

POBLACIONES SILVESTRES DE *Tagetes filifolia* LAG. EN EL CENTRO-SUR DE MÉXICO

WILD POPULATIONS OF *Tagetes filifolia* LAG. FROM CENTRAL-SOUTHERN MÉXICO

Miguel Ángel Serrato Cruz^{1*}
y Juan Saúl Barajas Pérez²

¹ Metodología de Investigación, Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Chapingo, México. ² Bioinsecticidas, Cempoalxóchitl y otras Plantas A. C. Cuautlaapan. 56250, Texcoco, México.

*Autor para correspondencia (serrato@correo.chapingo.mx)

RESUMEN

Aquí se presentan los primeros informes sobre aspectos ambientales y la morfológicos de 102 colectas de poblaciones silvestres de *Tagetes filifolia* Lag. obtenidas en la Región Centro-Sur de México, así como información sobre sus usos. La especie se encontró desde los 750 hasta 2686 m de altitud, en 16 regiones que varían en climas: templado (Cw), semicálido A (C) y (A) C, cálido (A) y semiseco (BS), con 27 subtipos climáticos. Se registraron gradientes de expresión morfológicos de la planta en: densidad de depósitos de aceite en el involucro, aroma, porte de planta y ramificación. El análisis multivariado de conglomerados y de componentes principales (CP) de cinco características reproductivas cuantitativas ayudó a identificar seis grupos morfológicos; resultaron distintivos los aquenios largos y delgados (Grupo VI) y los aquenios cortos y anchos (Grupo I). CPI y CP2 explicaron 70 % de la variación (45.1 y 24.9 %, respectivamente) de las colectas. Las longitudes de involucro, arista y semilla en el CPI y el ancho de la semilla en el CP2 tuvieron un valor importante en la variación morfológica de la inflorescencia. Con excepción del Grupo VI, el origen de las colectas no se asoció con la diferenciación de dicha variación. Se documenta un nuevo uso de *T. filifolia*: como sabroizante anisado para atole, pulque y mezcal, alcohol de caña y para cañas tiernas de maíz.

Palabras clave: *Tagetes filifolia*, morfología, análisis multivariado, usos.

SUMMARY

The first report about environmental and morphological aspects related to 102 accessions of wild populations of *T. filifolia* from central-southern México and their utilization, is presented here. The species was found from 750 to 2686 m of altitude, distributed along 16 terrestrial regions, and growing in several climates: temperate (Cw), semiwarm A (C) and (A) C, warm (A) and semidry (BS), cov-

ering 27 climatic subgroups. Different plant expression gradients such as odoriferous cavities in the involucle, fragrance, plant height and plant branching were recorded. Cluster and principal components (PC) multivariate analyses from five quantitative reproductive characteristics assisted to identify six morphological groups, mainly based on large and thin achenes (Group VI) and on short and wide achenes (Group I). PC1 and PC2 explained 70 % of morphological variation (45.1 and 24.9 %, respectively) showed by the accessions. Lengths of involucle, pappus and seed in PC1 and the seed width in PC2 had an important value in the inflorescence variation. Except Group VI there was not association among the accession origin and morphological traits of the inflorescence. A new local use of *T. filifolia* was documented as condiment for flavouring: anise sweet "atole", "pulque" and "mezcal", sugarcane alcohol and young corn canes for chewing.

Index words: *Tagetes filifolia*, morphology, multivariate analyses, uses.

INTRODUCCIÓN

El género *Tagetes* está representado por 26 especies (Turner, 1996) y México constituye un importante centro de diversidad de dicho género (Neher, 1966¹; Turner, 1996). *Tagetes filifolia* Lag., conocida en México como "anisillo" por su aroma parecido al del anís, se encuentra en casi todo el territorio nacional (Neher, 1966; Turner, 1996). Esta especie se utiliza para disminuir el dolor de estómago y cólicos menstruales (Neher, 1966; Villareal, 2003), como forraje para ganado (Turner, 1996) y como insecticida (Cubillo *et al.*, 1999). El alto rendimiento de aceite por planta (1 mL) y bajos costos de producción en campo y de extracción (Serrato, 2003), constituyen una magnífica opción para el control vegetal de insectos vectores de virus en México, como: mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*), pulgón (*Aphis melifera*), trips (*Trips spp* y *Frankliniella occidentalis*) y paratrioza (*Paratrioza cockerelli*).

