



Caracterización de *Tagetes filifolia* del centro-sur de México por morfometría de los aquenios

Characterization of *Tagetes filifolia* from central-south Mexico by morphometric achene traits

Carlos A. Núñez-Colín^{1*}, Miguel A. Serrato-Cruz², María Teresa Santos-Cortés², César del C. Luna-Morales², Juan Martínez-Solís² y Jesús Axayácatl Cuevas-Sánchez²

¹Campo Experimental Bajío, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Apartado postal 112, 38010 Celaya, Guanajuato, México.

²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, 56230, Chapingo, Estado de México, México.

*Correspondencia: lit007a@gmail.com

Resumen. *Tagetes filifolia* Lag. es una especie ruderal ampliamente distribuida en México de la cual se empieza a conocer su variabilidad morfológica, como parte de una serie de estudios relacionados con su posible domesticación para obtener biopesticidas. Para ampliar el conocimiento sobre este recurso vegetal se definieron mediante 11 características del aquenio 104 recolecciones del centro-sur de México empleando una técnica digital de imágenes. Se identificaron 5 diferentes grupos morfológicos. El Grupo I presentó recolecciones con aquenios pequeños y anchos; el Grupo II, aquenios grandes y anchos; el Grupo III, aquenios pequeños y alargados; el Grupo IV, aquenios grandes y alargados, y el Grupo V, aquenios grandes pero más alargados que los del Grupo IV. Las variables más discriminantes fueron el índice de alargamiento, índice de compactación, índice de redondez, relación eje menor/ eje mayor para la raíz canónica 1, y perímetro longitudinal y longitud del eje mayor para la raíz canónica 2. La gran variabilidad de las características de la forma y tamaño de los aquenios de *T. filifolia* se pudo agrupar en 5 morfotipos, los cuales no estuvieron presentes en toda la región centro-sur de México.

Palabras clave: Asteraceae, Tageteae, variabilidad del aquenio, morfología, análisis multivariado.

Abstract. *Tagetes filifolia* Lag. is a ruderal species widely distributed in Mexico from which is starting to make knowledge about its morphological variability as a part of a study sequence related with its possible domestication to obtain biopesticides. For acquiring more knowledge on this plant resource, 104 accessions from central-south Mexico were morphologically characterized by 11 achene traits employing a digital images technique. Five different morphologic groups were identified. Group I had accessions with small and wide achenes, group II had big and wide achenes, group III had small and long achenes, group IV had big and long achenes, and group V had big achenes but longer than group IV. The most discriminant variables were elongation index, compactness index, roundness index, minor axis length/ major axis length ratio to get the canonical root 1, and longitudinal perimeter and major axis length to get the canonical root 2. The variability in shape and size of *T. filifolia* achenes was grouped in 5 morphotypes, however not all morphotypes were present in all the central-south region of Mexico.

Key words: Asteraceae, Tageteae, achene variability, morphology, multivariate analysis.

Introducción

El anís de monte o anisillo *Tagetes filifolia* Lag. (Asteraceae: Tageteae), es un recurso fitogenético utilizado en medicina, alimentación y agricultura (Serrato y Quijano, 1994). En la actualidad representa una opción promisoriosa como insecticida y repelente para el control de insectos, como pulgones, trips o mosquitas blanca (Serrato et al., 2003; Camarillo-de la R. et al., 2007; Reyes-T et al., 2007),

por lo que los trabajos que se realicen para su domesticación son importantes. La especie es de condición ruderal, viaria o arvense, tiene una amplia distribución geográfica en México (Neher, 1965; Turner, 1996; Villarreal, 2003), pero la información disponible en herbarios nacionales o en publicaciones sobre aspectos de su variabilidad es incompleta. La primera aproximación sobre la variabilidad de la especie es de Serrato-Cruz y Barajas-Pérez (2006), quienes describieron la morfología de algunos caracteres para 102 recolecciones *in situ* pertenecientes a la región centro-sur de México; mediante el análisis multivariado de características de los aquenios y del involucro, estos autores distinguen 6 grupos morfológicos, definidos

principalmente por la longitud de arista, así como por la longitud y anchura de la semilla, aunque en especies domesticadas de *Tagetes*, las dimensiones del involucro tienen más importancia para la diferenciación morfológica (Serrato-Cruz et al., 1998), lo cual resalta el alto valor que tienen las características de la cabezuela en el estudio de variabilidad en *Tagetes*.

La forma y el tamaño de la semilla son características de la morfología reproductiva que han resultado de utilidad para el estudio de la variabilidad biológica de algunas especies de Asteraceae, variabilidad que, a su vez, es resultado de la adaptación a la diversidad ambiental en la cual se desarrollan (Flann et al., 2002; Fici y Presti, 2003); tales características morfológicas podrían ayudar a comprender más la variabilidad del achenio, previamente detectada en *T. filifolia* (Serrato-Cruz y Barajas-Pérez, 2006).

La información antecedente sobre la longitud y anchura del achenio de *T. filifolia* de diferente origen geográfico (Serrato-Cruz y Barajas-Pérez, 2006) da una idea parcial de la forma y tamaño de ese órgano reproductivo; sin duda, otras características especiales de esta estructura, incluso internas, podrían captarse mediante técnicas de morfometría basadas en digitalización de imágenes para detallar estructuras minúsculas, tal como se ha hecho en propágulos de origen sexual de algunas especies (González-Andrés y Ortiz, 1995; Nieto-Ángel et al., 2009).

