

# DIVERSIDAD FLORAL DE DIFERENTES ESPECIES DE CEMPOALXOCHITL

## FLORAL VARIABILITY OF MARIGOLD

Sócrates Silverio Galicia Fuentes<sup>1</sup>

### RESUMEN

En cempoalxochitl, *Tagetes* sp., se desconocen muchos de sus caracteres biológicos en particular la variabilidad de su inflorescencia. Por eso el objetivo de este estudio fue contribuir al conocimiento de dicha variabilidad. En noviembre de 1992 se colectaron capítulos de *Tagetes* sp. en 891 tumbas del panteón de San Miguel Xometla estado de México, seleccionando aquellos que eran distintos en sus características morfológicas. Posteriormente se describieron y tipificaron mediante las variables siguientes: especie, ondulación de la corola de flores liguladas, color de la corola y tipo de capítulo. En el material colectado se identificaron cuatro especies, se establecieron 68 fenotipos de *Tagetes erecta* L. predominando los capítulos dobles (63.2%) anaranjados (55.88%) y aserrados (54.4%), características que el productor selecciona preferentemente. En *Tagetes patula* L. se encontraron 14 fenotipos predominando los intermedios (64.3%) sobre los simples (28.6%) y dobles (7.1%). Los capítulos con predominancia de color rojo y amarillo presentaron la misma cantidad de variantes fenotípicas cada uno. En todos los fenotipos las flores liguladas son onduladas. En *Tagetes lungulata* y *Tagetes minuta* se encontraron cuatro y tres fenotipos respectivamente. Estos datos expresan la amplia diversidad de la inflorescencia de cempoalxochitl principalmente en *T. erecta* L. y la riqueza del recurso fitogenético para iniciar investigaciones específicas.

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

*Tagetes erecta* L., *T. patula* L., *T. lungulata*, *T. minuta*, germoplasma de cempoalxochitl, recurso fitogenético.

### SUMMARY

In marigold, *Tagetes* sp., many of its biological characters are unknown, especially the variability of its inflorescence. For this reason, the objective of this study was to contribute to the knowledge of such variability. Capitulum of *Tagetes* sp. were collected in November of 1992 from 891 graves at the San Miguel Xometla cemetery, selecting those that showed different morphological traits. Afterwards, they were described and classified using the following variables: species, type of corolla border, color of the corolla, and type of capitulum. Four species were identified and 68 phenotypes of *T. erecta* L. were established. The percentages of the phenotypes were: double capitulum (62.3%), orange color inflorescences (55.8%), and irregular corolla border (54.4%). These are the types which are preferred by the farmers. Fourteen phenotypes were found in *T. patula* L. with intermediate capitulum (64.3%) and this were more common than the single type (28.6%), and those with double inflorescences (7.1%). The capitulum with predominance of red and yellow colors showed the same quantity of phenotypes. Four and three phenotypes were found in *T. lungulata* and *T. minuta*, respectively. These data show the great diversity of inflorescences in marigold, basically with *T. erecta* L. and the large amount of existing germplasm to initiate specific research studies.

### ADDITIONAL INDEX WORDS

*T. erecta* L., *T. patula* L., *T. lungulata*, *T. minuta*, germplasm of marigold, phytogetic resource.

### INTRODUCCION

La gran riqueza de especies y su alto endemismo representan un enorme valor económico y científico. México es afortunado en este sentido ya que ocupa el cuarto lugar

<sup>1</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. C.P. 56230 Chapingo, Méx.

a nivel mundial en diversidad florística y faunística (Palomino, 1991).

En México se estiman 30,000 especies de plantas vasculares de las que 3,187 son endémicas del orden Angiospermae y de éste las compuestas representan al 16.27% (Toledo, 1988).

El cempoalxochitl pertenece a la familia de las compuestas y al género *Tagetes*, el cual cuenta con 50 especies de las que 32 se encuentran en México (Gómez, 1982). Los usos del cempoalxochitl son muy amplios tales como larvicida, nematocida, insecticida (áfidos, dípteros), medicinal (analgésico, antiséptico, carminativo, diurético, emenagogo) y ceremonial. Sin embargo, su importancia económica actual radica en su empleo como ornamental en la celebración del Día de Muertos y en la industria como fuente de xantofilas pigmentantes de la piel y huevo de aves (Castro, 1994).

El cempoalxochitl se cultiva en México en tres sistemas agrícolas: intensivo para la industria en los estados de Michoacan, Guanajuato y Sinaloa, asociado con maíz, y en pequeñas parcelas para ofrenda floral, en los estados del centro y sur del país. El sistema intensivo incluye variedades mejoradas como el híbrido Hawaii B y el cultivo ornamental dispone de híbridos como Fits Lady, Jubilee, Queen Bee y Naughty Marietta (Pérez *et al.* 1994).

