

ASPECTOS AGRONÓMICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ANÍS DE MONTE (*Tagetes filifolia* LAG.) EN TEMPORAL EN OCUITUCO, MORELOS

AGRONOMIC ASPECTS FOR FIELD PRODUCTION OF IRISH LACE MARIGOLD (*Tagetes filifolia* LAG.) IN THE RAINFALL SEASON AT OCUITUCO, MORELOS

Moisés Campos Muñiz¹, Juan L. Medina Pitalúa² y Miguel A. Serrato Cruz^{*3}

¹Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 190. Secretaría de Educación Pública. Carretera Ocuituco-Los Limones Km 2.5, Morelos.

^{2,3}Departamentos de Parasitología Agrícola y de Fitotecnia, respectivamente. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, CP 56230. Chapingo, México.

* Autor para correspondencia (serratocruz@gmail.com)

RESUMEN

Se evaluaron algunos aspectos agronómicos del anís de monte (*Tagetes filifolia* Lag.) como nuevo cultivo en temporal o seco, en Ocuituco, Morelos, México. Para ello se establecieron dos experimentos, uno para evaluar tres densidades de siembra (1, 2 y 3 g de semilla m²), dos herbicidas (metribuzina 0.12 kg ha⁻¹ y linurón 0.35 kg ha⁻¹ en preemergencia, en mezcla con metolaclor 1.35 kg ha⁻¹, y en postemergencia en mezcla con setoxidim 0.27 kg ha⁻¹) y dos texturas de suelo (arcillosa y arenosa), en el establecimiento de plantas de anís y de maleza, y en el crecimiento del anís (Exp. 1); en Exp. 2 se evaluaron dosis de fertilizantes (30 y 60 N; 70 P; 25 K; 30:70 y 60:70 NP; 75:75:20 y 125:125:50 NPK) en el crecimiento de plantas de anís. Se encontraron más plantas ($P \leq 0.05$) de anís en suelo arenoso (32) que en el arcilloso (27), y las plantas de maleza y el peso fresco del anís fueron mayores ($P \leq 0.05$) en suelo arcilloso (4 plantas y 529 g m⁻²) que en el arenoso (2 plantas y 445 g m⁻²). Al aumentar la densidad de siembra aumentó ($P \leq 0.05$) el peso fresco del anís (414, 504 y 542 g m⁻²) y disminuyó la cantidad de malezas (4, 3 y 2 plantas) y el diámetro de anís (15, 13 y 12 cm). Los herbicidas de preemergencia inhibieron la emergencia de plantas de anís (dos a cuatro plantas) y de maleza (una planta) respecto al testigo (51 y 12 plantas), pero los herbicidas de postemergencia permitieron el establecimiento del anís (43 a 46 plantas) y controlaron la maleza (una planta). En el ensayo de fertilizantes, las dosis 125-125-50, 60-70-00 y 60-00-00 de NPK fueron mejores ($P \leq 0.05$) que el testigo sin fertilización en cuanto a altura de planta, diámetro del dosel y peso fresco de las plantas de anís.

Palabras clave: *Tagetes filifolia*, herbicidas, densidad de siembra, fertilización, textura de suelo.

SUMMARY

Agronomic aspects of irish lace marigold (*Tagetes filifolia* Lag., anise) as new crop for rainfall or dry farming conditions at Ocuituco, Morelos, México, were evaluated. Two experiments were conducted. Three sow densities (1, 2 and 3 g of seed/m²), two herbicides (metribuzine 0.12 kg ha⁻¹ and linuron 0.35 kg ha⁻¹ at pre- and postemergence, both applied in mixtures with metholachlor 1.35 kg ha⁻¹ for preemergence and with sethoxydim 0.27 kg ha⁻¹ for postemergence) and two soil textures (clayey and sandy) were evaluated regarding anise and weed plants establishment and anise

