	Bosque de pino encino.
<i>D. neglecta</i> Saar	2002	2300- 2800	Bosque de enebro y bosque de pino, encino y oyamel

Fuente: Mejía *et al.*, 2011; De Hertog *et al.*, 1994; Saar *et al.*, 2003; Hansen 2004. Castro-Castro *et al.*, 2012

1.2. Características generales de la planta en estudio

1.2.1. Morfología

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

1.2.2. Inflorescencia

Las flores están formadas de varias estructuras (compuestas) que en conjunto se denominan cabezuelas: flores liguladas (en forma de lengua) ubicadas al exterior, cuya apariencia es similar a la de un pétalo (blancas, moradas, amarillas o rojas); y las tubulares o flores del disco (amarillas o moradas), que semejan un plato, ambas están dispuestas sobre una base común llamada receptáculo (Calderón y Rzedowski, 2001 citado por Mera y Bye, 2006). En conjunto forman la cabezuela o capítulo. Los frutos son secos de una sola semilla e indehiscentes “aquenios” de forma oblanceolada. Las hojas parecen ser más diversas entre las especies, que las mismas flores.

1.2.3. Fruto

Los frutos son secos de una sola semilla e indehiscentes denominados “aquenios aplandados” de forma oblanceolada y de color oscuro (Mejía *et al.* 2007).

1.2.4. Hojas

Las hojas parecen ser más diversas entre las especies, que las mismas flores, aunque se conocen generalmente compuestas: bipinnadas o tripinnadas (Mejía *et al.* 2007).

1.2.5. Tallo

Los tallos son generalmente huecos (Mejía *et al.* 2007), y en algunas especies se puede encontrar agua dentro de ellos.

1.2.6. Raíces

Raíces tuberosas, gruesas y carnosas (Mejía *et al.* 2007).

1.3. Antecedentes generales del cultivo

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

A pesar de su importancia en el extranjero, es muy limitado el conocimiento que de este género se tiene en nuestro país, pues apenas en 1963 se le reconoció con el título de Flor Nacional, en representación de la floricultura de México (Mera, 2006).

En México destacan el Distrito Federal, Morelos, Puebla, Michoacán y Estado de México como los principales productores de dalia cultivada en el cual se producen tres tipos:

Primer grupo: dalias miniatura de maceta, cuya altura no rebasa los 40 cm, son de capítulos generalmente sencillos a semidobles, su propagación es principalmente de semillas mejoradas las cuales provienen de Japón y Estados Unidos (Mejía *et al.* 2007).

Segundo grupo: dalias de jardín las cuales se producen en bolsas negras de polietileno de 1 litro que alcanzan alturas de 40 a 60 cm con capítulos semidobles a dobles, este tipo de plantas provienen de semillas que el mismo productor obtiene de plantas seleccionadas. (Mejía *et al.* 2007).

Y finalmente está el tercer grupo: plantas de exposición, su presentación es en bolsas polietileno de 4 litros o más en donde las plantas alcanzan alturas arriba de los 60 cm con capítulos dobles de más de 15 cm de diámetro, incluso pueden alcanzar hasta 25 cm, este tipo de plantas para su producción es mediante raíces tuberosas que generalmente se importan de Holanda y Estados Unidos (Mejía *et al.* 2007).

1.4. Antecedentes del mejoramiento genético de dalia

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

En contraste, la edición de materiales bibliográficos provenientes de España se realizó hasta 1890. En esa época también se divulgaron catálogos europeos y estadounidenses. Desde entonces cuatro especies han dominado la horticultura floral: ***D. coccinea*, *D. pinnata*, *D. merckii* y *D. imperialis***. La dalia más conocida

es *D. pinnata* que se deriva de un híbrido fértil entre *D. coccinea* y *D. sorensenii* que probablemente se obtuvo en México hace más de 500 años.

En México, se han encontrado plantas silvestres, con alta variabilidad genética, lo que puede permitir dar origen a plantas con características nuevas a las que actualmente existen en el mundo (Mejía *et al.* 1992). Tales características encontradas en especies silvestres son: floración abundante en la época más crítica de la dalia cultivada, por lo que son resistentes al frío, variación en el número, forma y peso de las raíces tuberosas a pesar de la influencia del ambiente; permitiendo con esta variación seleccionar individuos con alto número de raíces tuberosas e integrarlas a las variedades comerciales que permitan una mayor propagación.

Al realizarse mejoramiento genético es posible obtener como resultado variaciones en el tamaño de la flor, color, incremento en el número de flores con lígulas anchas a las cuales también se les conoce como pétalos, además de la disminución de las flores del disco y curvatura de las lígulas Mera y Bye (2006).

Laguna (1998), señala las características que justifican generar programas de investigación y fomento a la producción de dalia en México:

- 1) Es una especie originaria de México que presenta una gran diversidad genética tanto en especies silvestres como en cultivadas.

- 2) Es una planta muy relacionada con la cultura y tradiciones de México desde tiempos precolombinos, conocida entre otros nombres autóctonos como acocotlixochitl (flor de tallo hueco) a la cual se le atribuían diferentes formas de aprovechamiento (ornamental, alimenticia, medicinal, ceremonial, etc.).
- 3) Su origen, evolución y domesticación son inciertos y al igual que otras especies, existe poca información que permita una comprensión integral de su variabilidad y su posible utilización en nuestro país.
- 4) Fue nombrada como símbolo de la floricultura mexicana. por decreto presidencial en 1963; es una de la especies con atención limitada en la floricultura, como alternativa comercial, pues sólo unos cuantos productores continúan cultivándola a pequeña escala.
- 5) Es fácilmente manejable por reproducción sexual (aquenios) y asexual (tubérculos y esquejes).
- 6) Es factible su producción forzada e intensiva bajo condiciones de invernadero, en más de un ciclo por año.
- 7) Dada su gran variabilidad (conocida como el camaleón de las ornamentales), ha interesado a propios y extraños, y sigue teniendo un gran potencial en la floricultura mexicana por su diversidad de formas y usos (planta de jardín, flor de corte y planta de maceta), que puede aprovecharse.

El estudio y mejoramiento genético de especies silvestres de dalia en México bajo condiciones cultivadas, para obtener nuevos cultivares con características

ornamentales sobresaleintes o el aprovechamiento de sus raíces tuberosas o inflorescencias con fines alimenticios y medicinales es muy escaso así los demuestran los antecedentes, por lo que el siguiente trabajo tiene como:

1.5. OBJETIVO GENERAL

Evaluar y caracterizar morfológicamente al momento de la floración a *D. coccinea* y *D. sherffii* en condiciones cultivadas en las localidades de El Ejido El Largo, C. Madera, Chihuahua y Chapingo.

Realizar polinizaciones artificiales en *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*.

1.5.1. Objetivos particulares

Evaluar y caracterizar a *D. coccinea* y *D. sherffii* al momento de la floración en el Ejido el Largo, Madera, Chihuahua bajo mínimas condiciones de manejo agronómico.

Evaluar y caracterizar morfológicamente a *D. sherffii* y *D. coccinea* al momento de la floración bajo malla antiafidos y fertirriego.

Seleccionar plantas con mayores rendimientos de raíces tuberosas.

Evaluar y caracterizar morfológicamente la progenie producto de las polinizaciones artificiales bajo condiciones cultivadas.

1.6. LITERATURA CITADA

- Castro-Castro A., A., Rodríguez G., Vargas-Amado y M. Harker 2012.** Diversidad del género *Dahlia* (Asteraceae: Coriopsidae) en Jalisco, México y descripción de una nueva especie. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 347-356.
- De Hertog A, and M. Le Nard 1994.** *The Physiology of Flower Bulbs.* A comprehensive treatise on the physiology and utilization of ornamental flowering bulbous and tuberous plants. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam, 320 pp.
- Hansen H., V. 2004.** Simplified keys to four sections with 34 species in the genus *Dahlia* (Asteraceae - Coreopsidae). *Nordic Journal of Botany* 24:549 -553
- Hernández F. 1946.** *Historia de las plantas de la Nueva España.* 3 Vols. México.
- Mejía Muñoz J., M., Reyes Santiago Jerónimo., Treviño de Castro., G. Espinosa Flores., A. Sosa., Montes E. y Tress Villaraus L., 2011.** El conocimiento actual de la dalia nuestra flor nacional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México. 96pp.
- Mejía Muñoz, José; Espinoza Flores, Amando; Colinas león, Ma. Teresa. 2007.** Importancia de la Dalia en México. *Extensión al campo*, 5, 9-12.
- Mera O. L. y Bye 2006.** La *Dahlia* una belleza originaria de México. *Revista Digital Universitaria, DGSCA-UNAM, México.* 5: 1-11.
- REYES, J.; C. Brachet; J. Pérez; y A. Gutiérrez. 2004.** *Cactáceas y otras plantas nativas de la Cañada de Cuicatlán, Oaxaca.* CFE., SMC., IBUNAM., CNANP., CUICATLAN A. C. 47p.

- Saar, D. E., N. O. Polans y P. D. Sorensen. 2003a.** A phylogenetic analysis of the genus *Dahlia* (Asteraceae) based on internal and external transcribed spacer regions of nuclear ribosomal DNA. *Systematic Botany* 28:627-639
- Sorensen, P. D. 1969.** Revision of the genus *Dahlia* (compositae-Helianthae, Coriopsidinae). *Rhodora* 71: 309-416.
- Treviño C.M.G., Mera O.L.M., Bye B.R., Mejía M.J.M. y Laguna C.A. 2007.** Historia de la dalia o Acocoxóchitl, "La flor nacional de México". Publicación de difusión #.1. SINAREFI. 27pp.
- UPOV. 2006.** Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Guía Técnica para la Descripción de la Variedades de Dalia. TG 226. Génova, Suiza. Consultada en: 2013-08-10. Disponible en: <http://www.upov.int/edocs/tgdocs/es/tg226.pdf>

2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE DOS ESPECIES DE DALIA (*D. coccinea* Y *D. sherffii*) ESTABLECIDAS EN EL EJIDO EL LARGO, MADERA, CHIHUAHUA

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE DOS ESPECIES DE DALIA (*D. coccinea* Y *D. sherffii*) ESTABLECIDAS EN EL EJIDO EL LARGO, MADERA, CHIHUAHUA

¹Luis Pineda Marin ²Ma. Teresa B. Colinas Y León

2.1. RESUMEN

El siguiente trabajo tuvo como objetivo principal la caracterización morfológica de dos poblaciones de *D. coccinea* y *D. sherffii* para su conservación. El experimento se llevó a cabo de septiembre a noviembre de 2012 en el Rancho el Toro, Ejido el Largo, Madera Chihuahua, México. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP), diámetro del tallo basal (DTB), dimensiones de la hoja intermedia (DHI), número de entrenudos por planta (NExP), número de hojas compuestas (NHC), largo y ancho de hojas compuestas (LyAHC), diámetro de capitulo (DC), número de capítulos por planta (NCxP), peso de raíces tuberosas por planta (PRTxP) y largo y ancho de los achenios (LyAA). Los resultados mostraron que *D. sherffii* presentó 26.5 cm de AP, 1.3 cm de

DTB, 8 NExP, de 3 a 9 NHC imparipinnadas y de 4 a 6 cm de LyAC, 12 cm de DC, en promedio presentó 1 NCxP, 27 g de PRTxP, 1.1 y 0.3 cm de LyAC respectivamente. *D. coccinea* presentó 30.7 cm de AP, 1.3 cm de DTB, 7 NExP, 11 HC opuestas e imparipinadas de 4-10 cm de LyAC, en el NCxP presentó 2, PRTxP de 50 g, achenios linear oblanceolados de 1 y 0.3 cm de LyAA respectivamente. Ambas especies cultivadas fuera de su hábitat mostraron un desarrollo similar tanto en tallos, hojas y flores, a excepción del peso de raíces tuberosas, sin embargo es importante aclarar que se trata de dos especies diferentes.

Palabras clave: especies silvestres, crecimiento, desarrollo, floración

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF TWO DAHLIA SPECIES (*D. coccinea* Y *D. sherffii*) GROWTH IN EL EJIDO EL LARGO, MADERA, CHIHUAHUA

¹Luis Pineda Marin ²Ma. Teresa B. Colinas Y León

2.2. ABSTRACT

The present study is aimed to characterize the two populations of dahlia species (*D. coccinea* Y *D. sherffii*) morphologically with purpose of preservation. The experiment was conducted from September to November 2012 in Rancho el Toro, Ejido el Largo, Madera Chihuahua, México. The recorded variables were plant height (PH), diameter of basal stem (DBS), dimensions of middle leaf (DML), number of internodes per plant (NlxP), number of compound leaves (NCL), width and length of compound leaves (WxLCL), diameter of composite inflorescences (DCI), number of composite inflorescences per plant (NCIxP), weight of tuberous roots per plant (WTRxP) and width and length of achenes (WandLA). Our results

showed that *D. sherffii* has 26.5 cm PH, 1.3 cm DBS, 8 NlxP, 3 to 9 NCL imparipinnates and 4-8 cm WandLCL, 12 cm DBS, in average the plant showed 1 NCLxP, 27 g de PRTxP, 1.1 and 0.3 cm de LyAC respectively. *D. coccinea* had 30.7 cm AP, 1.3 cm DTB, 7 NExP, 11 HC opposite and imparipinnates of 4-10 LyAC, in NCxP had 2, PRTxP 50 g, achenes linear oblanceolate of 1 and 0.3 cm LyAA, respectively. Both species cultivated outside of their natural habitat had similar growth and development, regarding leaves, stems and flowers, with exception of tuberous roots, despite of being two distinct species.

Key words: wild plant species, growth, development, flowering.

2.3. INTRODUCCION

En México son escasos los trabajos sobre caracterización y aprovechamiento de especies silvestres que crecen en diferentes lugares en México con el fin de encontrar características deseables desde el punto de vista ornamental, alimenticio y medicinal lo cual sería el camino para obtener plantas mejoradas genéticamente mediante la hibridación interespecífica.

D. coccinea y *D. sherffii* son dos especies que pertenecen a la sección Dahlia las cuales crecen en alturas que van desde los 1800-2550 y de 450-3300 respectivamente, la primera se encuentra ampliamente distribuida en el territorio mexicano y la segunda se localiza en los estados de Tamaulipas, Durango, Chihuahua y norte de Jalisco, las cuales se describen a continuación.

2.3.1. Descripción taxonómica de *D. coccinea* en condiciones silvestres

Planta herbácea perenne, (1-3) m de altura; raíces tuberosas; tallos fistulosos, de 2.5 cm de diámetro, glabros opubescentes; hojas opuestas o verticiladas; pecíolos de 4-10 (15) cm de largo, angostamente alados; láminas foliares de formas muy variadas, enteras, pinnadas o bipinnadas, 15-25 (35) cm de largo y 10-20 cm de ancho, estípelas a veces presentes; folíolos ovados, romboides o lanceolados, sésiles o con peciólulos cortos, 1-16 cm de largo y 0.5-13 cm de ancho, agudos o acuminados en el ápice, cuneados, decurrentes o truncados en la base, margen aserrado, lobado, textura membranácea, de color verde oscuro

y glabros, pubescentes o escábridos en el haz, pálidos, glabros a pubescentes a lo largo de las nervaduras en el envés; cabezuelas en grupos de 2-5, 8-12 cm de diámetro, varias sincrónicas; pedúnculos de 20-30 cm de largo, glabros; involucreo campanulado; filarias externas 5, ovadas a oblongas o espatuladas, 5-15 mm de largo, verdes, en ocasiones pubescentes en su cara interna, extendidas o reflejas en anthesis; filarias internas 8, elípticas a ovadas u oblongas, 10-22 mm de largo, de color amarillo pardo, glabras; páleas similares a las filarias internas; flores liguladas 8, estériles, tubos pilosos o glandulares, lígulas elípticas a ovadas u obovadas, 1.5-4.5 cm de largo, amarillas, anaranjadas, rojas o purpúreas, pubescentes sobre las nervaduras de su cara externa; flores del disco 25-100, tubulares, de 7-10 mm de largo, amarillas; anteras de 3-4 mm de largo, de color de café; ramas del estilo oblanceoladas y pubérulas por fuera en la parte distal, agudas; aquenios linear oblanceolados, de 8-13 mm de largo, grises a negruzcos, finamente pubérulos; vilano ausente; receptáculo plano, 10-15 mm de diámetro.