Considerando que el conocimiento detallado de la forma y tamaño del achenio de *T. filifolia* podría contribuir al planteamiento de otros trabajos sobre la relación biológico-ambiental de la especie, el objetivo de la presente investigación consistió en caracterizar, mediante morfometría digital, la variabilidad morfológica de los achenios de 104 accesiones de *T. filifolia* de la región centro-sur de México.

Materiales y métodos

De septiembre a noviembre de 2004 se realizó una exploración botánica en distintas regiones de los estados de Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Veracruz para obtener muestras de los achenios de capítulos de al menos 25 plantas de *T. filifolia* en cada sitio (1 000 a 3 000 achenios por muestra). Los lugares de recolección se ubicaron mediante un geoposicionador global Etrex, marca Garmin, registrando coordenadas geográficas y altitud (Apéndice 1). Las 104 muestras recolectadas se depositaron y registraron con las claves FIL001 a FIL104 en el Banco de Germoplasma Salvador Miranda Colín de la Universidad Autónoma Chapingo.

De cada accesión se tomaron al azar 10 achenios para ser digitalizados, uno por uno, con un *scanner* Genius

Color Page Vivid Pro II Film. A partir de las imágenes obtenidas y mediante el programa Image Tool versión 3 (Wilcox et al., 1995), se evaluaron las variables siguientes: perímetro longitudinal, área longitudinal, diámetro Feret

(de acuerdo con la fórmula $DF = \sqrt{(4 \cdot Area) / \pi}$), longitud

del eje mayor, longitud del eje menor, índice de alargamiento (de acuerdo con la fórmula

$$EI = \text{Longitud}_{\text{del eje mayor}} / \text{Longitud}_{\text{del eje menor}},$$

índice de redondez (de acuerdo con la fórmula

$$RI = (4 \cdot \pi \cdot Area) / \text{Perimeter}^2), \text{ índice de compactación (de}$$

acuerdo con la fórmula

$$CI = DF / \text{Longitud}_{\text{del eje mayor}})$$

y relación longitud del eje menor / longitud eje mayor (relación inversa al índice de alargamiento), longitud de la arista larga y longitud de la arista corta (Fig.1). Estas variables presentan una distribución normal y no existen variables autocorrelacionadas.

Se utilizó un análisis de agrupamiento (*cluster*) mediante la distancia euclidiana y el método de aglomeración de varianzas mínimas de Ward (Ward, 1963). Para determinar el número de grupos morfológicamente homogéneos en el dendrograma se realizó una prueba de partición mediante el criterio cúbico de agrupación (Johnson, 1998).

A partir de estos grupos, se realizó un análisis discriminante canónico. Las variables discriminantes en la formación de los grupos que se obtuvieron en el dendrograma se identificaron en la estructura canónica total. Para corroborar los agrupamientos se proyectaron en las primeras raíces canónicas. Además se realizó un análisis de resubstitución (o análisis *a posteriori*) para identificar si las recolecciones fueron o no mal agrupadas por el análisis de agrupamiento, y se realizó la prueba de la distancia de Mahalanobis para verificar si los grupos son diferentes (Johnson, 1998). Todos los análisis se realizaron con el programa SAS, versión 8 (SAS Institute, 1999).

Resultados

De acuerdo con el criterio cúbico de agrupación (Fig. 2), en el dendrograma se identificaron 5 conjuntos morfológi-