No se cuenta con antecedentes sobre el potencial de producción de aceite esencial en poblaciones silvestres distribuidas en México, por lo que el estudio de la variabilidad morfológica y ambiental en relación con esta especie constituye un primer antecedente que podría ayudar a realizar trabajos posteriores para identificar materiales sobresalientes en contenido de aceite, mayor biomasa y precocidad (Serrato, 2003). El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos de México (SINAREFI) está auspiciando la colecta nacional de *T. filifolia* para la conformación de un banco de germoplasma y la sistematización de su información. Los antecedentes que se disponen en herbarios nacionales como el MEXU y en publicaciones que refieren a *T. filifolia* (Neher, 1966; Turner, 1996) sobre características ambientales donde prospera la especie, presentan información dispersa, incompleta o imprecisa. Así mismo

¹ Neber R T (1966) Monograph of the genus Tagetes (Compositae) Ph. D.Dissertation. Indiana University. Bloomington, Indiana, USA. 306 P.

existe escasa información sobre la morfología de la planta, en particular de las características de la inflorescencia y de otras relacionadas con los aceites esenciales.

Como resultado de las colectas realizadas con apoyo del SINAREFI en 2004, se dispone de 102 colectas originales de *T. filifolia* y de algunos registros de campo sobre la identificación de ellas, con los cuales se plantea iniciar el estudio exploratorio de este recurso genético con los objetivos siguientes: describir aspectos del ambiente relacionados con la distribución de la especie en la Región Centro-Sur de México, así como algunos atributos morfológicos de la inflorescencia y de la planta de las 102 colectas y, en forma complementaria, registrar el uso local.

MATERIALES Y MÉTODOS

De septiembre a noviembre del año 2004 se hizo la primera exploración botánica en regiones de varios estados localizados en el centro sur de México (Cuadros 1 y 2), durante la cual se hicieron registros en campo y se colectaron inflorescencias; éstas últimas se obtuvieron de 25 plantas por colecta de *T. filifolia*. Las accesiones de semillas se depositaron en el Banco de Germoplasma "Salvador Miranda Colín" de la Universidad Autónoma Chapingo. Los lugares de colecta fueron ubicadas geográficamente mediante un geoposicionador etrex GPS marca Carmín, que proporcionó coordenadas geográficas y altitud; a estos sitios también se les ubicó en un mapa de regionalización terrestre elaborado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Arriaga *et al.*, 2000); estas regiones terrestres se ubicaron dentro de las cadenas montañosas más importantes de México. También se identificaron los tipos climáticos aproximados, a partir de los registros de estaciones meteorológicas referidas por García (1981) y de la base de datos de la CONABIO (Arriaga *et al.*, 2000).

En los lugares de colecta se delimitó 1 m² y se hicieron observaciones *in situ* a las plantas, sobre: ramificación, altura de la planta, aroma y depósitos de aceite en el involucro. Debido a que la mayoría de los sitios donde se colectó fueron de difícil acceso, a veces inhóspitos, o bien, con diferente densidad de plantas por unidad de superficie, y para agilizar el registro de las variables, dos personas realizaron la toma de datos en forma simultánea sobre los mismos materiales, con base en escalas categóricas de tipo nominal (ramificación) y ordinal (aroma, cantidad de cavidades secretoras), y de intervalo (altura de planta).

Para ramificación y altura de la planta se consideró el promedio de las plantas en el metro cuadrado; el aroma fue percibido con el consenso de los colectores mediante el maceramiento manual de manojos de las hojas, para dis-

tinguir gradientes entre olor anisado suave o no irritante y el penetrante o molesto; la abundancia de cavidades o depósitos de aceite en el involucro (características referidas a tres plantas elegidas al azar) se detectaron visualmente como puntos café oscuros con gradientes de abundancia. Por las condiciones adversas para una toma de datos precisa, la información de las variables no se sometió a análisis estadístico alguno; solamente se procuró tener una idea preliminar general de los diferentes grados de expresión de cada característica de las poblaciones silvestres en su hábitat natural.