El género *Tagetes* presenta una gran variabilidad interespecífica e intraespecífica que es parcialmente originaria de México. En éste, dicha heterogeneidad es el resultado de siglos de evolución por selección natural y bajo domesticación (Castro, 1994).

A pesar de su importancia, en México se desconocen los mecanismos hereditarios de la planta, los métodos adecuados de mejoramiento e incluso son escasos los estudios de

caracterización y evaluación de recursos genéticos. Por eso, el objetivo de este estudio es contribuir a la clasificación de la variabilidad de la inflorescencia de cempoalxochitl.

La hipótesis de trabajo fue la siguiente: La caracterización de la diversidad de cempoalxochitl por medio de descriptores cualitativos de la inflorescencia permite la separación de grupos fenotípicos.

## REVISION DE LITERATURA

### El género *Tagetes* y los recursos fitogenéticos de México

Los recursos fitogenéticos son uno de los productos más trascendentes del desarrollo histórico del hombre. México es privilegiado en biodiversidad con sus 30,000 especies de plantas vasculares, se ubica por encima de Estados Unidos (18,000), URSS (20,000) y China (26,000) (Toledo, 1988). Este sustrato biológico combinado con las circunstancias sociales, económicas, técnicas, ecológicas y culturales del país han propiciado el surgimiento de un movimiento científico de valorización y conocimiento, que es la investigación de los recursos fitogenéticos. Un inventario general de sus resultados arroja el reconocimiento de 220 familias, 2,410 géneros y 22,000 especies en la flora fanerógama de México, donde la proporción de endemismo asciende a 10% en el caso de géneros y a 52% en el de especies, pero que pueden incrementarse a 17 y 72 % respectivamente (Rzedowski, 1988). No obstante estos avances, el 25% de las especies vasculares es desconocido para la ciencia (Hernández, 1985).

La familia de las Asteraceas (compuestas y sinteraceas) representa el 16.27% de las angiospermas (Toledo, 1988). Las compuestas constituyen una de las familias más evolucionadas, amplias y con mayor dificul-

tad de estudio ya que contiene 1,000 géneros y cerca de 20,000 especies cosmopolitas (Rzedowski y Calderón, 1985). Esta familia tiene una gran diversidad morfológica, ecológica y genética donde la formación de especies típicas así como razas ecológicas o químicas es uno de los problemas taxonómicos (Martínez, 1991). Este grupo de plantas presenta en México 297 géneros que representan alrededor del 13% del total de los géneros de fanerógamas conocidos en el país (Rzedowski, 1986).

El género *Tagetes*, ubicado en la familia de las sinteraceas, cuenta con 50 especies de las que 32 se encuentran en México (Gómez, 1982) distribuidas desde el sureste de los Estados Unidos de América hasta Argentina (Rzedowski y Calderón, 1985). México es considerado centro de origen de este género debido a que cuenta con una gran diversidad de especies.

### La investigación del género *Tagetes*

La literatura revisada permite constatar la escasez de estudios sobre la biología y disponibilidad de recursos fitogenéticos en el género *Tagetes*, aunque abundan las investigaciones sobre los diferentes usos de éste, tales como protección vegetal (nematicida, insecticida, fungicida, bactericida, alelopatía), perfumería, alimentación de aves, medicina, obtención de aceites esenciales y ornamental (Castro, 1994).

En Estados Unidos se reporta que *T. erecta* tiene muchos y muy variados híbridos con capítulos dobles y semidobles tales como Fits Lady y Jubilee; *T. patula* tiene gran cantidad de variedades con amplia gama de colores y matices, incluyendo variedades enanas, tal es el caso de Queen Bee, Naughty Marietta, Red Brocade y Bolero; en *T. tenuifolia* (*T. singata*) las atractivas formas cultivadas se derivan de *T. pumila* como la Paprika, Golden Gens y

Lemon Gem (Pérez *et al.*, 1994). Sin embargo, la literatura disponible sobre los mecanismos hereditarios y procedimientos genotécnicos en *Tagetes* sp. es escasa. Así, el número cromosómico de *T. patula* es  $2n=48$  (Towner, 1961) el de *T. erecta*, *T. jalisciencis* y *T. tenuifolia* es  $2n=24$  (Towner, 1962), es decir, el número básico de varias especies es  $n=12$ . Por otro lado, Emsweller *et al.* (1937), citados por Gómez (1982), reportan que en *T. erecta* el capítulo doble es un carácter monogénico dominante sobre la cabezuela sencilla; Towner (1961) indica que la corola redonda con antocianina que da el color rojo o anaranjado fuerte (R) es segregado como un carácter simple dominante y las flores tubulares (Tu) segregan como un carácter simple recesivo en cruces interespecíficas.