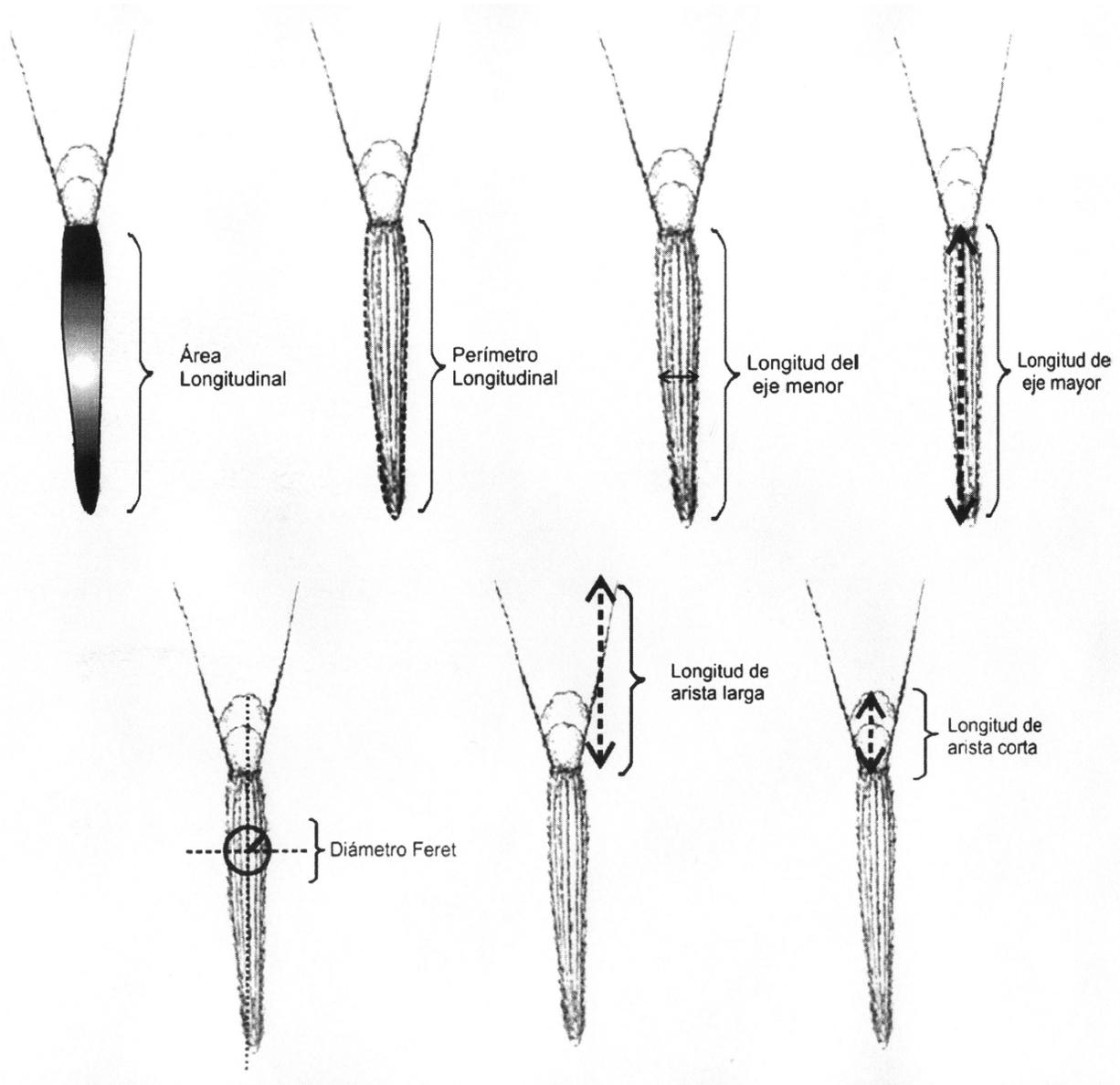


Figura 1. Variables morfométricas obtenidas de aquenios de *Tagetes filifolia*.

camente diferentes que se denominaron grupos (Fig. 3). En el análisis canónico se encontró que las 2 primeras raíces canónicas explicaron más del 78 % de la variabilidad morfológica (Cuadro 1). Las variables más discriminantes para la raíz canónica 1 (Can 1) fueron el índice de alargamiento, la relación eje menor/eje mayor y los índices de redondez y de compactación, es decir, caracteres referentes a forma. Para la función canónica 2 (Can 2), fueron el perímetro longitudinal y la longitud del eje mayor del aquenio, es decir, caracteres referentes a tamaño (Cuadro 2).

En la proyección de las recolecciones en variables canó-

nicas, el Can 1 permitió discriminar aquenios alargados (delgados) y casi redondos (anchos); mientras que el Can 2 facilitó la identificación de aquenios grandes y chicos (Fig. 4).

Las recolecciones del Grupo V se diferenciaron de los otras, principalmente por el índice de alargamiento (12.5), pero con menores índices de redondez (0.23) y de compactación (0.33) y menor relación eje menor /eje mayor (0.08); el perímetro longitudinal y la longitud del eje mayor, tuvieron las mayores dimensiones (13.4 mm y 6.1 mm, respectivamente). Las recolecciones de este grupo presentaron aquenios grandes y muy delgados (Fig. 4).

Cuadro 1. Valores propios de las raíces canónicas y estructura canónica total del análisis discriminante canónico de las características del akenio de 104 colectas de *T. filifolia* de la región centro-sur de México

Variable	Raíces canónicas	
	Can 1	Can 2
Valor propio	4.167	1.589
Varianza aportada	0.570	0.217
Varianza acumulada	0.570	0.787
Área longitudinal del akenio	-0.407	0.777
Perímetro longitudinal del akenio	0.182	0.951
Longitud del eje mayor del akenio	0.308	0.915
Longitud del eje menor del akenio	-0.834	0.499
Relación Eje menor/Eje mayor	-0.942	-0.050
Índice de alargamiento del akenio	0.964	0.053
Índice de compactación del akenio	-0.916	-0.290
Índice de redondez del akenio	-0.923	-0.260
Diámetro Feret del akenio	-0.446	0.839
Longitud de arista corta	0.267	0.373
Longitud de arista larga	0.220	0.428

Las recolecciones de los Grupos III y IV presentaron índices intermedios de redondez (0.31) y compactación (0.39-0.40), y de relación eje menor/eje mayor (0.12-0.13); las del Grupo III presentaron menor longitud del eje mayor (4.7 mm) y de perímetro longitudinal (10.5) que las del Grupo IV en el que estas características presentaron una mayor expresión (5.7 mm y 12.9 mm, respectivamente). Las del Grupo III tuvieron mayor índice de alargamiento (8.8) y en el Grupo IV ese índice fue menor (7.5). En el Grupo IV los akenios fueron pequeños y delgados; en el Grupo III son grandes y tendentes a delgados (Fig. 4).

Los Grupos I y II presentaron los akenios anchos (tendencia a redondo); pero en el Grupo I la longitud del eje mayor (4.6 mm) y el perímetro longitudinal (10.6 mm) resultaron menores que en el Grupo II (5.1 y 11.8 mm, respectivamente). Los akenios del Grupo II fueron grandes y anchos; los del Grupo I, pequeños y anchos (Fig. 4). Hay grupos morfológicos, como I, II y IV, que se distribuyen en toda la región centro-sur de México (Cuadro 3). El grupo