Las características de la inflorescencia que se consideraron en el trabajo de gabinete fueron longitud y ancho del involucro y de la semilla, y longitud de la arista larga (vilano o papus) del aquenio, en una muestra de 15 plantas por colecta. Estas características, por representar atributos reproductivos con valor taxonómico en *Tagetes* (Serrato *et al.*, 1998), se sometieron a un análisis multivariado para agrupamiento (mediante el método de Ward-r² semiparcial) y ordenación (mediante componentes principales), en ambos casos con protocolos de SAS (SAS Institute, 2000). Por último, cuando fue posible, se registró el uso local de las plantas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variabilidad ambiental

Las colectas de la zona centro sur de México se ubicaron en 16 regiones terrestres entre los paralelos 16 a 20° LN, de la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Sierra Norte de Oaxaca (Cuadros 1 y 2). Esta información denota la amplia distribución geográfica de la especie y confirma así y precisa las referencias de Neher (1966) y Turner (1996) al respecto. La variación altitudinal de los sitios en los que se colectó a *T. filifolia* osciló desde 750 hasta 2686 m (Cuadros 1 y 2), amplitud que complementa los registros citados por Turner (1996) para América (640 a 2600 m) y por Villarreal (2003) para la Región El Bajío de México (1000 a 2500 m), y lo referido para especímenes depositados en el herbario MEXU-UNAM (138 a 2500 m).

Los climas principales en los que prospera *T. filifolia* fueron: templado (Cw), semicálido A (C) y (A) C (los más frecuentes), semisecos (BS) y cálidos (A), que abarcan alrededor de 27 subtipos climáticos (Cuadro 1). Las temperaturas de los climas donde frecuentemente crece la especie, se encuentran, de acuerdo con García (1981), entre 12 a 18 °C (templado) y 18 a 22 °C (semicálido), lo cual permite deducir que temperaturas por debajo de 12 °C o por encima de 22 °C, serían los límites térmicos de la

Cuadro 1. Procedencia, región terrestre (RT), coordenadas geográficas, clima y altitud de 102 colectas de *T. filifolia* obtenidas en la Región Centro-Sur de México (Puebla, Veracruz, Morelos, México).

Colecta	Procedencia	RT	Coordenadas geográficas		Clima	Altitud (m)
			LN	LO		
35	Puebla	105	19° 57.044' ; 98° 03.310'		C (w")z (w) b (i')	2567
36	Puebla	105	20° 00.181' ; 98° 05.888'		C (w")z (w) b (i')	2404
75	Puebla	105	19° 55.778' ; 97° 35. 693'		(A) C (w")o b (i')	1680
1	Puebla	102	20° 14' ; 98° 01'		C (w")z (w) b (i')	1700
4, 6 a 9, 101	Puebla	102	20° 08' ; 98° 12'		C (w")z (w) b (i')	2000
2, 3	Veracruz	102	19° 07' ; 96° 52'		(A) C (m) (f)	1860
5	Veracruz	102	19° 03' ; 96° 59'		C (m) (f)	1840
19	Veracruz	104	19° 12. 732' ; 96° 49.740'		C (wz)	846
20	Veracruz	104	19° 27.138' ; 96° 57.632'		(A) C (fm) (w") a (i') g	1184
99	Veracruz	104	18° 43.775' ; 97° 04.024'		C (fm) w" b (i');	1505
100	Veracruz	104	19° 7' ; 96° 52'		(A) C (wi)	940
21, 102	Veracruz	122	19° 06.724' ; 97° 01.929'		C b' (wz)	2187
90	Veracruz	122	19° 34. 864' ; 96° 59.513'		C b' (wz)	1824
86	Veracruz	130	18° 43.751' ; 97° 03.849'		C (fm) w" b (e)	1993
87	Veracruz	130	18° 43.236' ; 97° 03.808'		C (fm) w" b (e)	1830
88	Veracruz	130	18° 40.074' ; 96° 57.590'		C (fm) w" b (e)	1453
89	Veracruz	130	18° 40.612' ; 96° 56.157'		C (fm) w" b (e)	1004
22 a 29	Morelos	107	18° 53.040' ; 98° 51.996'		C (wz) x'	1558
30 a 34	México	107	18° 58.611' ; 98° 50.380'		C b' (wz)	1980
104	México	107	19° 05' ; 98° 49'		(A) C b' (wz)	1780
37 a 40	México	108	18° 58.150' ; 98° 45.104'		C b' (wz)	2557
72 a 74	México	110	19° 24.951' ; 100° 09.262'		(A) C (wz) (w) b (i') g	2648
91	México	109	19° 09.997' ; 99° 53.599'		(A) C (wz) (w) b (i') g	2674
92	México	109	19° 05.276' ; 99° 59.398'		(A) C (wz) (w) b (i') g	2155
93	México	109	18° 55.231' ; 00° 08.907'		BS; k' w (w) (i')	1427