En México los estudios biológicos del género *Tagetes* han abordado principalmente las características botánicas. Reiche (1926) señala que las especies de este género pueden presentar dos tipos de cabezuelas o capítulos; una heterógama con una hilera de flores periféricas femeninas y liguladas, mientras que las del disco son tubulosas y hermafroditas; otra homógama compuesta sólo de flores liguladas femeninas. El saber popular las ha designado con el nombre de simples y dobles respectivamente. Rzedowski y Calderón (1985) clasificaron ocho especies en el Valle de México, señalan que sólo *T. erecta* y *T. patula* corresponden a las flores denominadas comúnmente como cempoalxochitl o flor de muerto. También indican que *T. erecta* presenta muchas razas seleccionadas que difieren sobre todo en el tamaño y el color de las cabezuelas.

Entre los escasos trabajos que han estudiado la variabilidad del cempoalxochitl destaca el de Gómez (1982) que realizó análisis de varianza de dos poblaciones de *Tagetes* sp. establecidas en Chapingo, una

conformada por 59 selecciones traídas de Sinaloa y la otra por 9 materiales colectados en Texcoco y San Miguel Tlaixpan, México; Huexotzingo, Puebla y Cd. Altamirano Guerrero, encontrando diferencias estadísticas al 0.05 de probabilidad en altura de planta, longitud del pedúnculo de la cabezuela del tallo principal, número de cabezuelas y peso seco de la población. Pero, en días a floración y peso seco de la cabezuela sólo la población de Sinaloa presentó diferencias estadísticas. En color de flores liguladas definió cinco tonalidades; en tamaño y forma de la cabezuela estableció cuatro y cinco rangos respectivamente, de manera arbitraria. No obstante lo valioso de su estudio, careció de énfasis y precisión sobre ciertas características cualitativas de la cabezuela.

El estudio de Serrato (1990) realizado en Coatlinchán y Ecatzingo, México, aporta datos y conclusiones valiosas sobre características cualitativas de las cabezuelas de cempoalxochitl, su cultivo y uso en panteón. En *T. erecta* reporta 65 fenotipos en los cuales predominan las variantes dobles (51) sobre las simples (14) lo que se asocia a ciertas preferencias de los usuarios y selección de los productores. En *T. patula* encontró ocho fenotipos en los que predominan las cabezuelas simples (7) sobre los dobles (1). Concluye que en panteón se presenta mayor número de fenotipos que en los predios de cultivo, además los tipos de éstos aparecen en aquel. Sugiere coleccionar de preferencia en panteón ya que en él se encuentra una mayor diversidad de germoplasma.

## MATERIALES Y METODOS

Este trabajo forma parte de la colecta realizada en comunidades de la porción oriente del Estado de México. Los criterios para seleccionar los poblados fue el uso masivo de cempoalxochitl en la ofrenda floral de Día de Muertos, así como su producción local

y/o regional, circunstancias que permiten captar la mayor riqueza de germoplasma.

En noviembre de 1992 se colectaron capítulos de cempoalxochitl en 891 tumbas del panteón de San Miguel Xometla, México, seleccionando sólo aquellas que fuesen distintas en sus características morfológicas más evidentes y que correspondieran con los tipos simples, intermedios y dobles. Con el propósito de captar la mayor diversidad de germoplasma se realizaron dos colectas: la primera los días 1 y 2 de noviembre; la segunda el 16 de noviembre.

El poblado de Xometla pertenece al Municipio de Acolman, Edo. de México, se ubica a una altura de 2,294 msnm, clima BS1kw(w)(i')g, suelos vertisoles. Su población es mestiza con antecedente cultural náhuatl.

Respecto del método, Howes (1981), citado por Querol (1988), propone diferenciar cuatro niveles de información: información de pasaporte, datos de caracterización, evaluación preliminar y evaluación posterior. Este estudio se ubica en el segundo nivel: caracterización, que es la toma de datos mayormente cualitativos para describir y por ello diferenciar accesiones de una misma especie.

Debido a la ausencia de guía de descriptores para *Tagetes* sp. este estudio se procedió a su tipificación por medio de las variables siguientes: especie, tipo de capítulo, proporción de cada tipo de flor en el capítulo, ondulación del borde de la corola y color de la corola. En la identificación de las especies se usaron las guías de Rydberg (1915) y Rzedowski y Calderón (1985). Las Figuras 1 y 2 muestran los tipos de capítulos así como la ondulación de diferentes lígulas de flores de *T. erecta*. La Figura 3 presenta las flores liguladas, similiguladas y tubular de *T. patula*.