2.3.2. Distribución de *D. coccinea* en el territorio mexicano

Se reporta en Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua, San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Sinaloa, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Jalisco, Aguascalientes, Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Distrito Federal, Michoacán, Morelos, Chiapas, Oaxaca y Guerrero (Sorensen, 1969).

2.3.3. Descripción morfológica de *D. sherffii* en condiciones silvestres

Planta herbácea perenne, 0.6-1.3 m de altura; raíces tuberosas; tallos fistulosos, de 2 cm de diámetro, glabros o con pubescencia concentrada hacia los nudos; hojas opuestas; pecíolos de 8-10 cm de largo, angostamente alados; láminas foliares pinnadas o bipinnadas, 11-30 cm de largo y 10-15 cm de ancho, estípelas a veces presentes; 3-7 folíolos ovado lanceolados, sésiles o con peciólulos cortos, de 6-13 cm de largo y 0.5-7 cm de ancho, agudos en el ápice, atenuados en la base, margen muy aserrado con 2-8 dientes por lado, de textura membranácea, de color verde pardo y pubescentes en el haz, verde pálido y pubescentes a lo largo de las nervaduras en el envés; cabezuelas en grupos de 2-4, de 8-12 cm de diámetro; pedúnculos de 5-22 cm de largo; involucreo campanulado; filarias externas 5, ovadas a oblongas o espatuladas, 9-12 mm de largo y 3-4.5 mm de ancho, verdes, el margen púrpura, reflejas en anthesis; filarias internas 8, elípticas a ovadas u oblongas, 1.5-2 cm de largo, verdes amarillentas, glabras y con 5-12 nervaduras; páleas similares a las filarias internas; flores liguladas 8, estériles, tubos pilosos, lígulas elípticas a ovadas, 2.5-4.5 cm de largo y 1.8-2.2 cm de ancho, violadas; flores del disco 56-68, tubulares, 7-12 mm de largo y 2-3 mm de ancho, amarillas, lóbulos extendidos o reflejos; anteras de 3-4 mm de largo, de color de café; ramas del estilo oblanceoladas, agudas y pubérulas en su parte abaxial y distal; aquenios linear oblanceolados, 7-15 mm de largo y 2-3 mm de ancho, grises; vilano ausente; receptáculo plano, 6.5-7 mm de diámetro.

2.3.4. Distribución de *D. sherffii* en el territorio Mexicano

D. sherffii no se encuentra en toda la república como es el caso de *D. coccinea* la cual se encuentra localizada en todo el territorio nacional, *D. sherffii* se localiza en dos estados principalmente que son Chihuahua y Durango (Mera *et al.* 2008). Sin embargo estudios recientes la ubican además de Chihuahua en Tamaulipas y el norte de Jalisco (Castro *et al.* 2012).

2.4. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar morfológicamente a dos poblaciones de *D. coccinea* y *D. sherffii* para su conservación.

2.4.1. Objetivos específicos

Seleccionar plantas de *D. coccinea* y *D. sherffii* con mayor peso de raíz tuberosa para su conservación.

2.5. MATERIALES Y MÉTODOS

2.5.1. Sitio experimental

El siguiente trabajo se realizó de junio de 2012 a noviembre de 2012, en el Rancho el Toro, Ejido el Largo, Municipio de Madera, Chihuahua. El cual se encuentra ubicado a una Latitud Norte de 29° 48´ y Longitud oeste de 108°23´ y a una altura de 2154 msnm. En el cual se instalaron dos parcelas por separado de *D. coccinea* y *D. sherffii*. Las parcelas estuvieron conformadas de una superficie de 15 m².

2.5.2. Materiales

Para la realización del siguiente proyecto se utilizaron los siguientes materiales

Charolas de unicel de 200 cavidades

Sustrato a base de peat moss + perlita

Plántulas de la especie *D. sherffii*

Plántulas de la especie *D. coccinea*

Metro

Vernier

Hojas de papel estroza

2.5.3. Sitio de colecta

La colecta de *D. sherffii* fue de una población que crece de manera silvestre la cual se ubicó a orillas de la carretera en el sitio denominado “Cuesta La Concha” (Figura 1), la cual conecta al poblado de Nicolás Bravo con el municipio de Madera y se encuentra en el municipio de Guerrero, de esta población se recolecto semilla que posteriormente fue germinada en Chapingo.



Figura 1. Localización y colecta de *D. sherffii* en la Cuesta, Chihuahua.

Para el caso de *D. coccinea*, se llevó a cabo en el estado de México donde crece de manera silvestre, para lo cual se realizó de la misma forma que la anterior.



Figura 2. Capítulos florales de *D. coccínea*.

2.5.4. Establecimiento de las parcelas

Se establecieron dos parcelas una de *D. sherffii* y otra de *D. coccinea*, la superficie fue de 15 m² cada una en la cual se distribuyeron 2.3 plantas m⁻²



Figura 3. Establecimiento y trasplante de *D. sherffii* y *D. coccinea* en el Rancho el Toro, ejido el Largo, Madera, Chihuahua.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la colecta de la semilla se realizó la visita a la Cuesta, municipio de Ciudad Madera, Chihuahua. La *D. sherffii* se localiza en algunos Municipios de Chihuahua tales como: Balleza, Cuauhtémoc, Chínipas, Guachochi, Guadalupe y Calvo, Hidalgo del Parral, Temósachi y Madera, en este último municipio la *D. sherffii* crece de manera silvestre en la localidad de la Cuesta ubicada a una altura de 2341 msnm, latitud 29°10.657' y longitud 107°54.139'. Con una temperatura mínima que llega a - 6°C y una máxima de 28.1°C (Figura 4), así como una precipitación de 650.4 mm.

Una vez recolectada la semilla se trajo a la universidad Autónoma Chapingo, Texcoco Edo. de México en el cual se germino en charolas de unicel de 200 cavidades puesta en un sustrato a base peat moss + perlita (3:1 v/v).

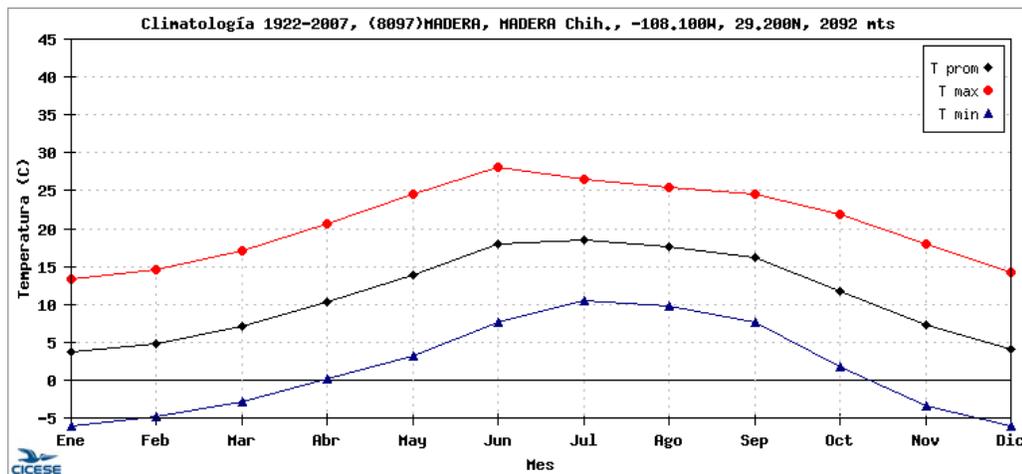


Figura 4. Temperatura promedio del municipio de Ciudad Madera, Chih. (CICESE, 2008)

La Figura 4 muestra las temperaturas promedio registradas en la localidad donde crece de manera silvestre la *D. sherffii* por lo que se puede observar que esta especie se desarrolla en los meses de junio a octubre que coincide con la temporada de lluvias, llegando al final de su ciclo a finales de octubre que es cuando comienza la época de frío y por ende la llegada de heladas que no permiten el desarrollo de esta especie.

2.6.1. Análisis físico-químico Cuesta Municipio de C. Madera, Chihuahua.

Cuadro 1. Propiedades químicas del suelo en la Cuesta municipio C. Madera, Chihuahua.

Suelo	pH	CE	Densidad Aparente g cm ⁻³	Textura
La Cuesta	7.30	0.58	0.76	Migajón Arcilloso

El análisis físico-químico realizado al suelo del sitio donde crece de manera silvestre la *D. sherffii* (Cuadro 1) muestra muy buenas condiciones para su crecimiento y desarrollo, así por ejemplo el pH se muestra en un rango cercano al neutro lo que favorece una buena asimilación tanto de macronutrientes como de micronutrientes, la conductividad eléctrica es bastante aceptable ya que se observa poca presencia de sales que pudieran dificultar el crecimiento radicular. La densidad aparente que se muestra en el Cuadro 3 indica que es un suelo

migajón arcilloso con buena aireación que no ofrece resistencia para el buen crecimiento de raíces tuberosas de la dalia.

Cuadro 2. Análisis nutrimental del suelo en la Cuesta, municipio de C. Madera, Chihuahua.

Localidad	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Na
	ppm									
La Cuesta	0.76%	48	749	1272.5	91.12	205	21	0.56	4	13.8

Las dalias crecen en la mayoría de los suelos, sin embargo algunos pueden tener un contenido nutrimental pobre provocando un escaso desarrollo de las plantas. El Cuadro 2 muestra que el abastecimiento tanto de macronutrientes como micronutrientes se encuentran no solo en cantidades suficientes sino también disponibles ya que el pH es aceptable (Cuadro 1). La cantidad de nutrientes que requieren las dalias es muy importante para su crecimiento y desarrollo así por ejemplo cuando se cultivan dalias a partir de tubérculos los fertilizantes químicos son un buen sustituto e incluirlos en la guía de fertilización dará buenas plantas y flores. Por lo que se sugiere aplicar e incorporar estiércol y fertilizantes químicos aproximadamente dos semanas antes de la plantación de los tubérculos para obtener mejores resultados (Dahlia Society of Australia Inc. 2012).

2.6.2. Parcela I: Descripción morfológica de *D. sherffii*

2.6.3. Altura

D. sherffii es una planta herbácea con crecimiento erecto presentando alturas variables (Figura 5), las cuales pueden oscilar entre los 15 y 60 cm, con una media de 26.5 cm. En un trabajo realizado por Sánchez (2012) encontró alturas de 60 cm en promedio en poblaciones silvestres de *D. sherffii* ubicadas en La Cuestas en Ciudad Madera Chihuahua.

El crecimiento de esta especie fue limitado en comparación con las que crecen de manera silvestre, debido a que fueron afectadas por heladas, sin embargo, a pesar de las condiciones adversas del clima se recuperó del estrés y continuo su crecimiento y desarrollo, lo que indica que esta especie puede adaptarse a condiciones extremas de frío.

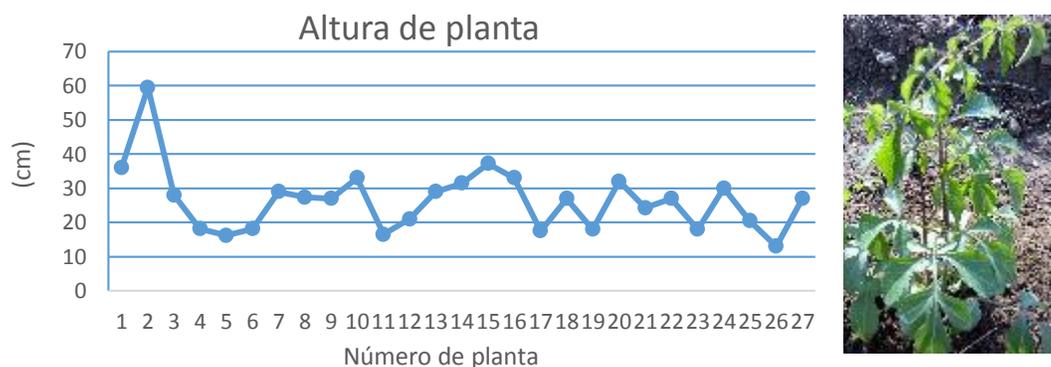


Figura 5. Variación en la altura de planta en *D. sherffii* puestas en el Rancho el Toro.

2.6.4. Diámetro de tallo basal

El diámetro basal del tallo que presentaron las plantas de la parcela I (*D. sherffii*) se ubicaron en el rango de 11 a 15 mm con una media de 13 mm. Los tallos presentaron una coloración café claro con manchas color marrón, hueco y glabro (sin vellosidades). La Figura 6 presenta a un tallo erecto, color purpura con manchas color beige.

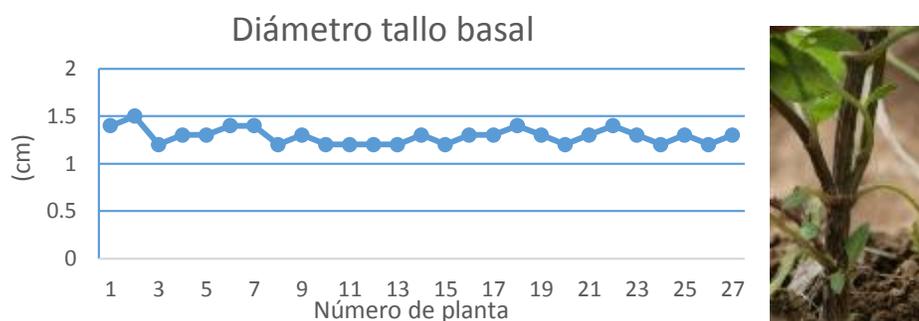


Figura 6. Diámetro del tallo en *D. sherffii*

2.6.5. Número de hojas simples y compuestas

Las plantas descritas en esta parcela, mostraron hojas opuestas de hojas simples y compuestas, mostrando hojas simples solo en la parte basal de la planta (Figura 7), fue característico observar de dos a cuatro hojas simples en los primeros días de su crecimiento y observándose posteriormente hojas compuestas tipo imparipinnadas, los folíolos de las hojas presentaban bordes más aserrados que las hojas simples, pubescentes y con nervaduras de color verde claro. De 3 a 5 folíolos ovado lanceolados de 4 y 6 cm de ancho y largo respectivamente pueden ser sésiles o con peciolulos cortos, margen muy aserrado y de 3 a 8 dientes por lado en promedio, de color verde pardo y pubescente en el haz y verde claro y

pubescente a lo largo de las nervaduras en el en vez, las hojas compuestas pueden albergar estípulas (Figura 7), las cuales generalmente aparecen a partir del tercer o cuarto par de hojas compuestas cercanas a la parte superior.

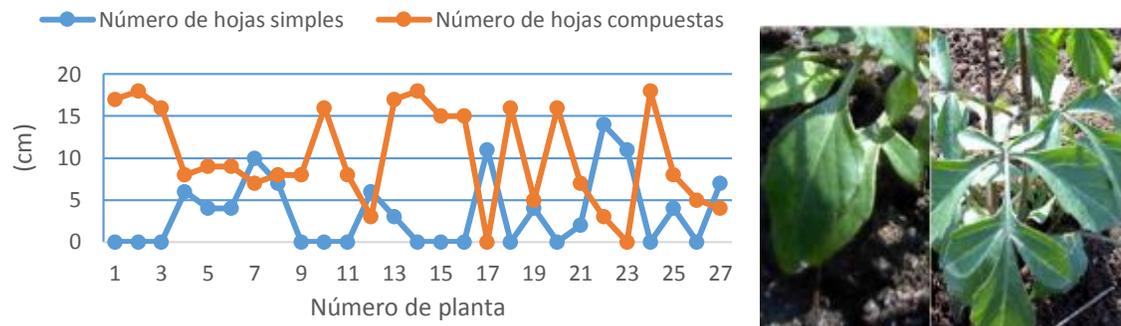


Figura 7. Número de hojas simples y compuestas en *D. sherffii*

2.6.6. Dimensiones de la hoja intermedia

Las dimensiones de la hoja del tercio medio de la planta presentó en promedio 10 y 12 cm de ancho y largo respectivamente, la mayoría de las hojas en *D. sherffii* presentaron estípulas en la parte basal de la hoja como se observa en la Figura 8.