distribución de *T. filifolia*. Estos resultados preliminares requieren ser verificados mediante el empleo de métodos especializados de análisis de información geográfica.

Variabilidad morfológica

En los sitios de crecimiento natural, las plantas de *T. filifolia* mostraron distintos grados de expresión morfológica con relación al porte de la planta (cuatro categorías), ramificación (dos categorías), densidad de depósitos de aceite en el involucro (tres categorías) y aroma (cuatro categorías) (Cuadro 2). Estos valores constituyen la primera caracterización de la especie, que podrían ser valiosos para el manejo agronómico, obtención de aceites y mejoramiento genético.

El análisis multivariado de conglomerados a partir de las características de la inflorescencia permitió agrupar a las 102 colectas en seis grupos, a una distancia de corte de 0.042 (Figura 1). En los Grupos I, II III y IV las semillas son anchas, mientras que en los Grupos V y VI la semilla es delgada y alargada, particularmente en el Grupo VI (Figura 1). Con excepción del Grupo VI, no hubo asociación específica entre los grupos morfológicos con el ambiente del lugar de procedencia de las colectas (Cuadros 1a y 1b; Figura 1). Con la inclusión de otras características de la planta posiblemente se detectaría alguna asociación con el ambiente.

Con el análisis de componentes principales (CP) se identificó que 70 % de la variación morfológica se explica por CP1 (principalmente influenciado por las longitudes de involucro, arista y semilla) y CP2 (principalmente influenciado por ancho de semilla), con 45.1 y 24.9 %, respectivamente (Cuadro 3). La formación de los grupos con base en los componentes CP1 y CP2 (Figura 2), permite apreciar los grupos que previamente fueron detectados con el análisis de conglomerados (Figura 1). Los Grupos I, II, III y IV se distinguieron por contener colectas de semillas anchas y longitudes variables de semilla, arista e involucro; por ejemplo, las colectas del Grupo I presentan semillas cortas y anchas, con arista corta e involucro chico. En los Grupos V y VI la semilla es delgada y algo larga, con aristas e involucro de longitud variable pero tendentes a ser alargadas. Los Grupos I y VI presentan las colectas más contrastantes, principalmente en las características del aquenio. Para otras especies de *Tagetes*, la anchura del involucro es la característica más importante en el CP1 (Serrato *et al.*, 1998), mientras que para *T. filifolia* las características del aquenio explicaron la mayor parte de la variabilidad. Considerar otras características reproductivas o vegetativas, o bien, características específicas como el contenido del aceite esencial y huellas de ADN, ayudarían a