Cuadro 2. Estadísticos básicos de las variables evaluadas por grupo

GRUPO	AA		PA		LEMA		LEME		LEME/LEMA		IA		IR		IC		DFA		LAC		LAL	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
I	3.445	0.449	10.650	0.782	4.652	0.356	0.767	0.081	0.165	0.018	6.245	0.647	0.380	0.026	0.449	0.020	2.082	0.133	1.013	0.249	3.298	0.630
II	4.268	0.229	11.831	0.318	5.103	0.151	0.919	0.035	0.180	0.009	5.642	0.282	0.386	0.013	0.458	0.011	2.329	0.062	1.407	0.287	3.792	0.803
III	2.824	0.556	10.503	0.943	4.702	0.430	0.569	0.088	0.121	0.014	8.843	1.295	0.314	0.024	0.397	0.019	1.864	0.177	1.289	0.449	3.660	0.641
IV	4.093	0.581	12.923	0.802	5.763	0.362	0.785	0.058	0.137	0.010	7.529	0.587	0.319	0.021	0.402	0.015	2.316	0.129	1.263	0.257	3.975	0.612
V	3.473	0.718	13.470	1.893	6.163	0.953	0.513	0.030	0.085	0.014	12.525	2.289	0.233	0.036	0.335	0.031	2.048	0.124	1.598	0.362	4.125	0.629

AA= Área longitudinal del Akenio, PA= Perímetro longitudinal del Akenio, LEMA= Longitud del eje mayor del akenio, LEME= Longitud del eje menor del akenio, LEME/LEMA= Relación Eje menor/Eje mayor, IA= Índice de alargamiento del akenio, IR= Índice de redondez del akenio, IC= Índice de compactación del akenio, DFA= Diámetro Feret del akenio, LAC= Longitud de arista corta, LAL= Longitud de arista larga.

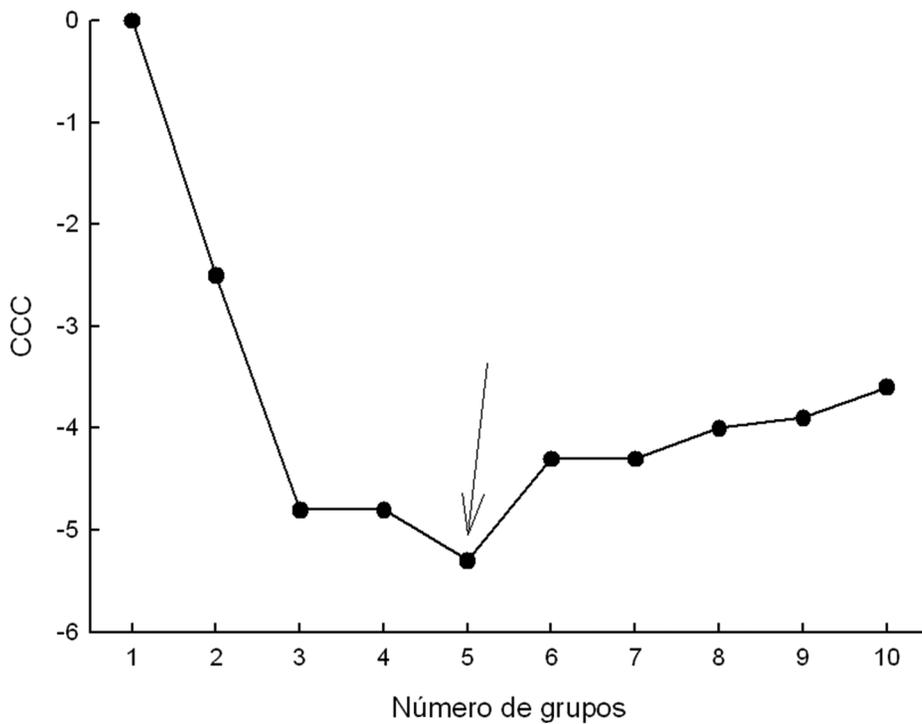


Figura 2. Criterio cúbico de agrupación (CCC) como prueba de partición, el número menor en la gráfica es el número correcto de agrupaciones.

V es una forma rara, y sólo se registró en 4 recolecciones. mientras que en el estado de Michoacán se pueden encontrar los 5 grupos morfológicos.

El análisis de resubstitución mostró pocos errores de clasificación en los grupos I, III y V (Cuadro 4), pero la prueba de Mahalanobis indicó que los 5 grupos morfológicos de *T. filifolia* eran diferentes (Cuadro 5).

Discusión

Las características de forma (índice de alargamiento de 5.6 a 12.5 e índice de redondez de 0.23 a 0.38) y de tamaño (de 4.6 a 6.1 mm) del aquenio, denominadas discriminantes (Cuadro 1) para la agrupación de las accesiones, reflejan variabilidad morfológica en las poblaciones de *T. filifolia* del centro-sur de México. La longitud de la arista del aquenio no resultó de importancia para la diferenciación de los 5 grupos morfológicos, como lo fue en el trabajo previo en el que se identificaron 6 grupos (Serrato-Cruz y Barajas-Pérez, 2006). La forma, alargada o ancha, y el tamaño, grande o pequeño, de los aquenios de *T. filifolia* posiblemente se relacionen con procesos de dispersión por viento, penetración y almacenaje en el suelo, como sucede en otras especies silvestres herbáceas anuales (Thompson, 1987; Grime et al., 1988). El tamaño grande de semilla

permite formar una reserva de semillas permanente en el suelo (Thompson, 1987), y un tamaño pequeño de la semilla se relaciona con una forma más compacta, lo cual puede favorecer el enterramiento de las semillas, escapar de los depredadores y poseer mecanismos de letargo de la germinación (Thompson, 1987; Grime et al., 1988). El tamaño de la semilla y su forma también le confieren un mejor desplazamiento, por ejemplo un tamaño pequeño y forma alargada de la semilla favorecen su desplazamiento dentro del perfil del suelo (Chambers et al., 1991) o en laderas. La relación específica entre características físicas del suelo donde se encontraron las plantas de *T. filifolia* de las que se colectaron aquenios podría ayudar a elucidar más sobre la función de la forma y tamaño de estas estructuras reproductivas.