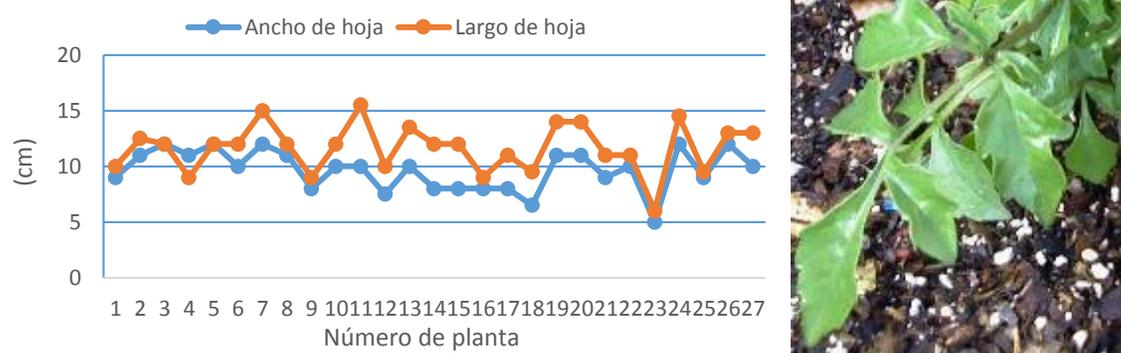


Figura 8. Dimensiones de la hoja del tercio medio de *D. sherffii*

2.6.7. Número de entrenudos por planta

El número de entrenudos fue muy variable dentro de esta primera parcela, ya que como se muestra en la Figura 9 el número oscilo desde 4 hasta 11, con una media de 8 entrenudos aproximadamente.



Figura 9. Número de entrenudos en *D. sherffii*

2.6.8. Número de capítulos por planta

El número de capítulos fue escaso ya que solo algunos ejemplares emitieron botones florales (Figura 10), el capítulo presento 12 cm de diámetro, pedúnculo floral de 18 cm en promedio.

El color del pedúnculo floral es rojo amarronado teñido con verde y la superficie es lisa, presento brácteas externas 5, ovadas a oblongas o espatuladas, 9-12 mm de largo y 3-4.5 mm de ancho, verdes, reflejas en antesis, filarias internas 8, ovadas de 1.5-2 cm de largo, glabras y con 5-12 nervaduras; flores liguladas 8, lígulas elípticas de 2.5-4.5 cm de largo y 1.8-2.2 cm de ancho, violadas; flores del disco 56-68, tubulares, 7-12 mm de largo y 2-3 mm de ancho, amarillas, lóbulos extendidos o reflejos.

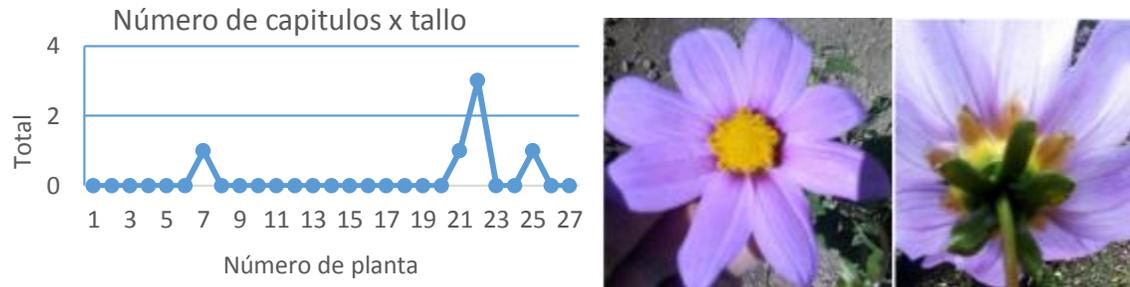


Figura 10. Número de capítulos en *D. sherffii*

2.6.9. Peso de raíces por planta y número de semillas por aquenio

Las raíces fueron fasciculadas, presentado pesos que iban desde 5.1g hasta 58 g con una media de 27.4 g (Cuadro 3). Sin embargo es importante mencionar que las plantas sufrieron una helada muy fuerte a mediados de octubre lo que repercutió en su crecimiento y diferenciación de cada uno de sus órganos entre estos las raíces tuberosas.

La colecta de aquenios fue escasa, sin embargo la planta 24 produjo 3 semillas (Cuadro 3) dando un total 101 aquenios presentando las siguientes dimensiones: 1.1 cm de largo y 0.3 cm de grosor. (Figura 12).

Cuadro 3. Peso de raíces tuberosas y número de semillas en *D. sherffii*

Número de planta	Peso de raíces tuberosas (g)	Número de semillas
1	38.1	0
2	58.7	0
3	25.4	0
4	21.8	0
5	26.1	0
6	26.4	0
7	25	0
8	36.5	0
9	28.1	0
10	10.9	0
11	14.7	0
12	8.7	0
13	38	0
14	38.8	0
15	29.5	0
16	34.6	0
17	5.1	0
18	31.6	0
19	9.7	0
20	30.9	0
21	31.2	0
22	13	101
23	18.6	0
24	52.3	0
25	24.8	0
26	16.5	0
27	40.4	0



Figura 11. Raíces tuberosas y achenios de *D. sherffii*



Figura 12. Largo y ancho de las semillas de *D. sherffii*

2.7. Parcela II: Descripción morfológica de *D. coccinea*

2.7.1. Altura de planta

La *D. coccinea* tiene un hábito de crecimiento herbáceo erecto, por lo que puede alcanzar alturas que van de los 0.4 m a 3 m. La altura oscilo entre los 40 y 100 cm (Figura 13) aunque la media anduvo alrededor de los 71.48 cm.

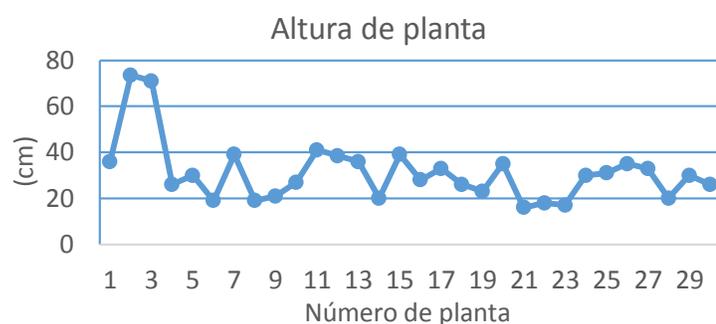


Figura 13. Altura de planta en *D. coccinea*.

2.7.2. Diámetro del tallo basal

La *D. coccinea* presento tallos fistulosos erectos, ramificados en la porción floral, glabros o pubescente de diámetro basal de 1.3 cm en promedio (Figura 14).

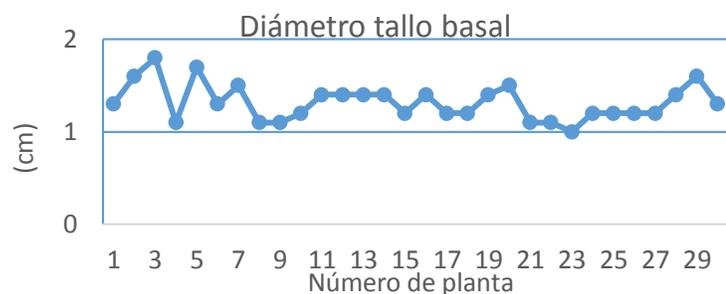


Figura 14. Diámetro de los tallos basales en *D. coccinea*.

2.7.3. Número de hojas simples y compuestas

Presentó en promedio de 1 a 11 hojas simples y compuestas respectivamente. Frecuentemente las hojas compuestas son opuestas o verticiladas imparipinadas a su vez formada por tres segmentos; el peciolo de 4-10 cm alado y acanalado; los segmentos con los márgenes dentados. Las hojas compuestas presentan estipelas a veces; folíolos ovados, romboides o lanceolados, sésiles, 6.5 cm de largo y 4 cm de ancho, agudos o acuminados en el ápice, cuneados, decurrentes o truncados en la base, margen aserrado, lobado o subentero, textura membranácea, de color verde oscuro y glabros, pubescentes o escábridos en el haz, pálidos, glabros a pubescentes a lo largo de las nervaduras en el envés.

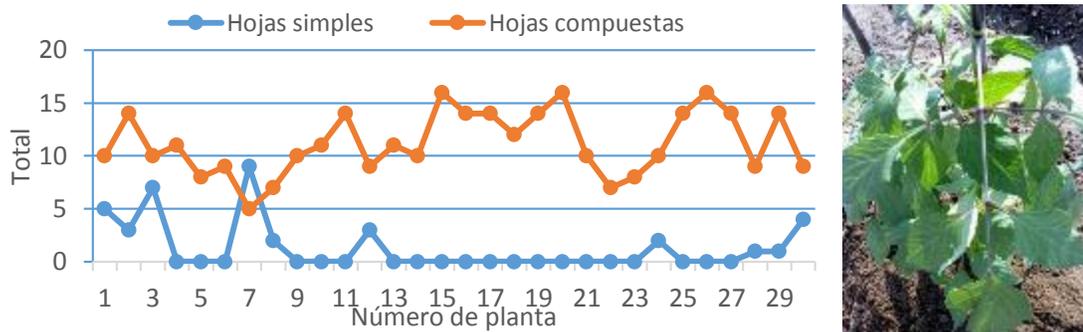


Figura 15. Hojas simples y compuestas en la parcela II (*D. coccinea*)

2.7.4. Dimensiones de la hoja intermedia de la planta

La hoja del tercio medio de las plantas fueron muy variables (Figura 16). Las dimensiones de las hojas fueron en promedio de 18 y 22 cm de ancho y largo respectivamente. En la mayoría de las plantas de esta especie presentaron estipulas.

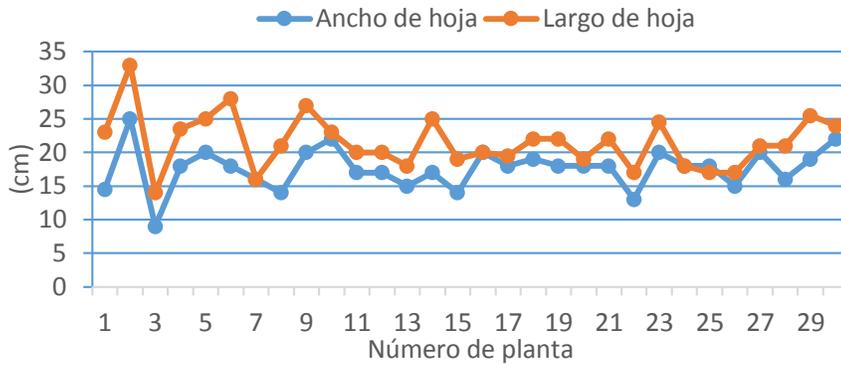


Figura 16. Dimensiones de las hojas en la parcela II (*D. coccinea*)

2.7.5. Número de entrenudos por planta

A excepción de algunos casos donde algunas plantas tuvieron hasta 11 entrenudos como máximo y cuatro como mínimo (Figura 17) la media anduvo alrededor de 8 entrenudos por planta del tallo principal (Figura 17), los entrenudos son huecos a veces con pocos pelos.



Figura 17. Numero de entrenudos en la parcela II (*D. coccínea*)

2.7.6. Número de capítulos por planta

Se obtuvieron 2 inflorescencias en promedio por planta, las cuales son grandes, erectas, solitarias sobre pedúnculos de hasta 23 cm de largo; glabros; involucro campanulado; filarias externas 5, ovadas a oblongas o espatuladas, 5-15 mm de largo, verdes, extendidas o reflejas en antesis; filarias internas 8, elípticas a ovadas u oblongas, 10-22 mm de largo, de color amarillo, las flores liguladas 8, corola ovado-elíptica, de color rojo; flores del disco de 25 a 100, hermafroditas (con ambos sexos), tubulares, de 7-10 mm de largo, amarillas (Figura 18).

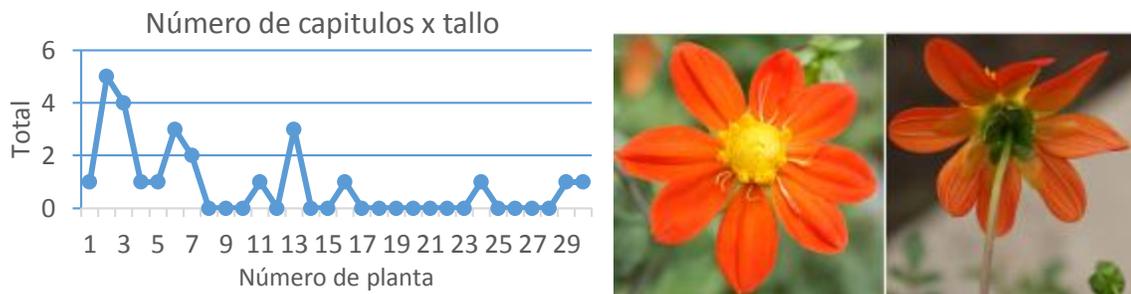


Figura 18. Número de capítulos por planta en la parcela II (*D. coccínea*).

2.7.7. Peso de raíces tuberosas y dimensiones de los aquenios

Las raíces tuberosas son del tipo elipsoidales a ovoides. Los órganos de reserva que produjeron cada una de las plantas con sus respectivos pesos se muestran en el Cuadro 4, el peso promedio fue 50 g planta⁻¹.

Los aquenios fueron linear oblanceolados, 1 cm de largo y 0.3 cm de ancho, grises a negruzco, finamente pubérulos; vilano ausente.

Cuadro 4. Peso de raíces tuberosas y número de semillas en *D.coccinea* y *D. sherffii*

Número de planta	Peso de raíces tuberosas (g)	Número de semillas
1	62.7	
2	70.8	129
3	56.3	75
4	18.8	
5	50.8	
6	67.6	5
7	64.4	29
9	20.8	
10	32	
11	43.8	
12	63.9	
13	79.5	
14	105.1	20
15	33.8	
16	50.3	
17	28.7	
18	45.9	
19	47.6	
20	54.7	
21	61.1	23
22	23.2	
23	13	
24	8	
25	38.9	
26	25.9	
27	39.5	
28	27.3	
29	26.9	
30	66.4	
31	32.2	
32	19	
32	110.9	361

g = Gramos



Figura 19. Raíces tuberosas de *D. coccinea*



Figura 20. Aquenios de *D. coccinea*

2.8. CONCLUSIONES

D. coccinea presentó mejor desarrollo en contraste con *D. sherffii* lo cual indica que esta especie tiene mayor habilidad para adaptarse a diferentes lugares, eso es importante desde el punto de vista de mejoramiento genético, ya que si se busca plantas que crezcan en temperaturas cercanas bajo cero esta especie podría ser una opción a tomarse en cuenta en los programas de mejoramiento genético que permitan la obtención de variedades resistentes al frío, sin embargo el pobre desarrollo de *D. sherffii* fue afectado por diversos factores tanto bióticos como abióticos los cuales limitaron su crecimiento y desarrollo, por lo que no se

descarta que esta especie pueda tener mejor desarrollo bajo mejores condiciones. Debido a lo anterior se seleccionaron plantas de ambas especies con los valores más altos en cuanto a mayor rendimiento de raíces tuberosas, mayor número de capítulos y formación de semillas.

2.8.1. Selección de semilla y raíces tuberosas

Las plantas con mejor rendimiento en raíces tuberosas de *D. coccinea* fueron: 2, 3, 14, 15, 26 y 30 con un rendimiento de 44.5 g planta⁻¹, la planta 24 produjo 101 semillas.

En *D. sherffii* las plantas con los mejores promedios en peso de raíces tuberosas fueron: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 30 y 32 con un rendimiento de 70 g planta⁻¹ y las plantas 2, 3, 6, 7, 14, 21 y 32 obtuvieron en promedio 90 semillas por planta.

2.9. LITERATURA CITADA

Argo, W. R. y J. A. Biernbaum 1998. A method for quantifying plant available water holding capacity and water absorption potential in container media under production conditions. HortScience 30(3):535-538.

Castro, C. A., Rodríguez, A., Vargas, A. G., y Harker, M 2012. Diversidad del género *Dahlia* (Asteraceae: Coreoideae) en Jalisco, México y descripción de una especie nueva. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 347-358, 2012.

Dahlia Society of Australia In 2012. <http://www.dahliasaustralia.org.au/>.

Consultada el 11-11-2012.

Info-Rural, 2011. La Dalia, nuestra flor nacional, tesoro por aprovechar. Consultada por última vez el 21-03-2013: <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article80573>

Laguna, C.A. y G.E. Archundia 2004. Evaluación de la productividad de raíces tuberosas de dalia para la obtención de inulina. Coloquio de Investigación, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, 58 p.