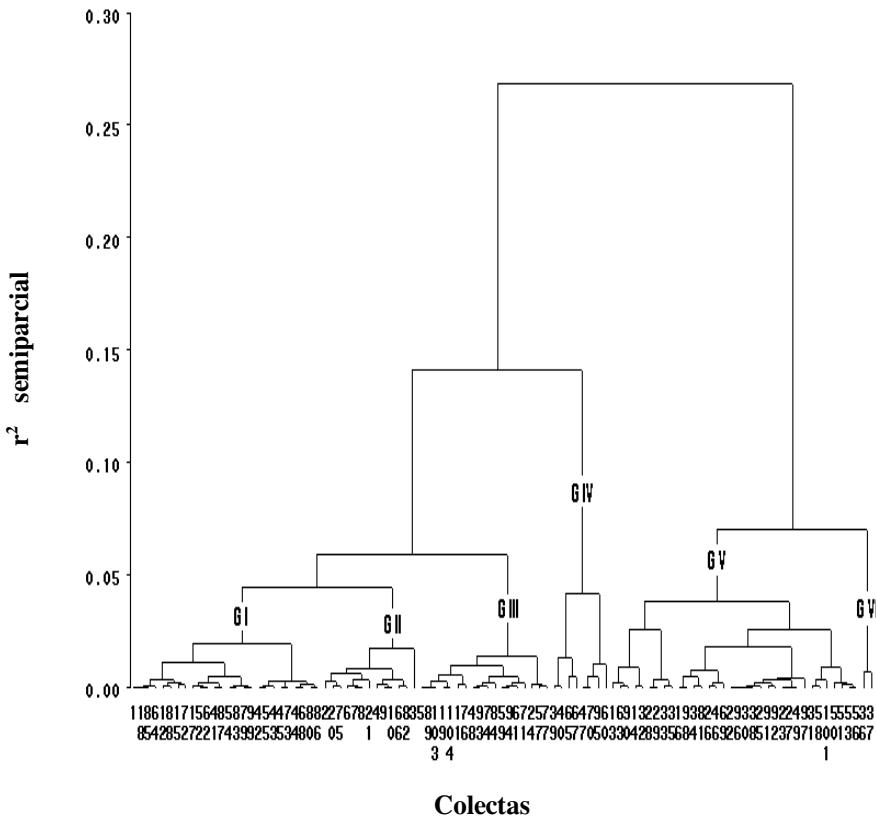
**Colectas**

Figura 1. Dendrograma de varianza mínima de Ward que muestra seis grupos formados (G) por la similitud morfológica entre 102 colectas de *Tagetes filifolia* Lag., provenientes de la Región Centro-Sur de México.

Cuadro 2. Procedencia, región terrestre (RT), coordenadas geográficas, clima y altitud de 102 colectas de *T. filifolia* obtenidas en la Región Centro-Sur de México (Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco).

Colecta	Procedencia	RT	Coordenadas geográficas		Clima	Altitud (m)
			LN	LO		
77	Oaxaca	130	16° 59.098'; 96° 08.574'		C (w'z) (w) b (i') g	1902
79	Oaxaca	130	17° 07.340'; 96° 02.326'		C (w ₁)	2363
80	Oaxaca	127	16° 13.798'; 16° 31.557'		BS ₁ h w' (w) (i') g	2361
81	Oaxaca	129	16° 12.538'; 96° 32.116'		(A) C (w ₀) x'	2388
82	Oaxaca	129	16° 10.271'; 96° 30.166'		(A) C (w ₀) x'	2476
83	Oaxaca	129	16° 07.887'; 96° 29.794'		(A) C (w ₀) x'	2686
84	Oaxaca	129	16° 04.893'; 96° 28.060'		(A) C (w ₀) x'	2384
85	Oaxaca	129	15° 59.515'; 96° 31.518'		(A) C (w ₀) x'	1543
103	Oaxaca	126	17° 01'; 97° 55'		C (m)	750
94, 95	Guerrero	117	17° 58.839'; 101° 13.746'		Awo (w) (e) g	1898
96	Guerrero	117	17° 59.092'; 101° 11.894'		Awo (w) (e) g	1612
97	Guerrero	117	17° 59.543'; 101° 10.405'		Awo (w) (e) g	1403
98	Guerrero	117	17° 49.272'; 100° 15.834'		Awo (w) (e) g	1403
41	Michoacán	114	19° 20.099'; 101° 42.291'		C (w ₂) (w) b (e) g	2153
42	Michoacán	114	19° 29.500'; 101° 52.568'		(A) C (w'z) (w) b (i') g	1893
43 a 45	Michoacán	114	19° 20.059'; 102° 04.742'		(A) C (w'z) (w) b (i') g	1454
46 a 48	Michoacán	114	19° 15.648'; 102° 03.313'		(A) C (w'z) (w) b (i') g	973
49 a51	Michoacán	114	19° 21.185'; 102° 22.505'		(A) C (w ₁) (w) b (e)	2066
52 a 54	Michoacán	114	19° 33.123'; 102° 26.668'		(A) C (w' ₁) (w) b i	1449
55 a 58	Michoacán	114	19° 37.756'; 102° 29.325'		(A) C (w' ₁) (w) b i	1308
59 a 61	Michoacán	114	19° 48.935'; 102° 30.725'		(A) C (w' ₁) (w) b i	1802
62 a 64	Michoacán	114	19° 48.934'; 102° 30.726'		C (w ₁) (w) b (i')	1780
65	Michoacán	114	19° 48.934'; 102° 30.726'		C (w ₁) (w) b (i')	2154
66	Michoacán	114	19° 48.934'; 102° 30.726'		C (w ₁) (w) b (i')	2286
67 a 69	Michoacán	114	19° 27.647'; 101° 53.168'		(A) C (w'z) (w) b (i') g	1719
70	Michoacán	110	19° 39.087'; 100° 57.245'		C (W ₀ /i) (w) b (i') g;	1653
71	Michoacán	110	19° 39.088'; 100° 57.243'		C (w ₁ /w ₂) b (i') g	2178
16 a 18	Jalisco	113	20° 27.059'; 102° 32.784'		(A) C (wo) (w) a (i')	1722
14, 15	Jalisco	63	20° 22.519'; 102° 28.721'		BS ₁ (h') w (w) e g	1518
10, 11	Jalisco	64	19° 49.694'; 103° 37.610'		(A) C (w ₁) (w) a (e) g	1807
12, 13	Jalisco	64	19° 47.812'; 103° 53.277'		A (C) (wo) (w) (i')	999