La distancia de Mahalanobis permitió concluir que los 5 grupos encontrados en el análisis de agrupación fueron morfológicamente diferentes; sin embargo, la prueba de resubstitución indicó inconsistencias en algunas accesiones que podrían pertenecer a otro grupo por presentar características intermedias entre grupos, lo que explicaría el parecido de algunos materiales principalmente en los Grupos I, III y V. No obstante que la mayoría de accesiones presentaron aquenios pequeños y anchos (a), pocas de ellas con aquenios grandes y delgados (b) y accesiones morfológicamente ubicables entre a y b (Cuadro 2, Fig. 4), se desconoce la dirección de esos cambios y las causas precisas asociadas con ellos.

Cuadro 3. Distribución de colectas de *T. filifolia* (por grupo morfológico detectado en el análisis de agrupamiento, expresado en porcentaje) según origen en la Región Centro-Sur de México

Grupo	Colectas	Origen									
		Gro.	Jal.	Méx.	Mich.	Mor.	Oax.	Pue.	SLP	Ver.	
I	54,75,41,43,48,85,6,102,84,90,55,103,15,49,76,80,12,97,73,8,9,11,21,66,67,10,88,52,83,89,19,104,7,50,53,287,65,5,51,82,42	2	10	5	33	0	14	12	2	22	
II	94,98,25,31,33,56,44,64,62,58,77,74,59	15	0	8	46	23	8	0	0	0	
III	20,57,63,45,71,1,23,39,68,14,99,46,96,86,100,26,92,81,93,13,78,4,47,27,37	4	8	8	28	20	8	12	0	12	
IV	16,17,61,72,24,30,32,34,3,95,22,91,40,18,70,28,29,101,36,35	5	15	10	10	40	0	15	0	5	
V	38,60,69,79	0	0	0	50	25	25	0	0	0	

Cuadro 4. Número de observaciones y porcentaje de colectas de *T. filifolia* de la región centro-sur de México, reclasificados en grupos mediante el método de resubstitución

Grupos	I	II	III	IV	V	Total
I	38	1	1	2	0	42
%	90.48	2.38	2.38	4.76	0	100
II	0	13	0	0	0	13
%	0	100	0	0	0	100
III	2	0	22	1	0	25
%	8	0	88	4	0	100
IV	0	0	0	20	0	20
%	0	0	0	100	0	100
V	0	0	1	0	3	4
%	0	0	25	0	75	100
Total	40	14	24	23	3	104
%	38.46	13.46	23.08	22.12	2.88	100

En filas se presentan el número y la proporción de las accesiones ubicadas originalmente en el grupo y en columnas el grupo al que debería pertenecer.

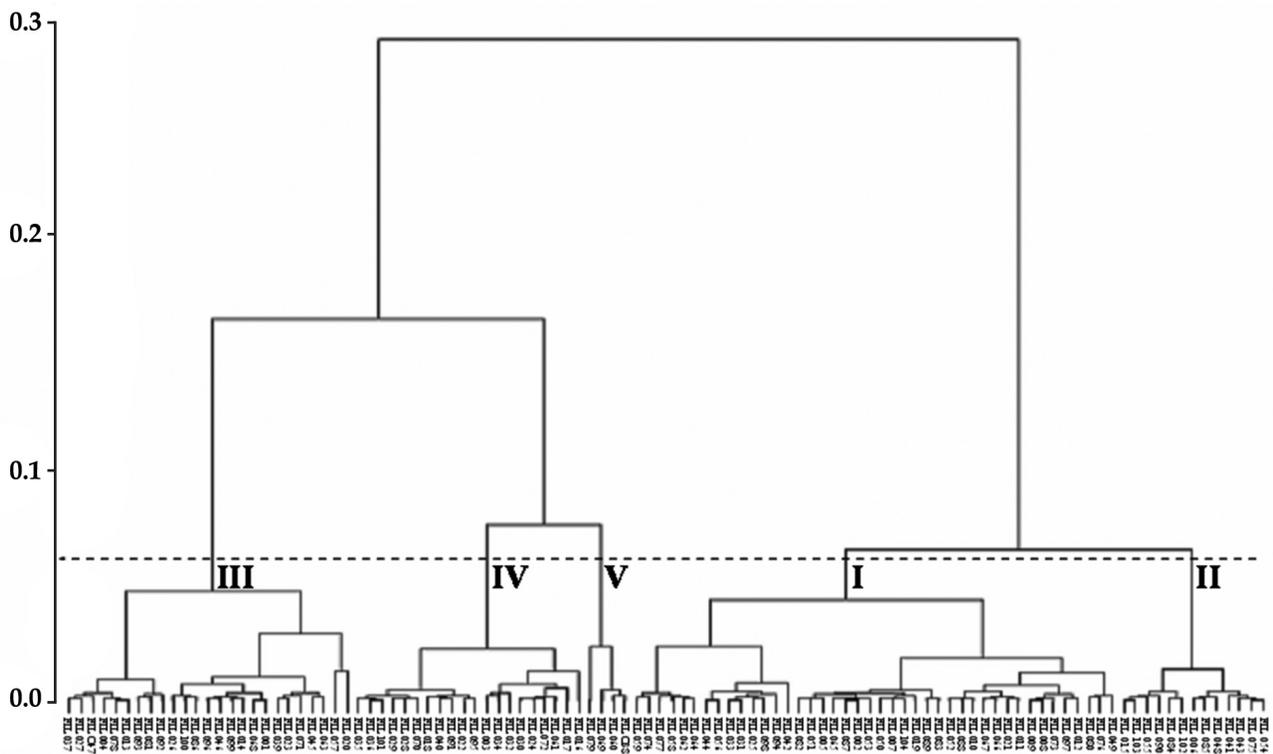


Figura 3. Dendrograma de 104 accesiones de *Tagetes filifolia* mediante caracteres morfométricos de aquenios utilizando la distancia euclidiana cuadrada y el método de aglomeración de Ward.