Mera O. L. y Bye 2006. La Dahlia una belleza originaria de México. Revista Digital Universitaria, DGSCA-UNAM, México. 5: 1-11.

Mera Ovando L.M., Mejía Muñoz J. M., Bye Boettler R. A., Laguna Cerda A., Espinosa Flores A., Treviño de Castro G 2008. Diversidad de dalias cultivadas (Diversity of cultivated dahlias) Publicación de difusión # 3.pag. 40-49. SAGARPA-SNICS, México, D.F.

Sorensen, P. D 1969. Revision of the genus *Dahlia* (Compositae-Heliantheae, Coreopsidinae). *Rhodora* 71: 309-365, 367-416.

Treviño C.M.G., Mera O.L.M., Bye B.R., Mejía M.J.M. y Laguna C.A 2007. Historia de la dalia o Acocoxóchitl, "La flor nacional de México". Publicación de difusión #.1. SINAREFI. 27pp.

3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA Y POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN DOS ESPECIES DE DALIA (*D. coccinea* Y *D. sherffii*) EN CHAPINGO, MÉXICO

3. DESCRIPCION MORFOLOGICA Y POLINIZACION MANUAL EN DOS ESPECIES DE DALIA (*D. coccinea* Y *D. sherffii*) EN CHAPINGO, MÉXICO

¹Luis Pineda Marín ²Ma. Teresa B. Colinas Y León

3.1. RESUMEN

Con el objetivo de generar información que permita identificar las características sobresalientes de los parentales y desarrollar un protocolo de polinización manual para el mejoramiento genético, se realizó la caracterización morfológica de dos especies silvestres de dalia (*D. coccinea* y *D. sherffii*) procedentes de Chapingo y Chihuahua, México, respectivamente. Estas especies fueron cultivadas en un invernadero, con malla sombra y fertirriego. Para el crecimiento de plantas, en cada especie se utilizaron 10 plantas provenientes de raíces tuberosas que se cultivaron en maceta, mientras 50 plántulas provenientes de semilla se cultivaron en suelo. Se midieron 18 variables de tipo cuantitativo. Los valores analizados en cada variable fue el promedio de todas las plantas para cada especie evaluadas en ambas condiciones de cultivo. En plena floración se seleccionaron 26 plantas con 4 capítulos cada una para realizar las polinizaciones recíprocas para desarrollar el protocolo de polinización. Los resultados mostraron que los valores más altos en cada variable de ambas especies corresponden a las plantas cultivadas en suelo mostrando una gran

variabilidad entre y dentro de cada especie; *D. coccinea* presentó: 200 cm de altura de planta (AP), 1.7 cm de diámetro de tallo (DT), 13 entrenudos (E), 9 ramas basales (RB), 200 botones florales (BF) y requirió de 108 días a floración (DF), el peso fue de 1300 g para raíces tuberosas por planta (RTxP) con un rendimiento potencial (RP) de 37 t·ha. *D. sherffii* tuvo 42 cm de AP, 1.4 cm de DT, 7 E, 7 RB, 45 BF, y requirió de 75 DF. El peso fue de 410 g para RTxP con un RP de 11.7 t·ha⁻¹. Este estudio permitió la selección de individuos con características importantes para un mejoramiento genético posterior. El protocolo desarrollado recomienda como realizar la sincronización floral, así como la utilización de capítulos florales sanos cuando los flósculos centrales empiezan abrirse. El tiempo óptimo de polinización es en las mañanas durante la antesis. La selección de los materiales a utilizar es importante para lograr éxito en la polinización artificial recíproca de dalia.

Palabras clave: *D. coccinea*, *D. sherffii*, caracterización morfológica, polinización artificial, semilla, raíces tuberosas

¹Tesista

²Directora

MORFOLOGICAL DESCRIPTION AND ARTIFICIAL POLLINATION IN
TWO SPECIES OF DAHLIA (*D. coccinea* Y *D. sherffii*) IN CHAPINGO,
MEXICO.

¹Luis Pineda Marin y ²Ma. Teresa B. Colinas Y León

3.2. ABSTRACT

This study was aimed for the morphological characterization of two wild dahlia species *Dahlia coccinea* and *Dahlia sherffii*, collected in Chapingo and Chihuahua, Mexico, respectively. The produced data allowed the determination of outstanding ornamental traits of progenitors for further plant breeding as well as in the design of a method for artificial pollination. Plants from both species were grown in the glasshouse, under anti-aphid mesh and ferti-irrigation, using two cultivation conditions, pots and soil growing beds. In each plant species, 10 plants originated from tubers were grown in pots whilst 50 plants produced from seeds were cultivated in a growing bed. Eighteen quantitative variables were recorded to assess growth and development of the plants. The values analysed represented the average from all replicates in each plant species and cultivation condition. During flowering, 26 plants with 4 inflorescences each were selected to perform reciprocal pollinations and to develop a method for artificial pollinations. Our results showed that better growth and development occurred in both species when they

were grown in soil beds. Moreover a great variability could be found between and within species. *D. coccinea* had an average of 200 cm plant height (PH), 1.7 cm stem diameter (SD), 13 internodes (E), 9 basal branches (BB), 200 flower buds (FB), and required 108 days to flowering (DF). The weight was 1300 g for tuberous roots (TR) with a potential yield (PY) 37 t ha⁻¹. *D. sherffii* had an average of 42 cm PH, 1.4 cm SD, 7 E, 7 BB, 45 FB, and required 75 DF. The weight was 410 g for TR with PY 11.7 t ha⁻¹. Our study allowed the selection of the best individuals for further breeding purposes. Additionally, the developed pollination protocol recommends how the floral synchronization can be achieved as well as the utilization of healthy flower heads when the central florets begin to open. The optimal pollinating time is in the morning during anthesis. The selection of the best materials is key to successes in reciprocal artificial pollinations.

Keywords: *D. coccinea*, *D. sherffii*, morphological characterization, artificial pollination, seed, tuberous roots.

¹Tesista

²Directora

3.3. INTRODUCCIÓN

La dalia ha sido estudiada ampliamente en otros países en cuanto a aspectos agronómicos del cultivo, así como de su mejoramiento genético; sin embargo, su cultivo a gran escala en México es aun escaso ya que no se cuenta con información orientada hacia aspectos agronómicos y fisiológicos en la producción de raíces tuberosas de esta especie (Laguna y Archundia, 2004), así como a su uso alimenticio, medicinal y de mejoramiento genético.

Generalmente la Dalia ha sido usada como planta de jardín (Dam, 1981). Otros cultivares han sido forzados como plantas de maceta para florecer en primavera (De Hertogh, 1989) así como también han sido utilizadas como flor de corte (De Hertogh y Le Nard, 1993).

Se han realizado amplios estudios taxonómicos y filogenéticos. Sorensen (1969) reconoció 27 taxones agrupados en cuatro secciones: *Dahlia*, *Entemophyllon*, *Epiphytum* y *Pseudodendron*. Y en otros trabajos recientes se han reconocido a 37 especies (Sorensen, 1980, 1987; Saar y Sorensen, 2000, 2005; Hansen y Sorensen, 2003; Hansen, 2004).

También se han hecho estudios para determinar aspectos fisiológicos en el desarrollo de la dalia cultivada, así como su mejoramiento genético (Canham, 1969) y para establecer diferentes fechas de siembra en dalias cultivadas con la finalidad de encontrar plantas con mayor número de flores (Hasegawa *et al.*

2009). Así también el interés de estudiar las raíces tuberosas ha sido principalmente con fines comerciales, específicamente para la producción forzada de plantas en maceta o flor cortada (De Hertogh y Blakely, 1976; Dam, 1981;). Sin embargo, la descripción de especies silvestres bajo condiciones cultivadas con miras al mejoramiento genético para obtener características ornamentales sobresalientes o aumentar las propiedades para un uso alimenticio y medicinal es aun escaso en México.

El presente trabajo se enfocó en dos especies silvestres: *D. coccinea* y *D. sherffii*, la primera es una especie que se encuentra a lo largo del país y es considerada como ancestro de las dalias domesticadas; por lo que es un recurso genético importante de México. Esta especie se encuentra en varios colores desde rojo, naranja, amarillo y la mezcla de ellos; la caracterización ha sido principalmente en su hábitat, pero en condiciones cultivadas no existen trabajos reportados. La segunda, *D. sherffii*, es otra de las especies endémicas de México que se localiza principalmente en los estados de Chihuahua, Tamaulipas y el norte de Jalisco (Castro *et al.* 2012). Esta especie solo presenta color lila en la inflorescencia, su estudio también ha sido en su hábitat y el trabajo más reciente fue la caracterización de Sánchez *et al.* (2013) en el estado de Chihuahua, este trabajo permitió la colecta y caracterizaron morfológica en su hábitat para su conservación, sin embargo no hay trabajos reportados en la literatura acerca de su caracterización morfológica en condiciones cultivadas fuera de su hábitat. Por lo que el siguiente trabajo tuvo como objetivo principal describir la morfología de dos especies de dalia (*D. coccinea* y *D. sherffii*) en condiciones cultivadas, al

momento de la floración usando plantas provenientes de raíz y semilla. También, desarrollar un protocolo de polinizaciones cruzadas que será de gran utilidad para un programa futuro de mejoramiento genético.

3.4. MATERIALES Y MÉTODOS

3.4.1. Sitio experimental

El estudio comprendió de marzo a noviembre de 2013 en la Universidad Autónoma Chapingo, México, la cual se encuentra ubicada a una altitud de 2,250 m, en las coordenadas geográficas de 19° 29' de Latitud Norte y 98° 53' Longitud Oeste. Tiene un clima subhúmedo, con precipitación media anual de 700 mm, régimen de lluvias en verano, temperatura media anual 12 a 18 °C y oscilación de temperaturas medias mensuales menor de 5 °C.

3.4.2. Germoplasma y arreglo de las parcelas

Se estudiaron dos especies (*D. coccínea* y *D. sherffii*) del género *Dahlia*. Las semillas y raíces tuberosas de *D. sherffii* fueron de origen silvestre colectadas en La Meza, Chihuahua y las semillas y raíces tuberosas *D. coccínea* provenían del predio de Las Cruces, Chapingo. *D. coccínea* con 10 raíces tuberosas fueron puestas en macetas de 15 pulgadas y 50 plántulas provenientes de semilla y para *D. sherffii* fue la misma cantidad de plantas, posteriormente se trasplantaron en suelo la separación en ambas parcelas fue de 50 cm entre plantas y 70 cm entre surcos. Con este arreglo topológico se obtiene una densidad de población de 28,600 plantas ha⁻¹

3.4.3. Manejo agronómico

El manejo agronómico consistió en deshierbes manuales en ambas parcelas, así como la aplicación de algunos pesticidas para controlar principalmente pulgones y gusanos (lepidópteros). Las dos parcelas fueron puestas en un invernadero con paredes de cristal y techo de malla antiafidos con fertirriego.

3.4.4. Germinación y trasplante

La primera parcela estuvo conformada de 10 tubérculos de cada especie, cada uno de los cuales desarrolló una planta de *D. coccinea* y *D. sherffii*, que se pusieron en macetas de 15 pulgadas el día 09/marzo/2013 dentro del invernadero. La utilización de raíces tuberosas como material vegetal fue con la finalidad de determinar si llegaban más pronto a floración debido a que el tubérculo al ser una raíz de reserva podría adelantar los días a floración.

En la segunda parcela, plantas provenientes de semilla de *D. coccinea* y *D. sherffii*, fueron cultivadas en el suelo. En una etapa inicial, las semillas se sembraron en charolas de unicel de 200 cavidades usando como sustrato peat moss + perlita (3/1 v/v). La germinación se inició a igual tiempo que se establecieron los tubérculos para la primera parcela, en el mismo invernadero de cristal. Una vez sembradas las semillas se cubrieron las charolas con plástico para mantener constante la humedad relativa y la temperatura para facilitar la germinación, la cual ocurrió a los 7 días en promedio en ambas especies. El trasplante se realizó un mes después de la siembra directamente al suelo dentro de invernadero.

3.4.5. Requerimientos hídricos y nutrimentales

Una semana después de la emergencia se inició el riego con solución nutritiva de Steiner a una concentración de 50 % con una conductividad eléctrica (CE) de 1.0 dS/m y pH de 6.0, proporcionándole 2 riegos diarios durante un mes, al igual que las dalias provenientes de raíces tuberosas. Después del mes las plantas puestas en maceta y suelo se les aumentó la solución al 75 % con una CE de 1.5 dS/m en ambas parcelas y finalmente a los 70 días se cambió la solución nutritiva al 100% con una CE de 2.0 dS/m hasta el final del ciclo. La frecuencia y la cantidad de agua se ajustaron a las necesidades hídricas de las plantas.

3.4.6. Caracterización y análisis estadístico

Las variables evaluadas fueron: días a floración, altura de planta, diámetro del tallo basal, número de entrenudos, número de brotes basales, número de capítulos por tallo, número de capítulos por planta, diámetro de capítulo, longitud de pedúnculo, peso, largo y ancho de semilla, peso de 100 semillas, número de semillas por gramo, peso, número, diámetro y longitud de raíces tuberosas por planta. El análisis se realizó en el programa Excel para lo cual se tomó el promedio de todas las plantas evaluadas en ambas parcelas.

3.4.7. Selección y etiquetado de capítulos florales en ambas especies

La polinización manual entre ambas especies se inició cuando ambas parcelas estaban en plena floración tomándose 26 plantas de cada especie, 4 botones florales por planta las cuales se etiquetaron para su identificación. La selección

consistió en etiquetar los botones florales que tuvieran una apariencia vigorosa, sana y que el color de las lígulas fuera visible.

3.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.5.1. Altura de planta

En la primera parcela (i.e. plantas en macetas), la altura promedio de *D. coccinea* estuvo en los 131 cm, con una desviación estándar de 13 cm; mientras en la segunda parcela (i.e. plantas en suelo) la altura promedio fue de 200 cm con una DE de 28 cm (Cuadro 1). En condiciones silvestres *D. coccinea* tiene habito de crecimiento herbáceo, presentando alturas que van desde 100 a 300 cm (Castro *et al.* 2012). En este estudio la altura fue menor en plantas crecidas en macetas en comparación con las plantas que crecieron en suelo y las silvestres, debido al espacio reducido en el contenedor lo cual limitó el crecimiento y desarrollo de esta especie.

En *D. sherffii* se presentó una altura menor en ambas parcelas en comparación con las plantas que crecen de manera silvestre, que alcanzan alturas de 150 cm, promedio de 84 cm y mínima de 34 cm (Sánchez, 2013), por lo que en el presente estudio la altura estuvo ligeramente por arriba de la altura mínima encontrada en poblaciones silvestres. Sin embargo, a pesar de ser de porte más bajo la producción de botones florales fue mayor que las silvestres, esto debido principalmente a que esta especie en condiciones silvestres tiende a crecer más

debido a que se desarrolla bajo los árboles por lo que la falta de luz induce la elongación de los tallos, en contraste con estas plantas que se desarrollaron bajo condiciones de mayor luminosidad y mejor manejo agronómico, las cuales no presentaron la elongación de sus tallos.

3.5.2. Diámetro de tallo basal

En *D. coccinea* se presentaron tallos fistulosos con valores de 1.2 a 1.7 cm de diámetro en ambas parcelas, los tallos que presentó esta especie eran glabros y algunos pubescentes, la coloración varió desde el verde claro a verde oscuro y hasta el color púrpura. Otra de las características sobresalientes fue la presencia de tallos con abundantes ramas basales en algunas plantas, mientras que en otras solo hubo un tallo principal. Castro *et al.* (2012) mencionan que *D. coccinea* presenta tallos huecos, glabros o pubescentes.

Los resultados obtenidos mostraron que el diámetro de *D. sherffii* estuvo en el intervalo de 0.7 a 1.4 cm en la primera y segunda parcela, respectivamente; los tallos fueron fistulosos en diferentes tonalidades desde verde claro a tallos color púrpura y glabros. Sánchez (2013) menciona que en poblaciones silvestres *D. sherffii* presenta tallos huecos, glabros, que van desde los 0.3 cm hasta los 1.5 cm con un promedio de 0.74 cm. El color del tallo es rojo amarronado con verde, de tono fuerte en la parte basal.