Cuadro 3. Gradienes de expresión de cuatro características morfológicas de 102 colectas de *T. filifolia* obtenidas en las Región Centro-Sur de México.

Característica	Categorías de expresión morfológica y porcentaje de colectas que representa			
	1	2	3	4
Aroma	Suave (9 %)	Medio (19 %)	Fuerte (68 %)	Muy fuerte (4 %)
Glándulas	Pocas (3 %)	Medio (77 %)	Abundante (20 %)	
Porte	Muy bajo (4 cm) (15 %)	Bajo (5-12 cm) (38 %)	Medio (13-20 cm) (40 %)	Grande (>20 a 40 cm) (7 %)
Ramificación	Compacta (95 %)	Abierta (5 %)		

Cuadro 4. Proporción de la varianza global, vectores y valores propios de los cinco componentes principales en el análisis de componentes principales de 102 colectas de *T. filifolia* de la Región Centro-Sur de México.

Características	CP 1†	CP 2
Longitud de semilla	0.51074	-0.31985
Anchura de semilla	0.19802	0.71793
Longitud de arista	0.52675	-0.30543
Longitud del involucro	0.53507	-0.02984
Anchura del involucro	0.36899	0.53673
Valor propio	2.25842	1.24160
Variación explicada (%)	45.17	24.83
Variación acumulada (%)	45.17	70.00