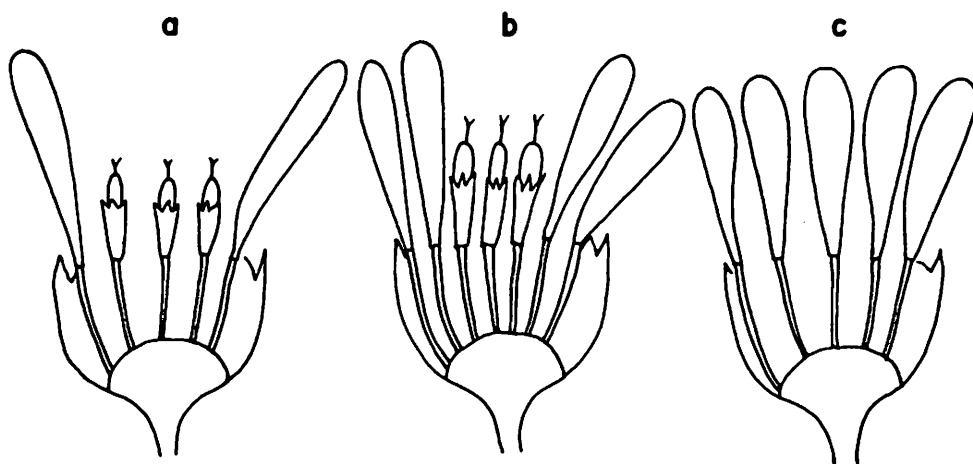


Figura 1. Tipos de capítulos en *Tagetes erecta* L.; a) capítulo simple. b) capítulo intermedio. c) capítulo doble.

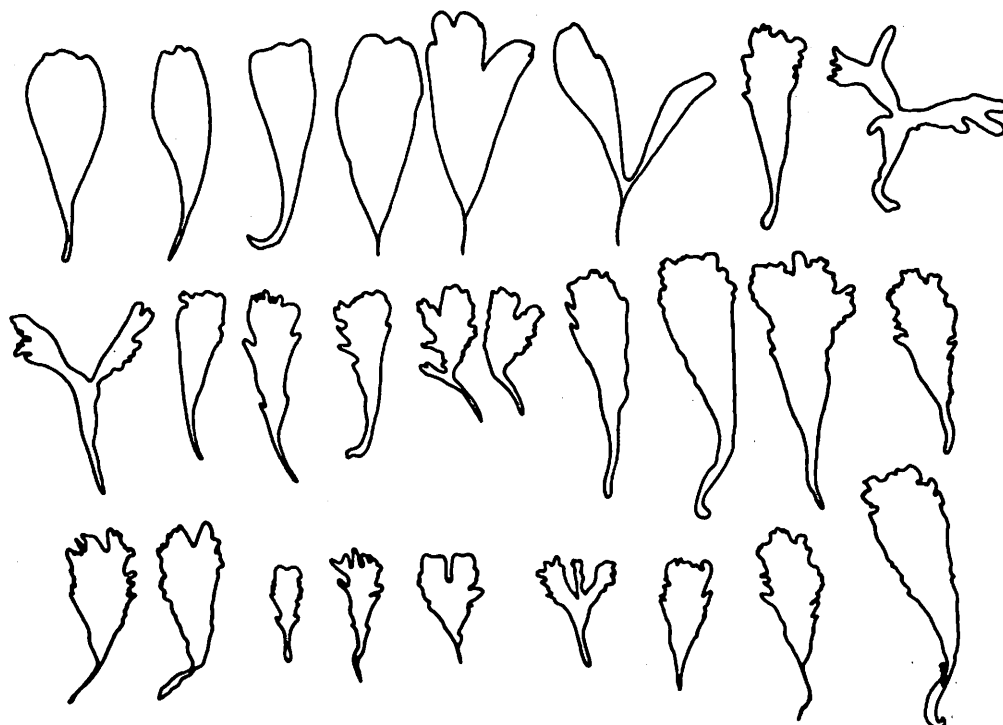


Figura 2. Diversidad de bordes de corola en *Tagetes erecta* L.