3.5.3. Diámetro de capítulo

El tamaño del primer capítulo registrado al momento de la floración en *D. coccinea* presentó un diámetro pequeño de 5 a 6 cm, con pedúnculos desde 16 a los 25 cm de largo en ambas parcelas; las flores presentaron 8 lígulas de color naranja, 8 brácteas internas y 5 externas (Figura 2).

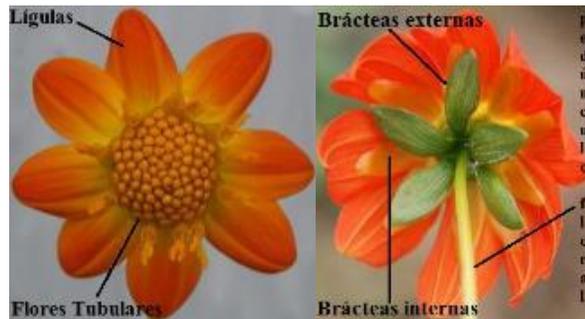


Figura 1. Morfología del capítulo floral de *D. coccinea*

En *D. sherffii* el diámetro de capítulo fué de 8 cm en la primera y segunda parcela, con pedúnculos de 18 a 19 cm de largo, la vida promedio de cada flor fue de 4 días, los capítulos florales presentaron 8 lígulas de color lila en diferentes tonalidades, 8 brácteas internas y 5 externas (Figura 2). De acuerdo a Sánchez (2013), en poblaciones silvestres de *D. sherffii* presentó 18 cm de pedúnculo floral, 8 lígulas por capítulo y de 5 a 10 cm de diámetro en el capítulo floral.



Figura 2. Capítulos florales de *D. sherffii*

Cuadro 1. Promedio de las variables cuantitativas registradas al momento de la floración en *D. coccinea* y *D. sherffii*

Especie	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Diámetro de capítulo (cm)	Longitud de pedúnculo (cm)
<i>D. coccinea</i>				
En maceta	131.0	1.2	5.0	18.0
DE	13.0	0.2	1.0	6.0
En suelo	200.0	1.7	6.0	25.0
DE	28.0	0.7	1.0	6.0
<i>D. sherffii</i>				
En maceta	40.0	0.7	8.0	16.0
DE	8.0	0.2	1.0	4.0
En suelo	42.0	1.4	8.0	19.0
DE	20.0	0.5	1.0	6.0

DE: Desviación estándar

3.5.4. Número de entrenudos y ramas basales

D. coccinea presentó de 10 a 13 entrenudos por planta, y presentó 9 a 10 ramas basales (Cuadro 2). *D. sherffii* presentó de 7 a 8 entrenudos en la primera y segunda parcela respectivamente y de 8 a 10 ramas laterales (Cuadro 2). Sin

embargo aunque la diferencia fue mínima en el número de ramas basales éstas presentaron mayor tamaño en ambas especies cuando fueron crecidas en suelo.

Cuadro 2. Valores promedios de número de entrenudos y de ramas basales registrados al momento de la floración en *D. coccinea* y *D. sherffii*

Especie	Número de entrenudos	Número de ramas basales
<i>D. coccinea</i>		
En maceta	10	9
DE	1	5
En suelo	13	10
DE	1	6
<i>D. sherffii</i>		
En maceta	8	10
DE	1	4
En suelo	7	8
DE	2	3

DE: Desviación estándar

3.5.5. Días a floración

El número de días que transcurrieron desde la siembra hasta la floración fue variable ya que algunas plantas requerían de más días para florecer mientras que otras necesitaron menos días; esta variabilidad se presentó en ambas parcelas, por lo que tomando el valor promedio dentro de la población, *D. coccinea* requirió de 107 y 109 días después de la siembra para llegar a la floración (Cuadro 3) en la parcela I y II, respectivamente; en contraste *D. sherffii* que requirió menos días ya que necesito de 87 y 75 días en maceta y suelo respectivamente (Cuadro 3) 34 días menos que *D. coccinea*.

3.5.6. Número de capítulos por rama

Las plantas de *D. coccinea* presentaron en su mayoría 7 capítulos en cada rama, localizadas principalmente en la parte media y superior de la planta, por lo que plantas puestas en suelo de porte alto (≥ 200 cm) presentaron abundantes ramas con 7 capítulos, en contraste con las plantas cultivadas en macetas que eran de porte bajo (≤ 130 cm) solo presentaron 3 capítulos por rama. Para *D. sherffii* que es una planta de porte más bajo (≤ 40 cm) presentó 3 botones florales por rama tanto en suelo como en maceta (Cuadro 3), los capítulos se encontraban principalmente en la parte media de la planta.

3.5.7. Número de capítulos por planta

En cuanto al número de capítulos por planta, *D. coccinea* fue la especie que más capítulos produjo puestas en suelo, presentando mayor floración al final de la primavera e inicios del verano, se contabilizaron hasta 200 capítulos por planta, indicando que *D. coccinea* tiene gran habilidad para producir capítulos florales. En contraste *D. sherffii* crecida en suelo, al ser una planta de porte más bajo produjo 45 capítulos por planta, pero superó por mucho las poblaciones silvestres, en las cuales solo se encontraron 5 capítulos por planta en promedio y 17 capítulos como máximo (Sánchez, 2013).

Cuadro 3. Valores promedio en días a floración, capítulos por rama y tallo en *D. coccinea* y *D. sherffii*

Especie	Número de días a floración	Número de capítulos x rama	Número de capítulos x planta
<i>D. coccinea</i>			
En maceta	107	7	54
DE	11	3	18
En suelo	109	3	200
DE	5	2	28
<i>D. sherffii</i>			
En maceta	87	3	17
DE	4	2	11
En suelo	75	3	45
DE	9	3	35

DE: desviación estándar

3.5.8. Peso de raíces tuberosas

Para el caso de *D. coccinea* el peso de las raíces tuberosas presentó amplia variabilidad en cada planta tanto en suelo como en maceta teniendo promedio entre 718 y 1300 g maceta⁻¹ y suelo respectivamente (Cuadro 4). El desarrollo de las raíces de *D. coccinea* y *D. sherffii* en la parcela dos (suelo) mostró valores altos en peso de raíces en comparación con la parcela uno (maceta) que estuvo bajo las mismas condiciones de manejo. El Cuadro 4 muestra que *D. coccinea* presentó un amplio rango en el peso de las raíces tuberosas por planta, en las que se cosecharon raíces con un peso de 1300 g; sin embargo, dentro de las 50 plantas evaluadas algunos ejemplares mostraron valores entre los 3000 y 4000 g de peso de raíz tuberosa, lo que indica la alta variabilidad de tubérculos dentro de la misma población, siendo la selección de vital importancia si se buscan plantas que presenten valores altos en peso de raíces tuberosas para obtener

altos rendimientos en campo. Si se tienen 2.86 plantas m^{-2} y se toma el promedio de 1300 g planta $^{-1}$, se obtendrían 3700 g m^{-2} dando un rendimiento potencial de 37 t.ha $^{-1}$. *D. shreffii* en la parcela uno (suelo) mostró valores de 410 g planta $^{-1}$; sin embargo, muy superiores a los encontrados en campo donde crecen de manera silvestre, donde el promedio de raíces por planta es de 62 g (Sánchez, 2013), lo que indica que con un buen manejo agronómico esta especie responde bien para producir mayor peso de raíces tuberosas. Para el caso de *D. sherffii* se obtuvo en promedio 410 g planta $^{-1}$ y se tienen 2.86 plantas. m^{-2} lo que da un rendimiento potencial de 11.7 t.ha $^{-1}$; sin embargo, este rendimiento podría incrementarse si se seleccionan plantas con los valores más altos en esta variable como en el caso de *D. coccinea*.

3.5.9. Número, longitud y diámetro de raíces tuberosas por planta

El crecimiento y desarrollo de las raíces tuberosas en ambas especies cultivadas en suelo mostraron valores superiores a los obtenidos en macetas. *D. coccinea* en promedio formó 43 raíces tuberosas por planta, debido a que tuvo mayor volumen de exploración en comparación con las de macetas lo que originó mayor peso de raíces (Cuadro 4).

Otro resultado relevante fue que la longitud y el diámetro de raíz fueron similares en las plantas cultivadas en suelo a las cultivadas en macetas, por lo que la diferencia principal para que el peso de raíz fuera superior se debió al número de raíces. En el caso de *D. sherffii* mostró mucha similitud con las raíces de las plantas

crecidas en macetas, a pesar de que provenían de raíces tuberosas. En este caso, no hubo diferencia en cuanto al número y diámetro, solo en la longitud de raíces que fue mayor en plantas crecidas en suelo. Este efecto tal vez se debió a que es una especie de porte bajo por lo que no hubo efecto en cuanto al contenedor.

Cuadro 4. Valores promedio de las variables evaluadas en raíces de *D. coccinea* y *D. sherffii*

Especie	PRTxP (g)	NRTxP	LRTxP (cm)	DRTxP (cm)
<i>D. coccinea</i>				
En maceta	718	14	12	3
DE	201	4	3	1
En suelo	1300	43	13	4
DE	860	16	7	1
<i>D. sherffii</i>				
En maceta	310	7	13	3
DE	101	2	4	1
En suelo	410	8	18	3
DE	290	4	4	1

DE: desviación estándar, **PRTxP:** peso de raíces tuberosas por planta, **NRTxP:** número de raíces tuberosas por planta, **LRTxP:** longitud de raíces tuberosas por planta, **DRTxP:** diámetro de raíces tuberosas por planta.

3.6. Características morfológicas de la semilla de *D. coccinea* y *D. sherffii*

En el Cuadro 5 se muestran los valores generales de algunas características morfológicas de la semilla en cada especie, observándose que *D. Coccinea* presenta semillas más pequeñas, lo que origina que haya más semillas en un gramo (209) en contraste con *D. sherffii* que es más grande por lo que solo se necesitan 78 semillas para un gramo, al pesar 100 semillas para *D. sherffii* se obtiene más del doble del peso que para *D. coccinea* lo que refleja que esta última es más ligera que *D. sherffii*.

Cuadro 5. Características promedio de semillas de *D. coccinea* y *D. sherffii*

Especie	PS (g)	AS (cm)	LS (cm)	NSxG	PS (100) (g)
<i>D. coccinea</i>					
En maceta	0.005	0.21	0.85	209	0.5
DE	0.001	0.03	0.11	26	0.1
En suelo	0.005	0.22	0.92	220	0.5
DE	0.002	0.04	0.11	57	0.2
<i>D. sherffii</i>					
En maceta	0.013	0.31	1.05	78	1.3
DE	0.002	0.03	0.10	12	0.2
En suelo	0.010	0.28	1.07	108	1
DE	0.001	0.03	0.11	17	0.1

DS: desviación estándar, **PS:** peso de semilla, **AS:** ancho de semilla, **LS:** largo de semilla, **NSxG:** número de semillas por gramo, **PS (100):** peso de 100 semillas.

3.7. Liberación de polen en capítulos de *D. coccinea*

Se realizaron disecciones de flores tubulares en capítulos con diferente grado de desarrollo, para determinar el mejor momento de realizar la polinización. Las observaciones mostraron que el polen era liberado por las anteras mientras las flores tubulares aún estaban cerradas (Figura 4B y C) dando como resultado que el estigma al emerger de la flor tubular ya estuviera impregnado de polen (Figura 4D).

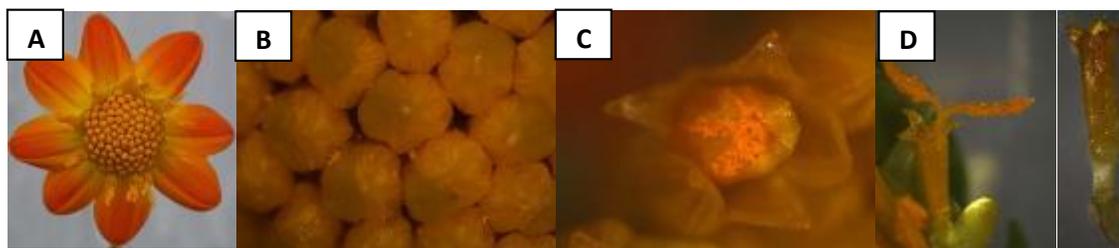


Figura 3. Proceso de liberación del polen en *D. coccinea*: capítulo (1A), flores tubulares cerradas (1B), flor tubular abierta a propósito (1C), flor tubular con el estigma impregnado de polen (1D).

Otro aspecto a tomar en cuenta es que aunque el polen era liberado antes de que el estigma fuera visible no es posible la autofecundación debido a que se considera a esta especie como auto incompatible (Lawrence, 1929), por lo que no es posible la fertilización del ovario; sin embargo, para verificar si había autofecundación o no, se cubrieron flores de *D. coccinea* para evitar que tuvieran contacto con polen de otros capítulos ajenos o de la misma planta, se seleccionaron 10 botones florales que se cubrieron con bolsas de papel blanco (Figura 5) y después de un mes se cosecharon para verificar si había semillas formadas; sin embargo, no se encontró ninguna semilla formada en los 10 botones que se cubrieron.



Figura 4. Botones florales de *D. coccinea* cubiertos con bolsas de papel.

3.8. Polinización manual en *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*

La floración para *D. coccinea* comenzó a los 108 días después del trasplante (DDT) contrastando con *D. sherffii* que en promedio requirió de 81 DDT, por lo que *D. coccinea* requirió 27 días más para llegar a la floración. Este dato es

importante cuando se busca sincronía floral para mejoramiento genético mediante hibridación interespecífica. La antesis en promedio para ambas especies fue de 5 días por lo que la colecta y polinización fue igual para ambas especies las cuales se realizaron en la mañana y en la tarde en los días 2,3 y 4 como se observa en la Figura 6.

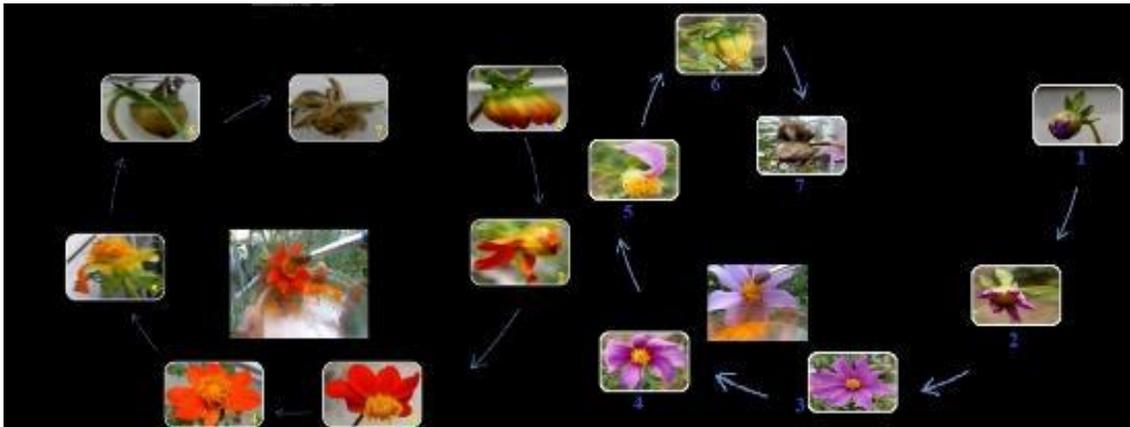


Figura 5. Fenología de la floración en *D. coccinea* y *D. sherffii*. 1) primer día aparición del color, 2) segundo día aparición visible de las flores tubulares, 3) tercer día la inflorescencia completamente abierta mostrando el polen, 4) cuarto día la flor muestra todas las flores tubulares liberando el polen, 5) quinto día la inflorescencia terminaba su antesis. 6 y 7) Semillas maduras listas para cosechar después de 30 a 40 días.

El polen se recolectó con la ayuda de un pincel y una caja Petri para cada especie, por lo que una vez obtenido el polen se procedía a hacer las cruza, lo cual consistió en intercambiar el polen en cada capítulo en ambas especies impregnando el polen con la ayuda del pincel, este procedimiento se realizó dos

veces al día entre las 10:00 a.m y 2:00 p.m. de la tarde, el horario fue a criterio del investigador. La polinización se realizó por 3 y 4 días en el mismo capítulo tiempo que duraba la antesis.