†CP= Componente Principal

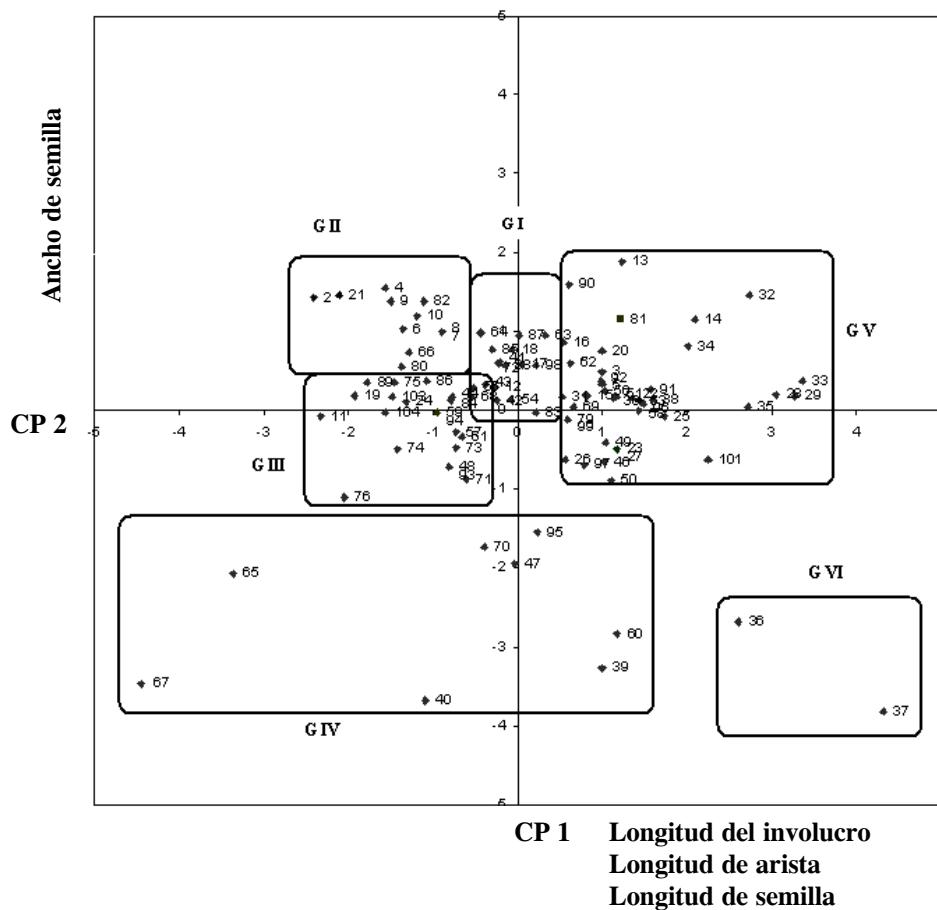


Figura 2. Diagrama de dispersión de 102 colectas de *Tagetes filifolia* Lag. originarias de la Región Centro-Sur de México, mediante análisis multivariado por componentes principales de cinco características de la inflorescencia, con base en los componentes 1 y 2, y los grupos (G) correspondientes.

establecer relaciones ecológicas, evolutivas y filogenéticas de *T. filifolia* en la Región Centro-Sur de México, como se ha hecho para otras especies (Shasany *et al.*, 2002).

Usos

Entre los usos locales registrados destacan: el empleo de la planta como saborizante anisado para atole y de cañas de maíz para masticar, preparación de curados de pulque y elaboración de mezcal y de licor (con alcohol de caña) de anís, y como esencia de anís (aceite puro obtenido por destilación rudimentaria) para saborizar cualquier bebida. Algunos usos no se habían reportado en la literatura, pero se requiere un estudio etnobotánico apropiado para documentarlos cabalmente. El potencial de uso del aceite esencial para aromatizar el ambiente o para descongestionar vías respiratorias, además del uso como biocida, son expectativas que estimulan a avanzar en el estudio sistemático de este recurso vegetal mexicano.

CONCLUSIONES

En la Región Centro-Sur de México, *T. filifolia* se distribuye en diversos ambientes altitudinales y climáticos. La variabilidad morfológica de la inflorescencia permite inferir la presencia de morfotipos, y la presencia de gradientes cualitativos de aroma y de cavidades secretoras de aceite permite suponer la posibilidad de quimiotipos. Se confirmó

el uso saborizante de la especie y nuevas modalidades de empleo no descritas en la literatura.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga L, J M Espinoza, C Aguilar, E Martínez, L Gómez, E Loa (2000) Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Méjico. ([htt://www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx) 1 junio, 2006).
- Cubillo D, G Sanabria, L Hilje (1999) Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas 53:65-72.
- García E (1981) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 252 p.
- SAS Institute (2000) SAS User's Guide. Release 8.1 ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- Serrato C M A (2003) Aspectos del cultivo de dos especies de *Tagetes* productoras de aceites esenciales. Rev. Naturaleza y Desarrollo 1:15-22.
- Serrato C M A, S Miranda C, A García V, F Castillo G (1998) Aislamiento reproductivo en plantas de cempoalxóchitl (*Tagetes* spp). Rev. Fitotec. Mex. 21:127-138.
- Shasany A K, Alka S, Bahl J R, Sri S, Sushil K, Khanuja S P S, Srivastava A, Sharma S, Kumar S (2002) Genetic diversity assessment of *Mentha spicata* L. germplasm through RAPD analysis. Plant Gen. Res. Newslett. 130:1-5.
- Turner B L (1996) The Comps of Mexico-A systematic account of the family Asteraceae, Vol. 6, Tageteae and Anthemideae. Phytol. 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 A. C. Pátzcuaro, Michoacán. México. 85 p.