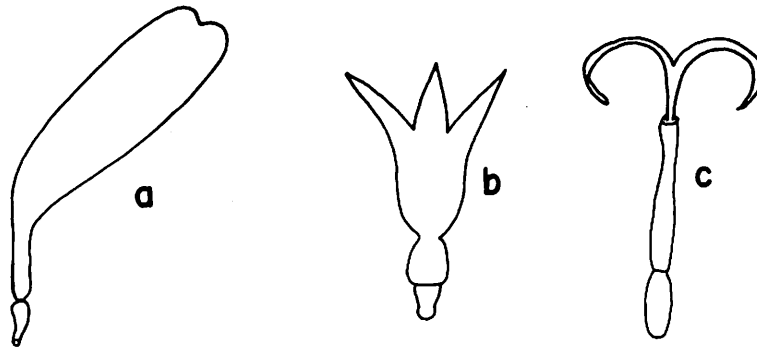


Figura 3. Diferentes tipos de flores de *T. patula*: a) flor ligulada. b) flor semiligulada. c) flor tubular.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se establecieron 68 fenotipos de *Tagetes erecta* L. apreciándose una mayor proporción de variantes (43) en capítulos dobles respecto a los fenotipos en capítulos simples (15) e intermedios (10). Se observa mayor variabilidad en las inflorescencias de color anaranjado (38) que en las amarillas (30). Respecto del grado de irregularidad del borde de la corola de flores liguladas se estableció una mayor diversidad de fenotipos chinos o aserrados (37) que lisos y ondulados (31). Pero destacando los capítulos dobles-chinos (27) sobre los dobles-lisos (16). Esta situación se invierte en capítulos simples con proporción de siete variantes chinos y ocho lisos. En inflorescencias intermedias es más agudo dicho contraste ya que presentó tres fenotipos chinos y siete lisos (Cuadro 1). Las Figuras 1 y 2 muestran los tipos de capítulos así como la ondulación de diferentes lígulas de flores de *T. erecta*.

Los hechos anteriores permiten inferir que existe mayor diversidad intraespecífica en capítulos dobles, anaranjados y chinos debido a que el mercado prefiere dichas variantes, por lo que a nivel de predio el productor está seleccionando de acuerdo a dichos criterios. Esta última circunstancia ha sido constatada por otros investigadores (Estrada *et al.*, 1989 y 1990; Serrato, 1990). Al comparar los resultados obtenidos con los reportados por diferentes autores se observan limitaciones en la definición de las mejores variables para tipificar la variación de *Tagetes* sp. así como la interpretación de los resultados. Así, Gómez (1982) enfatizó los criterios cuantitativos tales como altura de la planta, número de inflorescencias por planta y días a floración comparados por procedimientos estadísticos como análisis de varianza. De acuerdo con Querol (1988) las variables cuantitativas y los métodos estadísticos son preferibles en las fases de evaluación preliminar y posterior. Además, éstos no permitieron formar fenotipos, razas

Cuadro 1. Fenotipos de capítulos de *Tagetes erecta* L.

| TC<br>BC                           | Doble |   |      |   |      |   |   |   | Simple |    |      |   | Intermedio |    |      |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |     |
|------------------------------------|-------|---|------|---|------|---|---|---|--------|----|------|---|------------|----|------|---|---|---|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|-----|
|                                    | Chino |   |      |   | Liso |   |   |   | Chino  |    | Liso |   | Chino      |    | Liso |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |     |
| GA (1-8)<br>y O (a-e)<br>de corola | 1     | 2 | 3    | 4 | 5    | 6 | 7 | 8 | a      | b  | c    | d | e          | 3  | 4    | 5 | 6 | a | b  | c | d  | 3 | 4 | 5 | 6 | a | b | c | d |  |  |  |  |     |
| Intensidad de color de corola      |       |   |      |   |      |   |   |   |        |    |      |   |            |    |      |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |     |
| (-)I                               |       |   | XX   |   | XX   |   |   |   | X      |    |      |   |            |    |      |   |   |   | XX |   |    |   |   |   |   |   | X |   |   |  |  |  |  |     |
| II                                 |       |   | X    |   | XXX  |   |   |   | X      |    |      |   |            |    |      |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   | X |   |   |  |  |  |  |     |
| III                                |       |   |      |   | X    |   |   |   | X      |    |      |   |            |    |      |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   | X |   |   |  |  |  |  |     |
| IV                                 |       |   |      |   |      |   |   |   | X      | X  |      |   |            |    |      |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |     |
| (+)V                               |       |   | XX   |   | XXX  |   |   |   | X      | X  |      |   |            |    |      |   |   |   |    |   | XX |   |   |   |   |   | X |   |   |  |  |  |  |     |
| (-)VI                              |       |   | XXXX |   |      |   |   |   | XX     |    |      |   |            | X  |      |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |     |
| VII                                |       |   | XX   |   | XX   |   |   |   | X      | X  |      |   |            |    |      |   |   |   | X  |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  | X   |
| VIII                               |       |   | X    |   | X    |   |   |   |        | XX |      |   |            |    |      |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  | X   |
| IX                                 |       |   |      |   | X    |   |   |   | X      | XX |      |   |            |    |      |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |     |
| X                                  |       |   | X    |   |      | X |   |   |        |    |      |   |            | X  |      |   |   |   |    |   | X  |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  | X   |
| XI                                 |       |   |      |   |      |   |   |   |        |    |      |   |            | XX |      |   |   |   |    |   | X  | X |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  | XXX |
| (+)XII                             |       |   |      |   |      |   |   |   |        |    |      |   |            |    |      |   |   |   |    |   |    |   |   |   |   |   | X |   |   |  |  |  |  |     |
| No. de Fenotipos                   |       |   | 27   |   |      |   |   |   |        |    |      |   |            | 16 |      |   |   |   | 7  | 8 |    |   |   |   |   |   | 3 |   |   |  |  |  |  | 7   |