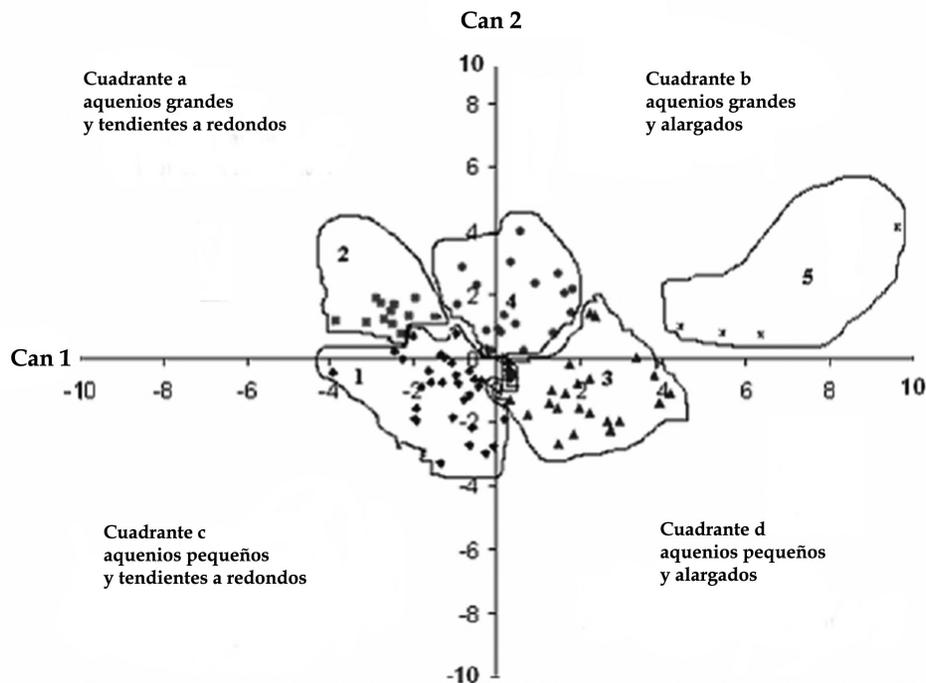


Figura 4. Representación bidimensional de los 5 grupos obtenidos en el análisis de agrupación de 104 accesiones de *Tagetes filifolia* en las 2 primeras funciones canónicas.

Cuadro 5. Distancias Mahalanobis entre grupos formados con características de aquenios de *T. filifolia* obtenidos a partir del dendrograma mediante la distancia euclidiana y el método de Ward

Grupo	I	II	III	IV
II	13.042***			
III	13.160***	28.883***		
IV	10.902***	17.937***	13.413***	
V	70.214***	90.710***	39.473***	49.582***

*** Significativo con $P \leq 0.001$.

La especie prospera en una amplia diversidad ambiental en el centro-sur de México (Apéndice 1), que hace complejo establecer la relación entre el ambiente y las características del aquenio; otras características de la planta como el periodo de floración, el crecimiento vegetativo, las cavidades oleríferas o el área foliar, entre otras, probablemente podrían tener una relación más clara con la diversidad ambiental. Al respecto, los gradientes de temperatura y humedad donde *T. filifolia* está adaptada son muy amplios (Neher, 1965; Serrato-Cruz y Barajas-Pérez, 2006). Un análisis de la variación morfológica del aquenio por transectos altitudinales, climáticos y edáficos en áreas específicas aclararía preguntas sobre la adaptación de *T. filifolia* en el centro-sur de México, como se ha realizado para otras plantas de la familia Asteraceae (Flann et al., 2002; Fici y Presti, 2003) y en otras especies (Dobzhansky, 1970; Murray et al., 2003; Yamada y Miyaura, 2005).

La medición digitalizada de las características de la forma y tamaño de los aquenios de *T. filifolia* provenientes de la región centro-sur de México mostró que hay gran variabilidad en su expresión morfológica agrupada en 5 morfotipos; así, la información generada en el presente estudio da precisión a la descripción publicada por Serrato-Cruz y Barajas-Pérez (2006) sobre este órgano reproductivo. La diversidad ambiental de la región Centro-Sur, en la que se expresa la variabilidad en los aquenios de *T. filifolia*, es amplia (Apéndice 1), pero no todos los grupos morfológicos identificados estuvieron distribuidos en toda esta región. El grupo V con aquenios grandes y muy delgados tiene una distribución restringida.

Agradecimientos

A los árbitros anónimos y a la Dra. Teresa Terrazas por la excelente edición y los atinados comentarios que ayudaron a enriquecer este manuscrito.