3.8.1. Cosecha, conteo y almacenamiento de semilla

La semilla colectada de ambas especies, se caracterizó morfológicamente y se almacenó en bolsas de papel estraza etiquetándose para su adecuada identificación. Esta misma semilla fue sembrada en el siguiente ciclo (etapa III).

3.8.2. Características morfológicas de la semilla producto de las polinizaciones artificiales

Las características morfológicas de la semilla producto de las cruizas muestran valores muy parecidos a la semilla que no fue polinizada; en peso de semillas, diámetro de semilla y largo de semillas en *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*, solo se observa menor cantidad de semilla por planta en el cual *D. coccinea* x *D. sherffii* se obtuvieron 109 semillas comparado con las 209 y 220 semillas en la parcela I y II respectivamente, para el caso de *D. sherffii* x *D. coccinea* el número de semillas fue prácticamente igual.

Cuadro 6. Valores promedio de las características morfológicas de la semilla producto de las polinizaciones artificiales de *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*

Especie	PS (g)	DS (cm)	LS (cm)	NSx P	PS (100) (g)
<i>D. coccinea</i>					
Promedio	0.005	0.22	0.92	109	0.5
DS	0.002	0.04	0.11	70	0.2
<i>D. sherffii</i>					
Promedio	0.010	0.28	1.07	116	1.0
DS	0.001	0.03	0.11	35	0.1

DS: Desviación estándar, **PS:** peso de semilla, **DS:** diámetro de semilla, **LS:** largo de semilla, **NSxP:** número de semillas por planta, **PS (100):** peso de 100 semillas.

3.9. CONCLUSIONES

En *D. coccinea* se presentaron los valores más altos en altura, diámetro del tallo, número de capítulos, peso y número de raíces cuando fue cultivada en suelo, por lo que el resto de las variables no se vieron afectados por el origen y sistema de cultivo.

El crecimiento y desarrollo de *D. sherffii* fue afectado menos por el sistema de cultivo, siendo solamente el número de capítulos por planta, longitud y peso de raíces mayores cuando fueron cultivadas en suelo. Además las plantas fueron más precoces hasta en 2 semanas en días a floración.

Con base en el comportamiento de floración de ambas especies, se determinó que existe una diferencia de un mes para lograr la sincronización floral con fines de hibridación entre *D. coccinea* y *D. sherffii*. Para obtener éxito en la polinización

artificial se requirió sembrar un mes antes a *D. coccinea* y un mes después a *D. sherffii*, seleccionar al menos 10 plantas por especie en macetas con 4 capítulos florales con la finalidad de manejar eficientemente las polinizaciones.

3.9.1. LITERATURA CITADA

Canham, A. E 1969. An effect of daylength on the flowering of dahlias. Acta hort. (ishs) 14:109-116

Castro, C. A., Rodríguez, A., Vargas, A. G., y Harker, M 2012. Diversidad del género *Dahlia* (Asteraceae: Coreoideae) en Jalisco, México y descripción de una especie nueva. Revista Mexicana de Biodiversidad 83: 347-358, 2012.

Damp, P 1981. Growing Dahlias. Croom Helm Limited, London, 139 pp.

De Hertogh, A.A. y Blakely, N 1976. The influence of ancymidol, chlormequat and daminozide on the growth and development of forced *Dahlia variabilis* Willd. Sci. Hortic. 4: 123-130.

De Hertogh, A. A 1989. Holland Bulb Forcer`s Guide, 4th edition. International Flower Bulb Centre, Hillegom. The Netherlands, 369 pp.

De Hertogh, A.A., y Le Nard, M 1993. The Phisiology of Flower Bulbs. Elsevier, Sciencie Pub., Amsterdam, Netherlands, 273 pp.

Hansen, H. V 2004. Simplified keys to four sections with 34 species in the genus *Dahlia* (Asteraceae-Coreoideae). Nordic Journal of Botany 24:549-553.

Hansen, H. V. y P. D. Sorensen 2003. A new species of *Dahlia* (Asteraceae, Coreoideae) from Hidalgo State, Mexico. Rhodora 105:101-105.

- Hasegawa, A., Kobayashi, N., Muraki, C., Takagi, t. y koutaka, t 2009.** Effect of planting time and short-day treatment on growth and flowering of *dahlia imperialis*. Acta hort. (ishs) 813:587-592.
- Laguna, C.A. y G.E. Archundia 2004.** Evaluación de la productividad de raíces tuberosas de dalia para la obtención de inulina. Coloquio de Investigación, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, 58 p.
- Lawrence, W.J.C 1929.** The Genetics and Citology of Dahlia Species. J. Genetic. XXI, 125 p.
- Saar, D. E. y P. D. Sorensen 2005.** *Dahlia sublignosa* (Asteraceae): a new species in its own right. Sida 21:2161-2167.
- Saar, D. E. y P. D. Sorensen. 2000.** *Dahlia parvibracteata* (Asteraceae, Coreopsidae), a new species from Guerrero, México. Novon 10:407-410.
- Sánchez H. V. 2013.** "Caracterización morfológica de una población de *dahlia sherffii* Sorensen en el estado de Chihuahua". Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Sorensen, P. D 1969.** Revision of the genus *Dahlia* (Compositae, Heliantheae Coreopsidinae). Rhodora 71:309-365, 367-416.
- Sorensen, P. D 1980.** New taxa in the genus *Dahlia* (Asteraceae, Heliantheae-Coreopsidinae). Rhodora 82:353-360.
- Sorensen, P. D 1987.** *Dahlia congestifolia*, section *Entemophyllon* (Asteraceae: Heliantheae, Coreopsidinae), new from Hidalgo, Mexico. Rhodora 89:197-203.

**4. EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLANTAS
PROVENIENTES DE *D. coccinea* X *D. sherffii* Y *D. sherffii* X *D. coccinea* EN
CHAPINGO, MÉXICO**

4. EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE PLANTAS PROVENIENTE DE *D. coccinea* X *D. sherffii* Y *D. sherffii* X *D. coccinea* EN CHAPINGO, MÉXICO

4.1 RESUMEN

En el mundo se han creado más de 50 mil variedades de dalia; sin embargo, una de las limitantes que se encuentran al momento de generar nuevas variedades es la falta de información o poca accesibilidad de las metodologías utilizadas para generar nuevos cultivares. Cada año salen al mercado nuevas variedades de esta planta por lo que es una actividad en constante crecimiento, principalmente en países como Estados Unidos, Holanda y Alemania. El siguiente trabajo tuvo como objetivo evaluar y caracterizar morfológicamente plantas de las cruza recíprocas de *D. coccinea* x *D. sherffii* (H1) y *D. sherffii* x *D. coccinea* (H2), la cual se trasplanta a suelo mes y medio después de germinada usándose un diseño completamente al azar estableciéndose dos tratamientos (H1 y H2) con 26 repeticiones cada uno y 20 plantas por repetición, las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), número de lígulas por capítulo (NLC), número de entrenudos (NE), número de raíces (NR) y peso de raíces (PR).

Se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias (tukey, $p \leq 0.01$) en SAS. Los híbridos morfológicamente diferentes se evaluaron en base a la Guía técnica de la UPOV. Los resultados mostraron que el H1 fue estadísticamente superior al H2 excepto en el NLC siendo igual al H1. También, se encontraron diferencias en familias de medios hermanos dentro del mismo híbrido. Las plantas fenotípicamente diferentes fueron dos de *D. coccinea* x *D. sherffii* y 3 de *D. sherffii* x *D. coccinea* que presentaron diferencias morfológicas en hojas, porte de planta, número de lígulas por capítulo y color, con respecto a los progenitores a los cuales se evaluaron con la Guía Técnica de la UPOV. Las nuevas características morfológicas representan un distinto valor ornamental que posibilitaría el registro de una nueva variedad de dalia.

Palabras clave: mejoramiento genético, hibridación interespecífica, carga genética.

4.2 SUMMARY

Fifty thousand dahlia varieties have been generated in the world, however the main constraint for generating new genotypes is the lack of information or accessibility to the specific plant breeding methodologies. Every year new dahlia varieties are introduced to the ornamental markets in USA, Netherlands and Germany. The present study was aimed to assess and characterize morphologically the plants derived from reciprocal genetic crosses of *D. coccinea* x *D. sherffii* (H1) and *D. sherffii* x *D. coccinea* (H2). Seedlings were transplanted into soil after one and a half month of germination following a completely randomized experimental design with two treatments (H1 and H2). Each treatment had 26 replicates and each replicate was constituted by 20 plants. The variables recorded were plant height (AP), stem diameter (DT), number of ligules per floral inflorescence (NLC), number of internodes (NE) and number (NR) and weight (PR) of roots. Data were analyzed by analysis of variance and Tukey multiple test (Tukey, $p \leq 0.01$) in SAS. The hybrids were

morphologically distinct and were assessed following the Guide to the UPOV code system. Our results showed that H1 was statistically superior to H2 in all variables with the exception of NLC. Differences were also found between half-sibling families within the same hybrid. Two plants were phenotypically different to the progenitors in the cross *D. coccinea* x *D. sherffii* whists 3 for *D. sherffii* x *D. coccinea*, in regard to the morphology of the leaf, architecture of the plant, number of ligules per floral inflorescence and color of the floral inflorescence. The new ornamental traits generated in the progeny plant may enable us the registration of a novel dahlia variety.

Key words: genetic improvement, interspecific hybridization, genetic load.

4.3. INTRODUCCION

De forma natural se han encontrado híbridos entre diferentes especies que se encuentran creciendo en la misma área (Sorensen, 1969), por lo que es seguro que estas condujeron a la formación gradual de nuevos ejemplares, con características diferentes a las especies silvestres. Este fenómeno ya ha sido reportado por varios investigadores que tienen colecciones o bancos de germoplasma con diferentes especies (Mejía *et al.* 2007) y que estas características han sido usadas para la obtención de nuevas variedades (Mera *et al.* 2008).

Por otra parte se ha encontrado evidencia de que existían desde tiempos prehispánicos en México formas cultivadas con capítulos semidobles diferentes a las especies silvestres. Por ejemplo, se muestran imágenes en los códices y algunas publicaciones donde se describían por primera vez a las dalias, por lo que se ha llegado a la conclusión de que las primeras dalias utilizadas en el mejoramiento genético fueron: *Dahlia coccinea*, *Dahlia imperialis*, *Dahlia pinnata* y muy probablemente *Dahlia merckii* (Mejía *et al.* 2011).

La dalia cultivada se ha extendido por muchos países del mundo; sin embargo, en lo que respecta a México se ha desarrollado poca investigación encaminada al cultivo y mejoramiento genético de esta especie (Mera y Bye, 2006).

4.4. Hibridación interespecífica

La constante demanda por producir algo nuevo en el mercado de los cultivos ornamentales conlleva a ampliar la variabilidad genética a través de las estrategias de mejoramiento disponibles para cada cultivo en particular. Se han producido exitosamente híbridos interespecíficos en varios grupos de plantas tales como: Cosmos, Kalanchoe, Prímula y Begonia, de los cuales mediante la hibridación interespecífica se han producido cultivares comerciales (Mii, 2012).

Por lo que para incrementar la variabilidad genética más drásticamente, la hibridación interespecífica ha sido incorporada en los programas de mejoramiento genético de varias plantas ornamentales. La hibridación interespecífica generalmente muestra una morfología intermedia con respecto a los parentales, lo cual es generalmente indeseable cuando se trata de cultivos que como fin es la obtención de frutos para la alimentación; pero a menudo es atractivo, cuando se trata de cultivos ornamentales, pues siempre se buscan cultivares novedosos tanto en el color y forma de las flores, así como en las hojas, siempre que sean demandas por los consumidores (Mii, 2012).

En cuanto a dalia se han reportado experiencias en la hibridación interespecífica entre 22 diferentes especies, lo que abre nuevas expectativas en la generación de nuevas variedades (Hansen y Hjerting, 2003), hibridación entre *D. x hortorum* y *D. macdougalii* (Schie y Debener, 2013), *D. x hortorum* x *D. imperialis* Oku com (Pers, 2009).

Otras técnicas utilizadas en el mejoramiento genético han sido por ejemplo la mutagénesis de raíces tuberosas para obtener variantes a partir del desarrollo estable de mutantes de yemas adventicias (Broertjes y Van Harten, 1978). En Japón recientemente se utilizó la ingeniería genética para la producción de dalia azul mediante la introducción del gen F3'5'H de delfinidina de *Commelina communis* mediada por *Agrobacterium* (Otani, *et al.* 2012).

En lo que respecta al mejoramiento genético en México, Mejía *et al.* (2010) propagaron cuatro poblaciones de especies, de la que *D. pinnata* originó cuatro variantes morfológicas, las cuales son estables, diferentes y homogéneas. También aplicaron un protocolo de propagación en 100 accesiones de trabajo de las que se caracterizaron algunas muestras en función de sus contenidos de inulina.

Hasta hace algunos años era nula la obtención de híbridos de dalia en México; sin embargo, Mejía (2011) obtuvo la primera variedad en Chapingo, México, a la cual denominó "Cielo de Miriam", producto de la hibridación interespecífica de *D. tenuicaulis* x *D. campanulata* que pertenecen a las que se clasifican como Pseudodendron. También se han obtenido nuevas variedades al cruzar *D. tenuicaulis* x *D. imperialis*; *D. excelsa* x *D. imperialis* (Mejía *et al.* 2010; citados por Mejía, 2012).

El mejoramiento genético en México ha sido escaso y una de las limitantes que se encuentra al momento de generar nuevas variedades de dalia es la falta de información o poca accesibilidad de las metodologías utilizadas para generar

nuevos cultivares; sin embargo, año con año en el mundo salen al mercado nuevas variedades de esta planta por lo que es una actividad en constante crecimiento principalmente en países como Estados Unidos, Holanda y Alemania.

En México se conoce muy poco acerca de su cultivo y mejoramiento. Por esta razón, investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma de Chapingo, la Universidad Autónoma del Estado de México y la Sociedad Mexicana de la Dalia conformaron un grupo multidisciplinario para indagar y divulgar su origen, propagación y cultivo (Treviño de Castro *et al.* 2007). Por ser la flor nacional y México el origen de todas las especies, por lo que su material genético debe estudiarse totalmente como parte de nuestro patrimonio biológico y cultural. El presente trabajo tiene como objetivos: Caracterizar y evaluar morfológicamente a los híbridos de *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea* bajo condiciones cultivadas, así como seleccionar híbridos sobresalientes en raíces tuberosas

4.5. MATERIALES Y MÉTODOS

4.5.1 Sitio experimental

El estudio se desarrolló de marzo a noviembre de 2014 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, México, la cual se encuentra ubicada a una altitud de 2,250 m, en las coordenadas geográficas de 19° 29' de Latitud Norte y 98° 53' Longitud Oeste. Tiene un clima subhúmedo, con precipitación

media anual de 700 mm, régimen de lluvias en verano, temperatura media anual 12 a 18 °C y oscilación de temperaturas medias mensuales menor de 5 °C, en el cual se evaluó la progenie producto de las cruzas de *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*.

4.5.2. Germoplasma

La semilla utilizada para los tratamientos fueron de las mismas plantas polinizadas artificialmente en la etapa II, los tratamientos fueron 2 (*D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*) teniendo cada uno 26 repeticiones y cada repetición estuvo compuesto por 20 plántulas dando un total de 520 plántulas en cada tratamiento.

4.5.3. Germinación y trasplante

Se utilizó un invernadero de cristal para la siembra de la semilla híbrida el día 01-marzo-2014 para *D. coccinea* x *D. sherffii* y para *D. sherffii* x *D. coccinea* el día 26-marzo-2014 en charolas de unicel de 128 cavidades y utilizando sustrato a base de peat moss + perlita (3:1 v/v) (Figura 1). Las charolas se apilaron cubriéndose con plástico para mantener la humedad y el calor para propiciar la pronta germinación, la cual ocurrió a los 6 días en promedio por lo que se procedió a separar las charolas, se regaron solamente con agua durante una semana para después empezarlas a regar durante mes y medio con la solución nutritiva de Steiner (1984) al 25 %, manteniendo una CE de 0.5 dS·m⁻¹ y pH de 6.0. En cuanto al control de plagas y enfermedades se aplicaron diferentes

insecticidas y fungicidas como Confidor® para controlar mosquita blanca y Captan® para pudrición de raíz. El trasplante se realizó cuando la plántula tenía mes y medio después de la siembra en el Lote B2 del campo experimental de Chapingo (Figura 1), a una distancia de 60 cm entre plántulas y 80 cm entre surcos utilizando un diseño experimental completamente al azar.