TC: tipo de capítulo; BC: borde de corola; GA: grado de aserramiento; O: ondulación.

Nota: La proporción de flores tubulares y liguladas puede ser >, =, o < en los tipos intermedios.

o grupos varietales; mientras que Estrada *et al.* (1989, 1990), clasifican apresuradamente capítulos simples como "asilvestrados" y dobles como "domesticados" asociándolos incorrectamente con diferente grado de domesticación, tales formas de los capítulos son tipos naturales del género *Tagetes*, el cual presenta dimorfismo sexual que se caracteriza por que, en las inflorescencias simples o heterógamas predominan las flores tubulares hermafroditas, cumpliendo la función de plantas masculinas; mientras que los capítulos dobles u homógamos se componen totalmente de flores liguladas femeninas desempeñando el papel de hembras. Así, aquellas son necesarias para la reproducción de éstas.

Una colecta posterior de capítulos dobles de *Tagetes erecta* L. (Cuadro 2) permitió apreciar que el espectro de variación del grado de aserramiento del borde de la corola es mayor (1-20).

De acuerdo con Serrato (1990), estos datos permiten precisar que el proceso de domesticación de *T. erecta* L. responde al tipo de capítulo, borde de la corola y coloración, y la presencia de capítulos intermedios, tipificados por una mayor cantidad de flores liguladas respecto a los capítulos simples, expresa una forma de herencia no reportada en la literatura especializada y presupone mejoramiento genético dirigido. Además, modifica lo conocido sobre la herencia monogénica dominante del carácter

Cuadro 2. Fenotipos de capítulos dobles de *Tagetes erecta* L.

| TC<br>BC                             | D o b l e |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Liso |   |   |
|--------------------------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|---|---|
|                                      | Chino     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   |
| GA (1-20)<br>y O. (a-c)<br>de corola | 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | a    | b | c |
| Intensidad de color de corola        |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   |
| (-)I                                 |           |   |   | X |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   |
| II                                   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | X  |    |    |    |      |   |   |
| III                                  |           |   | X |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   |
| IV                                   |           |   |   |   |   |   |   |   |   | X  | X  | X  |    |    |    |    | X  |    |    |    |      |   |   |
| (+)V                                 | X         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      | X | X |
| (-)VI                                |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   |
| VII                                  |           |   |   |   | X | X |   |   |   |    |    |    |    |    |    | X  |    | X  |    |    |      |   |   |
| VIII                                 |           |   |   |   |   |   | X |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   |
| IX                                   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | X  | X  |    |    |    |    |    | X  | X  |      |   |   |
| X                                    |           |   |   |   |   |   |   |   |   | X  |    |    |    |    | X  |    |    |    |    |    |      |   |   |
| XI                                   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    | X  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   |
| (+)XII                               |           |   | X |   |   |   | X | X |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   |
| No. de Fenotipos                     |           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 23   | 2 |   |

TC: tipo de capítulo; BC: borde de corola; GA: grado de aserramiento; O: ondulación; a-c grados de ondulación.

doble sobre el sencillo, sugiriendo la posibilidad de otro tipo de herencia.

En *T. patula* L. se establecieron 14 fenotipos en los que se aprecia una mayor proporción de variantes de capítulos; 9 intermedias, 4 simples y 1 doble. En cuanto al número de fenotipos con predominancia de color rojo se observaron 7, igual que en las variantes con predominancia de color amarillo. En los capítulos tipo intermedio destacan los fenotipos de grupo B (7) sobre los C y D con una variante (Cuadro 3). La Figura 3 presenta las flores liguladas, semiliguladas y tubular de *Tagetes patula*.

La menor diversidad de *Tagetes patula* respecto a *Tagetes erecta* se relaciona con la erosión cultural que trae como consecuencia cambios en las preferencias de los grupos humanos y por consecuencia erosión genética.