Literatura citada

- Camarillo-de la R., G., L. D. Ortega-A., M. A. Serrato-Cruz, C. Rodríguez-H. y S. Barajas-P. 2007. Toxicidad del anisillo (*Tagetes filifolia* Lag.) en moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* West.) en invernadero. *Entomología Mexicana* 6:1038-1043.
- Chambers, J. C., J. A. MacMahon y J. H. Haefner. 1991. Seed entrapment in alpine ecosystems: effect of soil particle size and diaspore morphology. *Ecology* 72:1668-1677.
- Dobzhansky, T. 1970. *Genetics of the evolutionary process*. Columbia University Press, New York. 505 p.
- Fici, S. y R. M. L. Presti. 2003. Variation in the *Senecio aethnensis* group (Asteraceae) along an altitudinal gradient. *Plant Biosystem* 137:305-312.
- Flann, C., P. Ladiges y N. G. Walsh. 2002. Morphological variation in *Leptorhynchos squamatus* (Gnaphalieae: Asteraceae). *Australian Systematic Botany* 15:205-219.
- González-Andrés, F. y J. M. Ortiz. 1995. Seed morphology of *Cytisophyllum*, *Cytisus*, *Chamaecytisus* and *Genista* (Fabaceae: Genistaceae) species for characterization. *Seed Science and Technology* 23:289-300.
- Grime, J. P., J. G. Hodgson y R. Hunt. 1988. *Comparative plant ecology: a functional approach to common British species*. Castlepoint, London. 752 p.
- Johnson, D. E. 1998. *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. Internacional Thompson, México, D.F. 566 p.
- Murray, B. R., A. H. D. Brown y J. P. Grace. 2003. Geographic gradients in seed size among and within perennial Australian *Glycine* species. *Australian Journal of Botany* 51:47-56.
- Neher, R. T. 1965. *Monograph of the genus Tagetes (Compositae)*. Indiana University Press, Bloomington. 1004 p.
- Nieto-Ángel, R., S. A. Pérez-Ortega, C. A. Núñez-Colín, J. Martínez-Solís y F. González-Andrés. 2009. Seed and endocarp traits as markers of the biodiversity of regional sources of germplasm of tejocote (*Crataegus* spp.) from central and southern Mexico. *Scientia Horticulturae* 121:166-170.

Reyes-T., B., J. C. Salazar-T. y A. Juárez-Estudillo. 2007. Uso de extractos orgánicos y acuosos en el control del pulgón *Eriosoma crataegi* Oestlund en tejocote (*Crataegus pubescens* H. B. K.). *Entomología Mexicana* 6:1044-1048.

SAS Institute.1999. SAS/STAT software: changes and enhancements through release 8. SAS Institute, Cary, North Carolina.

Serrato-Cruz, M. A. y J. S. Barajas-Pérez. 2006. Poblaciones silvestres de *Tagetes filifolia* Lag. en el centro y sur de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29 (número especial 2):7-12.

Serrato-Cruz, M. A., S. Miranda-Colín, A. García-Velázquez. y F. Castillo-García. 1998. Aislamiento reproductivo en plantas de cempoalxóchitl (*Tagetes* spp). *Revista Fitotecnia Mexicana* 21:127-138.

Serrato C., M. A. y L. Quijano A. 1994. Usos de algunas especies de *Tagetes* Revisión bibliográfica (1984-1992). *Memorias I Simposium Internacional y II Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible Tradicional*. CEICADAR. Colegio de Posgraduados. Puebla. p. 228-238.

Serrato C., M. A., B. Reyes, L. Ortega, A. Domingo, N. Gómez, F. López, M. Sánchez, L. Carvajal, O. Jiménez, A. Morgado, E. Pérez, J. Quiroz y C. I. Vallejo. 2003. Anisillo (*Tagetes filifolia* Lag.): Recurso genético mexicano para controlar la mosquita blanca (*Bemisia* sp. y *Trialeurodes* sp.). *Revista del Jardín Botánico Nacional* 24:65-70.

Thompson, K. 1987. Seeds and seed banks. *New Phytologist* 106:23-34.

Turner, B. L. 1996. The Comps of Mexico: a systematic account of the family Asteraceae, vol. 6, Tageteae and Anthemideae. *Phytologia Memoirs* 10:1-93.

Villarreal Q., J. A. 2003. Familia Compositae. Tribu Tageteae. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Fascículo 113. Instituto de Ecología, Pátzcuaro, Michoacán. 85 p.

Ward, J. H. Jr. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* 58:236-244.

Wilcox, D., B. Dove, D. McDavid y D. Greer. 1995. Image tool, version 3. Users' guide. University of Texas Health Science Center, San Antonio. . 62 p.

Yamada H. y T. Miyaura. 2005. Geographic variation in nut size of *Castanopsis* species in Japan. *Ecological Research* 20:3-9.

Apéndice 1. Origen de las 104 recolecciones de *T.filifolia* obtenidas en la región centro-sur de México, 2004.

<i>Colecta</i>	<i>Origen</i>	<i>Coordenadas (latitud N, longitud O)</i>	<i>Altitud</i>
FIL 001	San Antonio Ocopetatlán, Puebla	Donación	NR
FIL 002, 003	Colonia Manuel González, Zentla, Veracruz	Donación	NR
FIL 004	Atexca, Zacatlán, Puebla	Donación	NR
FIL 005	Ixcatlo, Ixhuatlán, Veracruz	Donación	NR
FIL 006, 007, 008, 009	Xoxonacatla, Zacatlán, Puebla	Donación	NR
FIL 010, 011	Sayula, Jalisco	19° 49.694' 103° 37.610'	1807
FIL 012, 013	San Antonio, San Gabriel, Jalisco.	19° 47.812' 103° 53.277'	999
FIL 014, 015	Los Parajes, Cocula, Jalisco	20° 22.519' 102° 28.721'	1518
FIL 016, 017, 018	Atotonilco, Jalisco	20° 27.059' 102° 32.784'	1722
FIL 019	Encinal, Totutla, Veracruz.	19° 12. 732' 96° 49.740'	846
FIL 020	Úrsulo Galván, Coatepec, Veracruz	19° 27.138' 96° 57.632'	1184
FIL 021	Acajete, La Joya, Veracruz	19° 06.724'97° 01.929'	2187
FIL 022, 023, 024, 025, 026, 027, 028, 029	Yecapixtla, Morelos	18° 53.040' 98° 51.996'	1558
FIL 030, 031, 032, 033, 034	Nepantla, Morelos	18° 58.611' 98° 50.380'	1980
FIL 035	Zacatlán, Puebla	19° 57.044' 98° 03.310'	2567

Apéndice 1. Continúa.