Figura 1. Geminación y trasplante de *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*.

4.5.4. Manejo agronómico

Para el control de plagas y enfermedades se aplicaron productos preventivos como Talstar® y Agrimec® para pulgón principalmente, y Captan® y Mancozeb® para enfermedades fungosas principalmente cenicilla. El control de malezas fue de manera manual durante todo el ciclo.

4.5.5. Requerimientos hídricos y nutrimentales

El suministro de agua al cultivo se hizo mediante el sistema de riego por goteo, proporcionándose cada tercer día y ajustándose de acuerdo a las condiciones de sol y temperatura ya que algunas veces se realizaron más frecuentes o a mayor

intervalo cuando los días eran nublados. Posteriormente empezó la época de lluvias (junio) por lo que ya no fue necesario regarlas.

Como todos los cultivos, se requiere una nutrición balanceada para el óptimo desarrollo de la planta; sin embargo, la dalia es un cultivo que demanda gran cantidad de potasio (K) debido al sistema de raíces tuberosas de almacenamiento que desarrolla por lo que en su nutrición se hicieron 3 aplicaciones con Nitrofoska (12-12-17) al suelo, distribuyéndose el fertilizante de acuerdo a la etapa fenológica así como también fertilizaciones foliares con micronutrientes para reforzar la adecuada nutrición del cultivo.

4.5.6. Caracterización y análisis estadístico

La toma de datos se realizó en ambos tratamientos (*D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*) y en cada una de las plantas (1,040) cuando el primer capítulo era visible su color por lo que la toma de datos se llevó en un lapso de 2 meses en promedio ya que cada planta emitió el primer capítulo en diferente tiempo, las variables evaluadas fueron: altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), número de lígulas por capítulo (NLC), número de entrenudos (NE) y al final de ciclo se extrajeron del suelo para cuantificar el número de raíces (NR) y peso de raíces (PR) por planta. El diseño experimental fue un completamente al azar con 2 tratamientos y 20 repeticiones para *D. coccinea* x *D. sherffii* y los mismo para *D. sherffii* x *D. coccinea*. Los datos obtenidos fueron analizados en SAS. Los híbridos seleccionados se hicieron en base a la diferencia fenotípica con respecto

a los progenitores dándole mayor peso al color y aumento de lígulas en capítulo, por lo que una vez seleccionados se caracterizaron utilizando la guía técnica de la UPOV para dalia.

4.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Figura 2. Progenie *D. coccinea* x *D. sherffii* (derecha) y *D. sherffii* x *D. coccinea* (izquierda).

4.6.1. Altura de planta

En *D. coccinea* como especie se caracteriza por ser una planta de porte alto (hasta 3 m de altura), sin embargo la progenie evaluada de *D. coccinea* x *D. sherffii* (H1) mantuvieron una altura muy estable alrededor de los 102 cm, la variabilidad que *D. coccinea* presenta como especie en plantas que crecen en condiciones silvestres y cultivadas es muy grande presentando valores desde los 50 cm hasta los 300 cm (Etapa II), en el presente trabajo no hubo esa variabilidad en el H1 en altura, sin embargo se presentó variabilidad en cuanto al desarrollo de biomasa en algunas plantas ya que presentaban abundantes ramas basales en comparación con otras plantas que solo presentaban un solo tallo por planta. Para *D. sherffii* x *D. coccinea* (H2) se observó que tuvo una altura de apenas 30 cm lo que fue muy inferior a lo

reportado por Sánchez *et al.* (2013) y lo encontrado en la Etapa II del presente trabajo en donde se reportan valores promedios en plantas silvestres de 84 y 40 cm bajo condiciones cultivadas.

4.6.2. Diámetro de tallo basal y número de entrenudos por planta

D. coccinea cultivada como especie presentó valores de 1.7 cm de diámetro basal (etapa II) en el presente estudio la progenie del H1 estadísticamente fue diferente al H2 sin embargo es importante mencionar que son especies diferentes por lo que no se pueden comparar, por lo que solo se busca resaltar las características individuales de cada especie. El valor de 1.6 cm de diámetro de tallo basal es muy cercano al encontrado en la Etapa II en plantas cultivadas en donde se encontró que en promedio presentaban un diámetro de tallo basal de 1.7 cm. En cuanto al número de entrenudos estadísticamente fueron diferentes siendo superior el H1 con 10 entrenudos por planta, en la Etapa II se encontró 10 y 13 entrenudos por planta en *D. coccinea* cultivada en maceta y suelo respectivamente. *D. sherffii* es una planta de porte más bajo en contraste con *D. coccinea* por lo que en condiciones cultivadas se han encontrado valores de 1.4 cm de tallo basal y 7 entrenudos por planta (Etapa II), sin embargo en el H2 los valores fueron ligeramente inferiores como se observa en el cuadro 2. Los valores que presentan lo progenie de *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea* es contrastada con los valores obtenidos de los parentales en la segunda etapa en la que se observa que algunas variables disminuyeron su valor con respecto

a los parentales esto es posible si se toma en cuenta que la progenie producto de la hibridación interespecifica es el promedio de los parentales.

Cuadro 1. Variables de altura, diámetro y número de entrenudos por planta en el H1 y H2.

Hibrido	Altura de planta	Diámetro de tallo basal	Número de entrenudos
<i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i>	102a**	1.60a	10a
<i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i>	30b	1.01b	6b

** : Valores con la misma letra no son significativamente diferente; (Tukey, $\alpha \leq 0.01$),

El cuadro siguiente muestra los valores obtenidos por parcela de medios hermanos dentro de cada hibrido así para el H1 se observa que estadísticamente no hubo diferencia significativa entre las 26 parcelas; sin embargo, el intervalo en cuanto a esta variable va desde los 83.5 cm hasta los 146 cm, por lo que para efecto de selección de familias de medios hermanos con valores absolutos se pueden elegir para altura de planta ejemplares de porte alto (146 cm), porte mediano (102 cm) o porte bajo (83.5). En cuanto al diámetro de tallo y número de entrenudos las parcelas 24, 9 y 11 respectivamente son las familias de medios hermanos con los valores más altos en estas tres variables, lo mismo para el caso del H2 el cual si se desea seleccionar familias de medios hermanos con valores altos para altura de planta, diámetro de tallo y número de entrenudo las parcelas 2, 1 y 23 respectivamente son las que superan a las demás. Por lo que la selección de algún valor de alguna variable estará en función de lo que busca el investigador, ya sea plantas con mayor altura o plantas pequeñas.

Cuadro 2. Variables evaluadas en plantas al momento de la floración

<i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i> (H1)						<i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i> (H2)					
AP	NP	DTxP	NP	NExP	NP	AP	NP	DTxP	NP	NExP	NP
146a	24	2.05a	9	13a	11	37a	2	1.60a	1	7a	23
124ab	18	2.00ab	12	11b	1	36ab	15	1.25ab	2	7a	2
111ab	1	1.98ab	18	11bc	12	35ab	1	1.11bc	15	7a	4
110ab	23	1.98ab	20	10bcd	9	35ab	24	1.11bc	23	7a	15
110ab	26	1.83abc	24	10bcd	6	35ab	6	1.10bc	13	7a	22
108b	22	1.77abc	26	10bcd	18	34ab	23	1.10bc	9	6a	24
106ab	19	1.69abc	2	10bcd	15	33ab	12	1.09bc	12	6a	12
105ab	9	1.66abc	25	10bcd	21	32ab	13	1.08bc	5	6a	1
104ab	2	1.64abc	16	10bcd	7	31ab	9	1.02bc	6	6a	5
104ab	21	1.64abc	10	10bcd	23	31ab	11	1.01bc	4	6ab	9
104ab	11	1.64abc	23	10bcd	2	31ab	18	1.00bc	24	6ab	3
103ab	15	1.64abc	13	10bcd	8	31ab	5	1.00bc	11	6ab	26
101ab	4	1.62abc	1	10bcd	10	31ab	22	1.00bc	22	6abc	25
101b	12	1.62abc	6	10bcd	24	30ab	20	0.96bc	25	6abc	11
101ab	8	1.58abc	22	10bcd	25	30ab	25	0.95bc	8	6abc	18
98.5ab	25	1.53abc	15	10bcd	22	29ab	26	0.93bc	10	6abc	20
95.55ab	13	1.52abc	3	10bcd	4	29ab	14	0.93bc	3	6abc	19
95.25ab	17	1.49abc	17	9bcd	26	29ab	10	0.92bc	14	6abc	14
95.15ab	10	1.48abc	11	9bcd	19	28ab	21	0.91bc	18	6abc	13
94.3ab	14	1.46abc	21	9bcd	20	28ab	19	0.89bc	7	6abc	6
93.9ab	7	1.46abc	8	9cd	17	28ab	16	0.89bc	21	6abc	21
91.35b	3	1.38abc	7	9cd	14	28ab	4	0.88c	19	6abc	10
91b	5	1.34abc	4	9cd	3	24ab	3	0.86c	20	6abc	17
90.75b	20	1.28abc	5	9cd	16	24ab	17	0.86c	26	6abc	16
87.4b	16	1.25bc	19	9cd	13	24ab	7	0.85c	16	5bc	7
83.5b	6	1.18bc	14	9cd	5	22b	8	0.75c	17	5c	8
DMSH 53		0.78		2		14		0.36		1	

** : Valores con la misma letra no son significativamente diferente; (Tukey, $\alpha \leq 0.01$), DMSH: Diferencia mínima significativa honesta, AP: Altura de planta, NP: Número de parcela, DTxP: Diámetro de tallo por planta, NExP: Número de entrenudos por planta, H1= *D. coccinea* x *D. sherffii*, H2= *D. sherffii* x *D. coccinea*.

4.6.3. Días a floración

Los días a floración en los dos híbridos fue estadísticamente diferente como se observa en el Cuadro 4, sin embargo la diferencia es apenas de 4 días debido a que en el presente experimento se sembró primero el H1 y a los 26 días se sembró el H2 lo que permitió este margen de pocos días a la floración, ya que en la Etapa II sembraron ambas especies en la misma fecha encontrando que *D. coccinea* requería de 107 días para florecer mientras que *D. sherffii* necesitaba solo 75 días después de la siembra, ambas bajo condiciones cultivadas, por lo que hubo una diferencia de 32 días.

4.6.4. Número de lígulas por capítulo y capítulos por planta

En el número de lígulas fue igual en la descendencia tanto para *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea* las cuales solo presentaron 8 lígulas igual que los progenitores, en cuanto al número de capítulos por planta fue ligeramente igual a los encontrados en la Etapa II cuando fueron cultivadas en maceta presentando 54 y 17 capítulos por planta en *D. coccinea* y *D. sherffii* respectivamente, sin embargo cuando fueron cultivadas en suelo ambas especies los valores fueron del orden de 200 y 45 capítulos para *D. coccinea* y *D. sherffii* respectivamente (Etapa II) superiores a los encontrados en el presente trabajo.

Cuadro 3. Variables del crecimiento de los híbridos evaluados

HIBRIDO	Días a floración	Numero de lígulas x capitulo	Número de capítulos x planta
<i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i>	99a**	8a	74a
<i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i>	95b	8a	16b

** : Valores con la misma letra no son significativamente diferente; (Tukey, $\alpha \leq 0.01$),

Las variables de días a floración y número de capítulos por planta fueron estadísticamente diferentes entre familias de medios hermanos, en el cual se observan valores que iban desde los 85 hasta los 114 días a floración y de 26 hasta 158 capítulos por planta lo que refleja la alta variabilidad de la progenie de *D. coccinea* x *D. sherffii*. En cuanto a la progenie de *D. sherffii* x *D. coccinea* fue similar presentando valores en el intervalo de 87 a los 104 días a floración y de 9 a los 27 capítulos x planta en familias de medios hermanos, para el número de lígulas por capítulo en ambos híbridos fue de ocho.

Cuadro 4. Días a floración, número de lígulas por capítulo y número de capítulos por planta en familias de medios hermanos en *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*

<i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i>						<i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i>					
DF	NP	NLxC	NP	NCxP	NP	DF	NP	NLxC	NP	NCxP	NP
H1		H1		H1		H2		H2		H2	
114a**	17	8a	1	158a	7	104a	16	8a	2	27a	11
110ab	26	8a	2	146a	6	103ab	25	8a	9	26a	12
107abc	25	8a	3	122b	23	102ab	23	8a	5	24ab	14
107abc	15	8a	4	119bc	8	102ab	20	8a	10	24ab	1
104abcd	4	8a	5	101bcd	18	101ab	17	8a	11	24abc	4
103abcd	21	8a	6	100bcde	9	100ab	12	8a	7	18abcd	13
103abcd	11	8a	7	97bcdef	22	99ab	13	8a	23	18abcd	26
103abcd	24	8a	8	89defg	17	98ab	18	8a	12	17abcd	2
103abcd	20	8a	9	77efgh	25	98ab	4	8a	24	17abcd	9
101abcd	13	8a	10	74fghi	24	98ab	21	8a	22	17abcde	5
101abcd	2	8a	11	73ghi	11	97ab	9	8a	3	17abcde	8
101abcd	9	8a	12	70ghi	4	97ab	3	8a	16	16bcde	3
99abcd	22	8a	13	70ghi	26	95ab	14	8a	15	15bcde	16
99abcd	19	8a	14	70ghi	20	95ab	19	8a	26	15bcde	22
97abcd	14	8a	15	68ghij	3	95ab	26	8a	17	14bcde	24
97abcd	12	8a	16	58hijk	21	95ab	6	8a	20	14cde	18
95bcd	18	8a	17	58hijk	10	95ab	10	8a	21	12de	15
94bcd	23	8a	18	55hijk	19	95ab	11	8a	6	12de	7
94bcd	16	8a	19	52ijkl	5	93ab	2	8a	18	11de	23
93bcd	6	8a	20	45jklm	2	93ab	1	8a	25	11de	20
92bcd	7	8a	21	41klm	16	92ab	5	8a	19	10de	10
91bcd	1	8a	22	35klm	12	92ab	24	8a	14	10de	19
90cd	5	8a	23	29lm	1	89ab	22	8a	1	10de	6
90cd	3	8a	24	29lm	15	89ab	15	8a	4	9de	25
88d	10	8a	25	27m	14	87b	8	8a	13	9de	21
85d	8	8a	26	26m	13	87b	7	8a	8	e	17
DMSH 19		0		23		16		1		10	

** : Valores con la misma letra no son significativamente diferente; (Tukey, $\alpha \leq 0.01$), **DMS**: Diferencia mínima significativa honesta, DF: Días a floración, NP: Número de parcela, NLxC: Número de lígulas por capítulo, NCxP: Número de capítulos por planta.

4.6.5. Número de raíces tuberosas por planta y peso de raíces tuberosas por planta

D. coccinea al ser una planta de porte alto favorece el crecimiento y desarrollo no solo de la parte aérea sino también de la raíz, por lo que esto se refleja en que tenga mayor número y peso de raíces por planta como se observa en el Cuadro 6 donde los híbridos de *D. coccinea* x *D. sherffii* produjeron 15 raíces alcanzando un peso de 1417 g como se observa en el Cuadro 6. En el presente trabajo se usó una densidad de 2.4 plantas m⁻² x 1,417 g planta⁻¹ = 3400.8 g m⁻² se obtuvo un rendimiento potencial de 34 ton ha⁻¹. En la Etapa II se cultivó a la especie *D. coccinea* bajo condiciones de malla antiafidos y fertirriego con una densidad de población de 2.86 plantas m⁻² donde se obtuvieron rendimientos potenciales de 37 ton ha⁻¹, lo cual muestra que esta planta tiene mucho potencial para producción de raíces tuberosas, tanto en condiciones protegidas como a campo abierto.

El cultivo de *D. sherffii* x *D. coccinea* mostro valores inferiores a *D. coccinea* x *D. sherffii*, sin embargo es importante puntualizar que son especies diferentes por lo que su potencia de rendimiento es diferente. En cuanto al peso alcanzado por el H2 con cinco raíces tuberosas por planta fue inferior al encontrado en la Etapa II donde se cultivó a *D. sherffii* bajo malla antiafidos y fertirriego obteniéndose pesos de 410 g con ocho raíces tuberosas por planta alcanzando 11.7 ton ha⁻¹ de rendimiento potencial, en el presente estudio donde se trasplantaron 2.4 plantas m⁻² y rendimiento de 245 g planta⁻¹ se alcanzó un rendimiento potencial de 5.9 ton ha⁻¹. Por lo que el rendimiento de este cultivo fue mayor cuando se cultivó como especie y manejado mediante fertirriego y malla antiafidos.