En *T. lungulata* se describieron los cuatro fenotipos siguientes:

- a) Capítulo intermedio: mayor número de flores tubulares (63) que liguladas (22), éstas presentan color amarillo del cuarto matiz.



Cuadro 3. Fenotipos de inflorescencias de *Tagetes patula* L.

| Tipo de capítulo          | Liguladas |          | Semiliguladas        |                |               |               | Número de fenotipos |       |
|---------------------------|-----------|----------|----------------------|----------------|---------------|---------------|---------------------|-------|
|                           | Rojas     | Amarilla | Amarilla orilla roja | Amarilla PRRDF | Amarilla 3PRD | Amarilla 5PRD | Subtotal            | Total |
| <b>DOBLE</b>              |           |          |                      |                |               |               |                     |       |
| (Todas liguladas)         | LBO12     |          |                      |                |               |               |                     | 1     |
| <b>INTERMEDIO</b>         |           |          |                      |                |               |               |                     |       |
| <b>A</b>                  |           |          |                      |                |               |               |                     |       |
| (Ligulado = Tubulado)     |           |          |                      |                |               |               |                     |       |
| <b>B</b>                  |           |          |                      |                |               |               |                     |       |
| (Ligulado < Semiligulado) |           | LABO9    | LCABOR5              | LRBO6          | LRBO7         | LRBO          | 7                   | 9     |
|                           |           | LRBO10   |                      |                | SL3PRD=SLA    |               |                     |       |
|                           |           |          |                      |                | LRBO11        |               |                     |       |
| <b>C</b>                  |           |          |                      |                |               |               |                     |       |
| (Ligulado = Semiligulado) | LBO14     |          |                      |                |               |               | 1                   |       |
| <b>D</b>                  |           |          |                      |                |               |               |                     |       |
| (Ligulado > Semiligulado) | LBO13     |          |                      |                |               |               | 1                   |       |
| <b>SIMPLE</b>             |           |          |                      |                |               |               |                     |       |
| (6 a 8 liguladas)         |           |          |                      |                |               |               |                     |       |
| I                         | BOA1      |          |                      |                |               |               | 1                   |       |
| II                        | BOALC2    |          |                      |                |               |               | 1                   | 4     |
| III                       | BOALCR3   |          |                      |                |               |               | 2                   |       |
|                           | BOALCRA4  |          |                      |                |               |               |                     |       |
|                           |           |          |                      |                |               |               | 14                  |       |

Fenotipos con ligula lisa = 0

Fenotipos con ligula ondulada = 14

Fenotipos con predominancia de color rojo = 7

Fenotipos con predominancia de color amarillo = 7

LC: Flores liguladas de imbricación compacta; L: Flor ligulada; BL: Borde liso; BO: Borde ondulado; BOA: Borde ondulado de color amarillo; R: Color rojo intenso de flores liguladas; RA: Color rojo-amarillo de las flores liguladas; PPRDF: Punta del pétalo rojo por dentro y fuera; 3PRD: Tres pétalos rojos por dentro; 5PRD: Cinco pétalos rojos por dentro; BOR: Borde ondulado de color rojo; LA: Líguladas amarillas; SL3PRD=SLA: Semiliguladas de tres pétalos rojos en igual cantidad de semiliguladas amarillas; Pétalo = flor ligulada o semiligulada.

b) Capítulo intermedio: mayor cantidad de flores tubulares (57) que liguladas (21), éstas tienen color amarillo del tercer matiz.

c) Capítulo simple: 45 flores tubulares y 15 liguladas, éstas son amarillas del tercer matiz.

d) Capítulo intermedio: 49 flores tubulares y 21 liguladas, aquellas son amarillas del cuarto matiz con la punta roja.

En las cuatro variantes es una constante la proporción 3:1 del número de flores tubulares en contraste con las liguladas. También, presentaron involucre pequeño con dimensiones similares: ancho con promedio de 0.8

cm y rango de 0.7 a 0.9 cm.; largo con promedio de 1.6 y rango de 1.5 a 1.7 cm.

El cempoalxochitl de zorrillo (*Tagetes minuta*) presenta capítulo muy pequeño con involucre de dimensiones similares en los tres fenotipos: ancho con promedio de 0.4 cm y rango de 0.3 a 0.5 cm; largo con promedio de 1 cm y rango de 0.9 a 1.2 cm. La descripción de las variantes establecidas es la siguiente:

- a) Capítulo simple: presenta 5 flores liguladas y 21 flores tubulares, aquellas se distinguen por presentar una mancha acorazonada de color ocre muy intenso.
- b) Capítulo simple: 5 flores liguladas y 29 flores tubulares, aquellas tienen una mancha acorazonada de color ocre tenue.
- c) Capítulo simple: 5 flores liguladas y 28 flores tubulares, aquellas presentan una mancha acorazonada de color ocre intenso.