<i>Colecta</i>	<i>Origen</i>	<i>Coordenadas (latitud N, longitud O)</i>	<i>Altitud</i>
FIL 036	Zacatlán, Puebla	20° 00.181' 98° 05.888'	2404
FIL 037, 038, 039, 040	Ecatzingo, Morelos	18° 58.150' 98° 45.104'	2557
FIL 041	Pátzcuaro, Michoacán	19° 20.099' 101° 42.291'	2153
FIL 042	Tinbangato, Michoacán	19° 29.500' 101° 52.568'	1893
FIL 043, 044, 045	Uruapan, Michoacán	19°20.059' 102°04.742'	1454
FIL 046, 047, 048	Charapendo, Uruapan, Michoacán	19°15.648' 102°03.313'	973
FIL 049, 050, 051	Tancítaro, Michoacán	19°21.185' 102°22.505'	2066
FIL 052, 053, 054	Peribán, Michoacán	19°33.123' 102°26.668'	1449
FIL 055, 056, 057, 058	Los Reyes, Michoacán	19°37.756' 102°29.325'	1308
FIL 059, 060, 061	Tinguindin, Michoacán	19°48.935' 102°30.725'	1802
FIL 062, 063, 064	Santo Tomás Chilchota, Michoacán	19° 48.934' 102° 30.726'	1780
FIL 065	Cheranastico, Chilchota, Michoacán	19° 48.934' 102° 30.726'	2154
FIL 066	Paracho, Michoacán	19° 48.934' 102° 30.726'	2286
FIL 067, 068, 069	San Ángel Ziracuaretiro, Michoacán	19° 27.647' 101° 53.168'	1719
FIL 070	El Temascal, Morelia, Michoacán	19°39.087 100°57.245'	2178
FIL 071	Lindavista, Zitácuaro, Michoacán	19°39.088 100°57.243'	1653
FIL 072, 073, 074	El Cinco, Valle De Bravo, México	19° 24.951' 100° 09.262'	2648
FIL 075	Zacapoaxtla, Puebla	19° 55.778' 97° 35. 693'	1680
FIL 076	Cd. Cárdenas, San Luis Potosí	Mercado Municipal de Cd. Valles, SLP	†1200 1500
FIL 077	Ayutla, Oaxaca.	16° 59.098' 96° 08.574'	1902
FIL 078	Yacochi, Oaxaca,	17° 08.675' 96° 02.816'	2361
FIL 079	Yacochi, Oaxaca,	17° 07.340' 96° 02.326'	2363
FIL 080	Miahuatlán, Oaxaca	16° 13.798' 96° 31.557'	2361
FIL 081	Ciénega, Oaxaca	16° 12.538' 96° 32.116'	2388
FIL 082	Paxtlán, Oaxaca.	16° 10.271' 96° 30.166'	2476
FIL 083	Loxicha, Oaxaca	16° 07.887' 96° 29.794'	2686
FIL 084	Sotavento, Sierra Madre del Sur	16° 04.893' 96° 28.060'	2384
FIL 085	Sotavento, Sierra Madre del Sur	15° 59.515' 96° 31.518'	1543
FIL 086	Tequila, Zongolica, Veracruz	18° 43.751' 97° 03.849'	1993
FIL 087	Tequila, Zongolica, Veracruz	18° 43.236' 97° 03.808'	1830
FIL 088	Ayoxapan, Zongolica, Veracruz	18° 40.074' 96° 57.590'	1453

Apéndice 1. Continúa.

<i>Colecta</i>	<i>Origen</i>	<i>Coordenadas (latitud N, longitud O)</i>	<i>Altitud</i>
FIL 089	Zongolica, Veracruz	18° 40.612' 96° 56.157'	1004
FIL 090	Acajete, Veracruz	19° 34. 864'96° 59.513'	1824
FIL 091	Temascaltepec, México	19°09.997'99°53.599	2674
FIL 092	Temascaltepec, México	19°09.997'99°59.398	2155
FIL 093	Tejupilco, México	18°55.231' 100°08.907	1427
FIL 094, 095	El Aserradero, Coyuca de Catalán, Guerrero	17°58.839' 101°13.746'	1898
FIL 096	El Aserradero, Coyuca de Catalán, Guerrero	17°58.839' 101°13.746'	1612
FIL 097, 098	El Aserradero, Coyuca de Catalán, Guerrero	17°58.839' 101°13.746'	1403
FIL 099	Naolinco, Veracruz	18°43.775' 97°04.024'	1505
FIL 100	Colonia Manuel González, Zentla, Veracruz	Donación	NR
FIL 101	Jilotzingo, Zacatlán, Puebla.	Donación	NR
FIL 102	San Martín Tlacolula, Veracruz.	Donación	NR
FIL 103	Santa María Ocotlán, Putla Oaxaca	Donación	NR
FIL 104	Tlalámac, Ozumba, México.	19° 05' 98° 49'	1780

†Altitud probable; NR, no se registró.