Cuadro 5. Variables del crecimiento de los híbridos evaluados

HIBRIDO	Número de raíces tuberosas x planta	Peso de raíces tuberosas (g) x planta
<i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i>	15.0a**	1417a
<i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i>	5.0b	245b

** : Valores con la misma letra no son significativamente diferente; (Tukey, $\alpha \leq 0.01$).

En cuanto a la comparación de medias entre familias de medios hermanos en las variables antes mencionadas se encontró que no hubo diferencia significativa entre parcelas del mismo híbrido, sin embargo si hay un intervalo grande en familias de medios hermanos dentro del mismo híbrido como se observa en el Cuadro 7, por ejemplo tomando valores absolutos para número de raíces tuberosas por planta se tiene que las parcelas 11, 18 y 19 presentan los valores más altos, en cuanto al peso de raíces tuberosas por planta la parcela 18 fue la que mostro el valor más alto en esta variable por lo que esto es muy importante si se desean plantas con mayor número y peso de raíces tuberosas se pueden seleccionar estas parcelas, incluso la parcela 18 presenta valores altos en ambas variables.

El H2 presenta la misma tendencia en cuanto a estas variables, por lo que para el número y peso de raíces tuberosas el intervalo de valores va desde las 3 a 7 raíces tuberosas por planta y de 138 a 373 g de peso de raíz tuberosa por planta lo que sugiere que hay una amplia variabilidad en cuanto a estas variables en este híbrido, siendo así

de vital importancia la selección de parcelas que presenten mayor producción de raíces tuberosas con lo cual se alcancen mayores rendimientos.

Cuadro 6. Número y peso de raíces tuberosas en familias de medios hermanos

<i>D. coccinea</i> x <i>D. sherffii</i> (H1)				<i>D. sherffii</i> x <i>D. coccinea</i> (H2)			
NRTxP	NP	PRTxP	NP	NRTxP	NP	PRTxP	NP
H1		H1		H2		H2	
19a**	11	2224a	18	7a	6	373a	6
19a	18	1964ab	11	6a	26	316abc	23
19a	19	1883ab	10	6a	1	306abc	15
18a	2	1856ab	6	6a	23	296abc	13
18ab	16	1753ab	24	6a	11	296abc	7
17ab	17	1700ab	16	6a	13	273abc	25
17ab	9	1570ab	12	6a	15	263abc	11
16ab	21	1551ab	7	6a	5	259abc	9
16ab	10	1518ab	9	6a	25	257abc	24
15ab	12	1510ab	23	6a	4	255abc	10
15ab	8	1485ab	8	6a	21	245abc	18
15ab	6	1469ab	1	5a	2	245abc	22
15ab	25	1463ab	25	5a	19	243abc	12
15ab	20	1328ab	21	5a	20	243abc	5
15ab	24	1267ab	26	5a	7	237abc	19
14ab	1	1250ab	22	5a	14	235abc	21
14ab	15	1243ab	3	5a	24	230abc	2
14ab	23	1201ab	17	5a	18	227abc	14
13ab	3	1201ab	2	5a	9	201bc	26
13ab	14	1170a	5	5a	3	200bc	17
13ab	7	1128ab	19	4a	22	199bc	16
13ab	26	1108ab	15	4a	16	198bc	4
12ab	5	1053ab	4	4a	12	198bc	20
12ab	22	1049ab	20	4a	10	165bc	8
12ab	13	1009ab	13	3a	8	158bc	3
10b	4	887b	14	3a	17	138c	1
DMSH	9	1321		4		172	

** : Valores con la misma letra no son significativamente diferente; (Tukey, $\alpha \leq 0.01$), NRTxP: Número de raíces tuberosas x planta, NP: No. De Parcela, PRTxP: Peso de raíces tuberosas x planta, DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

4.7. Selección de híbridos de *D. coccinea* x *D. sherffii* y *D. sherffii* x *D. coccinea*, descritas de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV.

Los resultados muestran cierta variabilidad en los híbridos, tanto en color y tipo de hoja, altura de planta, cambio en el color y aumento de lígulas en capítulos. La descripción morfológica de cada una de las plantas seleccionadas se realizó en base a la Guía Técnica de la UPOV (TG/226/1).

Tomando en cuenta que se sembraron 520 semillas de *D. coccinea* x *D. sherffii* y solo dos plantas mostraron diferencias fenotípicas con respecto a los parentales la probabilidad de encontrarlas en este trabajo fue de apenas el 0.4 % y para el caso de *D. sherffii* x *D. coccinea* en el cual se encontraron tres plantas fenotípicamente diferentes a los parentales la probabilidad de encontrarlas es de 0.6 % sumados estos dos porcentajes es de apenas el 1 %. Esto es importante ya que indica que la probabilidad de encontrar hibridación interespecífica entre estas dos especies es muy baja por lo que se debe aumentar el número de semillas a sembrar si se desea tener mayor éxito de encontrar plantas fenotípicamente diferentes a los parentales.

Para cuestiones de identificación de los 5 híbridos seleccionados se enumeran del 1 al 5 anteponiendo la letra H como sinónimo de híbrido.



Figura 4. H1 seleccionado de *D. coccinea* x *D. sherffii*

El H1 producto de la cruce de *D. coccinea* x *D. sherffii* tuvo crecimiento semierecto, con capítulos semidobles de color lila.

Cuadro 7. Caracteres morfológicos evaluados en el H1 de *D. sherffii* x *D. coccinea* de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV.

Carácter	Clave	Carácter variable	Carácter variable	Carácter variable	Carácter variable	Variable	
1	2	15	3	29	3	43	1
2	5	16	3	30	5	44	*
3	2	17	7	31	5	45	N/A
4	3	18	4	32	3	46	N/A
5	2	19	4	33	2	47	N/A
6	3	20	5	34	5	48	N/A
7	3	21	2	35	5	49	N/A
8	7	22	1	36	5	50	N/A
9	2	23	1	37	*	51	1
10	3	24	N/A	38	3	52	N/A
11	1	25	3	39	3	53	3
12	1	26	N/A	40	3	54	4
13	N/A	27	N/A	41	1	55	4
14	1	28	N/A	42	4	56	N/A
						57	N/A



Figura 5. H2 de *D. sherffii* x *D. coccinea*

El H2 presentó crecimiento semirrastrero con abundante follaje, capítulos sencillos con 8 lígulas de color naranja mezclado con tonalidades de amarillo y lila, los capítulos fueron estériles.

Cuadro 8. Caracteres morfológicos evaluados en el híbrido de *D. sherffii* x *D. coccinea* de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV.

Carácter	Clave	Carácter	Clave	Carácter	Clave	Carácter	Clave
1	3	15	3	29	3	43	3
2	3	16	3	30	3	44	*
3	1	17	3	31	5	45	N/A
4	3	18	2	32	1	46	1
5	1	19	3	33	NA	47	3
6	3	20	5	34	5*	48	N/A
7	3	21	1	35	5	49	10
8	7	22	1	36	5	50	2
9	2	23	1	37	*	51	1
10	3	24	NA	38	3	52	NA
11	2	25	3	39	3	53	3
12	2	26	NA	40	3	54	4
13	N/A	27	NA	41	1	55	4
14	1	28	NA	42	1	56	NA
						57	NA



Figura 6. H3 de *D. sherffii* x *D. coccinea*

El H3 fue de crecimiento semierecto muy similar a su progenitor Femenino (*D. sherffii*), sin embargo la forma de las lígulas y del capítulo en general fue diferente.

Cuadro 9. Caracteres morfológicos evaluados en el híbrido de *D. sherffii* x *D. coccinea* de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV.

Carácter	Clave	Carácter variable	Carácter variable	Carácter variable	Carácter variable	Variable	
1	2	15	3	29	3	43	1
2	3	16	3	30	3	44	N/A
3	4	17	5	31	5	45	N/A
4	3	18	4	32	3	46	N/A
5	1	19	4	33	3	47	N/A
6	3	20	7	34	5	48	N/A
7	3	21	1	35	5	49	N/A
8	7	22	1	36	5	50	N/A
9	3	23	1	37	5	51	1
10	3	24	N/A	38	3	52	NA
11	2	25	3	39	3	53	3
12	1	26	N/A	40	3	54	4
13	N/A	27	N/A	41	1	55	4
14	1	28	N/A	42	4	56	NA
						57	NA



Figura 7. Híbrido de *D. coccinea* x *D. sherffii*

El H4 quien tuvo como progenitor Femenino a *D. coccinea* presento un crecimiento arbustivo con capítulos color salmón y pedúnculos relativamente largos.

Cuadro 10. Caracteres morfológicos evaluados en el híbrido de *D. coccinea* x *D. sherffii* de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV.

Carácter	Clave	Carácter variable	Variable				
1	3	15	3	29	3	43	1
2	3	16	5	30	5	44	N/A
3	1	17	5	31	3	45	N/A
4	3	18	2	32	3	46	N/A
5	1	19	3	33	2	47	N/A
6	3	20	5	34	5	48	N/A
7	3	21	1	35	5	49	N/A
8	7	22	1	36	5	50	N/A
9	1	23	1	37	5	51	1
10	3	24	N/A	38	3	52	N/A
11	2	25	3	39	3	53	3
12	1	26	N/A	40	3	54	4
13	=	27	N/A	41	1	55	4
14	1	28	N/A	42	1	56	N/A
						57	N/A

4.8. CONCLUSIONES

La progenie de *D. coccinea* x *D. sherffii* (H1) presentó los valores más altos en las variables evaluadas con respecto a *D. sherffii* x *D. coccinea* (H2); sin embargo, hubo un decremento en cuanto al rendimiento de raíces tuberosas en la progenie comparado con los parentales, siendo así que para el H1 se alcanzó un rendimiento de raíces tuberosas de 34 ton ha⁻¹ y 5.9 ton ha⁻¹ para el H2, la descendencia del H1 fue estadísticamente superior al H2 en la mayoría de las variables evaluadas, mostrando también diferencias en familias de medios hermanos dentro del mismo híbrido. Los ejemplares fenotípicamente diferentes a los parentales fueron 5 del total de la población que fue de 1040 plantas por lo que el factor de selección fue del 0.8 % seleccionándose 2 plantas del H1 y 3 del H2 los cuales se evaluaron en base a la Guía Técnica de la UPOV las cuales se espera proponer al menos una para su registro como variedad.

4.9. LITERATURA CITADA

- Broertjes, C., A.M. Van Harten 1978.** Application of Mutation Breeding Methods in the Improvement of Vegetatively Propagated Crops. An Interpretive Literature Review. Elsevier Scientific Pub. Co. Amsterdam.
- Castro-Castro, A.; Rodríguez, A., Vargas-Armando; M. Harker 2012.** Diversidad del genero *Dahlia* (*Asteraceae*, *Coreopsidiae*) en Jalisco, México y Descripción de una nueva especie. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83:347-358.
- Gatt M., Ding H., Hammett K., and Murray B 1998.** Polyploidy and Evolution in Wild and Cultivated *Dahlia* Species. *Annals of Botany Company*. 81: 647-656.
- Gatt, M., Hammett, K. and Murray, B 1999.** Confirmation of Ancient Polyploidy in *Dahlia* (*Asteraceae*) Species using Genomic In Hybridization. – *Ann. Bot.* 84: 39-48.
- Gatt, M., Hammett, K. and Murray, B 2000a.** Interspecific hybridization and analysis of meiotic chromosome pairing in *Dahlia* (*Asteraceae*-*Heliantheae*). *Plant Syst. Evol.* 221: 25-33.
- Girón López, L. et al. 2013.** Mejoramiento Genético de *Dahlia* (*Dahlia brevis*). XIV Congreso Nacional y VII Internacional de Horticultura Ornamental, UAEM Unidad Académica Tenancingo, Octubre, 2013.
- Hansen y Hjerting 2003.** Hibridization within *Dahlia* (*Asteraceae*, *Coreopsidieae*). A synopsis based on data from 20 species. The Botanic Garden, University of Copenhagen. Denmark. 20 pp.

- Hansen, H.V. and Hjerting, J.P 1996.** Observations on chromosome numbers and biosystematics in Dahlia (Asteraceae, Heliantheae) with an account on the identity of *D. pinnata*, *D. rosea*, and *D. coccinea*.- Nord. J. Bot. 16: 445-455
- Láscarez Rodríguez, L 2011.** Rescate y caracterización de una población de *Dahlia brevis* Sorensen (especie endémica de México en peligro de extinción. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Chapingo.
- Lawrence, W. J 1970.** The evolution and history of the Dahlia. The Dahlia Annual Leamington, National Dahlia Society, 16-24.
- Mejía M. J. et al. 2010.** Programa nacional de colecta, conservación y uso de los recursos genéticos de la dalia (2010-2011): Resúmenes ejecutivos: *ejercicio fiscal 2010*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. México.
- Mejía M. J. et al. 2010.** Programa nacional de colecta, conservación y uso de los recursos genéticos de la dalia (2010-2011): Resúmenes ejecutivos: *ejercicio fiscal 2010*. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. México.
- Mejía M. J. M., Espinosa F.A., Mera O.L.M., Laguna C.A., Bye B.R.; Treviño C.G 2007.** Propagación de dalias en México, Publicación de difusión #2, SNICS, SAGARPA, México, D.F., 34 p.
- Mejía Muñoz J.M.; Reyes Santiago J.; Treviño de Castro G.; Flores Espinosa C.; Espinosa Flores A.; Sosa Montes E.; Cervantes Martínez T.; Cetina Alcalá V.M.; Tress Villaraux L.; Cuadrielo Aguilar J.I.; Solís Magallanes**

A.; Rodríguez M.; Martínez L.; De la Peña García C.; Rodríguez Elizalde M.A.; Sánchez Fuentes A.D.; Castro Gurria O.A.; Granada Carreto L 2011. La dalia nuestra flor nacional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México. 150pp.

Mejía Muñoz J.M.; Reyes Santiago J.; Treviño de Castro G.; Flores Espinosa C.; Espinosa Flores A.; Sosa Montes E.; Cervantes Martínez T.; Cetina Alcalá V.M.; Tress Villaraux L.; Cuadrielo Aguilar J.I.; Solís Magallanes A.; Rodríguez M.; Martínez L.; De la Peña García C.; Rodríguez Elizalde M.A.; Sánchez Fuentes A.D.; Castro Gurria O.A.; Granada Carreto L 2011. La dalia nuestra flor nacional, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo México. 150pp.

Mera Ovando L.M., Mejía Muñoz J. M., Bye Boettler R. A., Laguna Cerda A., Espinosa Flores A., Treviño de Castro G 2008. Diversidad de dalias cultivadas (Diversity of cultivated dahlias) Publicación de difusión # 3.pag. 40-49. SAGARPA-SNICS, México, D.F.

Mera Ovando, L.M. y Bye Boettler, R 2006. La *dahlia* una belleza originaria de México. Revista Digital Universitaria. Volumen 7 Número 11 • ISSN: 1067-6079. http://www.revista.unam.mx/vol.7/num11/art90/nov_art90.pdf.

Mii M 2012. Ornamental Plant Breeding through Interspecific Hybridization, Somatic Hybridization and Genetic Transformation. Acta Hort. 953, ISHS 2012
Oku, M. 2011. Personal Comm. Japan.

Otani, Y., Tatsuzawa, F., Mii, M 2012. Production of blue dahlia by introducing flavonoid 3', 5'-hydrolase gene with Agrobacterium-mediated transformation methods in Dahlia. 24th International EUCARPIA Symposium.

Section Ornamentals. "Ornamental Breeding Worldwide" September 2-5, 2012. Warsaw, Poland.

Sorensen, P. D 1969. Revision of the genus *Dahlia* (Compositae-Heliantheae, Coreopsidinae). *Rhodora* 71: 309-365, 367-416.

Treviño C.M.G., Mera O.L.M., Bye B.R., Mejía M.J.M. y Laguna C. A 2007. Historia de la dalia o Acocoxóchitl, "La flor nacional de México". Publicación de difusión #.1. SINAREFI. 27pp.