De los resultados anteriores se puede inferir que, en las últimas tres especies el proceso de domesticación es débil y/o que existen mecanismos genéticos que limitan el desarrollo de diversidad intraespecífica, como puede ser el caso de capítulos dobles en *Tagetes patula*.

### CONCLUSIONES

El uso de descriptores cualitativos de la inflorescencia de cempoalxochitl tales como tipo de capítulo, proporción de cada tipo de flor en el capítulo, ondulación del borde de la corola y color de la corola permiten la separación de grupos fenotípicos.

*Tagetes erecta* presenta mayor diversidad intraespecífica, especialmente en capítulos dobles, anaranjados y chinos.

En *Tagetes pátula*, *Tagetes lungulata* y *Tagetes minuta* se presenta menor diversidad intraespecífica.

Es necesario precisar los descriptores, sus estados y generar la guía correspondiente para que futuros estudios homogeneicen criterios que permitan tener mayor precisión sobre la riqueza intraespecífica del género *Tagetes* existentes en México.

### AGRADECIMIENTOS

Agradezco el asesoramiento del M.C. Miguel Angel Serrato Cruz. Actualmente Profesor-Investigador del Departamento de Fitoecnia de la UACH.

### BIBLIOGRAFIA

- Castro R., A.E. 1994. Origen, naturaleza y usos del cempoalxóchitl. Geografía Agrícola (estudios de la agricultura mexicana) 20:179-189.
- Estrada L.,E., Rivas G., M.E. y García L.,D. 1989. El cultivo del cempoalxochitl (*Tagetes erecta* L.) en San Pablo Ixayoc, Texcoco, México y la ofrenda de muertos o fiesta de todos los santos. Memoria del III Congreso Nacional de la SOMECH. México. p. 80.
- \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. 1990. Observaciones sobre la morfología floral del cempoalxochitl *Tagetes erecta* L. en Eloteppec, Huatusco, Veracruz y la ofrenda de muertos en la fiesta de todos los santos. Resúmenes del V Congreso Latinoamericano de Botánica. La Habana, Cuba. p. 324.
- Gómez V., H.C. 1982. Variabilidad en cempasuchil. Estudio en algunas colectas de *Tagetes* sp. Revista Chapingo 33-34:29-34.
- Hernández X.,E. 1985. Biología Agrícola. CECSA. México, D.F. p. 41.

- Martínez A., M.A. 1991.** Cinco familias de plantas con potencial económico y genético para México. Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. pp. 53-62.
- Palomino H., G. 1991.** La importancia del enfoque interdisciplinario en el conocimiento de los recursos vegetales de México. Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. pp. 63-82.
- Pérez T.,C., Mardones, J.,Díaz, F. y Ferrer, M. 1994.** *Tagetes*. Plantas de interior, terraza y balcón. Planeta-De Agostini, S.A. Barcelona, España. 46:538-539.
- Querol L., D. 1988.** Recursos genéticos, nuestro tesoro olvidado. Aproximación técnica y socioeconómica. Industrial Gráfica S.A. Lima, Perú. pp. 133-147.
- Reiche, C. 1926.** Flora excursoria en el Valle Central de México. Manuel Porrúa S.A., Librería. México. p. 208.
- Rzedowski, J. y Calderón de R., G. 1985.** Flora fanerogámica del Valle de México. Tomo II. ENCB e Instituto de Ecología. México, D.F. pp. 429-442 y 586-590.
- \_\_\_\_\_. 1986. Claves para la identificación de los géneros de la familia *Compositae* en México. ENCB e Instituto de Ecología. México, D.F. pp. 7-8, 25, 83, 125 y 132-139.
- \_\_\_\_\_. 1988. Diversidad de Angiospermas en México. Diversidad Biológica en México. T.P. Ramamoorthy, J.Fa, R. Bye y A. Lot. (Eds.) México, D.F.
- Rydberg, P.A. 1915.** *Tagetes*. North American Flora 34:147-159.
- Serrato. 1990.** Contribución al conocimiento de las características florales del cempasuchil (*Tagetes* sp.) Revista Chapingo 71-72: 151-155.
- Toledo, V. 1988.** La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo, CONACYT 14(81): 17-30.
- Towner, W.J. 1961.** Cytogenetic studies on the origin of *Tagetes patula* L. meiosis and morphology of diploid and allotetraploid *T. erecta* x *T. tenuifolia*. Amer. J. Bot. 48:743-751.
- \_\_\_\_\_. 1962. Cytogenetic of *Tagetes jaliscien-  
cis* x *Tagetes erecta*. Amer. J. Bot. 49: 1064-1067.