plants growth for Experiment 1. For Experiment 2, fertilizer doses (30 and 60 N; 25 K; 70 P; 30:70 and 60:70 NP; 75:75:20 and 125:125:50 NPK) were evaluated on anise plants growth. More anise plants ($P \leq 0.05$) became established on sandy soil (32 plants) than on the clayey one (27 plants), and weed plants and anise fresh weight plants increased (4 plants and 529 g m⁻²) on the clay soil than on the sandy one (2 plants and 445 g m⁻²). By increasing plant density the number of anise plants (11, 34 and 43 plants) and their respective fresh weight (414, 504 and 542 g m⁻²) also increased ($P \leq 0.05$) but weed density (4, 3 and 2 plants) and canopy diameter of anise plant (15, 13 y 12 cm) decreased. Preemergence herbicides inhibited both anise (2 to 4) and weed (one) plants compared to the control with no-herbicide (51 and 12 plants, respectively). Postemergence herbicides allowed anise plants to establish (43 to 46 plants) and weed plants to be controlled (one plant). The fertilizer trial showed that the NPK doses of 125-125-50, 60-30-0 and 60-0-0 were better ($P \leq 0.05$) than the non fertilized treatment, in terms of plant height, canopy diameter and fresh weight of anise plants.

Index words: *Tagetes filifolia*, herbicides, sow density, fertilizers, soil conditions.

INTRODUCCIÓN

Al comenzar el siglo XXI se ha intensificado la investigación sobre fuentes vegetales para controlar plagas y enfermedades agrícolas. Sin embargo, en México el número de productos comerciales de origen vegetal usados para el biocontrol es reducido (López-Olguín *et al.*, 2007) si se compara con la abundancia de especies vegetales nativas potencialmente útiles como bioplaguicidas (Toledo, 1988). Esta riqueza en biodiversidad vegetal puede posibilitar el desarrollo de tecnología nacional para el biocontrol de enfermedades y plagas agrícolas (López-Olguín *et al.*, 2007). Aunque cada vez son más las especies vegetales mexicanas que se estudian por sus propiedades repelentes o biocidas (López-Olguín *et al.*, 2007), se dispone de escasas publicaciones sobre estudios agronómicos para la producción de plantas en campo de las que se podrían obtener

extractos acuosos, polvos o aceites esenciales como repelentes y bioplaguicidas.

Tagetes filifolia Lag. (Tribu Tageteae, Familia Asteraceae), conocida como “anís mexicano”, “anisillo” o “anís de monte”, es una planta anual de porte bajo que alcanza 5 a 50 cm de altura según la densidad de población y las condiciones del suelo (como profundidad, nivel de humedad); es herbácea y aromática, de condición silvestre, ruderal o viaria, distribuida en cerca de 27 variantes climáticas del país (Serrato-Cruz y Barajas-Pérez, 2006). Su aceite esencial presenta propiedades biocidas y repelentes (Cubillo *et al.*, 1999; Camarillo-de la Rosa *et al.*, 2007) con rendimiento de aceite cercano a 1 % (Serrato-Cruz *et al.*, 2008), lo que hace promisorio su cultivo en campo.

Mediante trasplante y densidades de 40 a 50 plantas de anisillo por metro cuadrado, es posible establecer 300 mil plantas por hectárea (Serrato-Cruz, 2003), pero ello implica numerosos jornales para trasplantar, inversión que es innecesaria en la siembra directa. En esta especie ocurre el fenómeno de latencia de semillas la cual puede influir en la densidad de siembra para establecer la cantidad de plantas requerida. Para lograr una alta densidad de población de plantas de anís de monte, también es necesario resolver otros aspectos agronómicos, como control de malezas, fertilización y textura del suelo.

En especies productoras de aceite, la época de cosecha, la densidad de población, el control de maleza, la fertilización y las características del suelo, son factores que se han investigado porque están directamente asociados con el rendimiento de biomasa y aceite (Kumar y Ram, 1999; Muni *et al.*, 2002; Singh-V *et al.*, 2002; Shareh y Mohasel, 2003). Aunque estos factores de manejo se han señalado como necesarios para *T. filifolia* (Serrato-Cruz, 2003), no se cuenta con suficientes antecedentes para especies del género *Tagetes*, ni de especies silvestres, arvenses, ruderales o viarias que se inicien al cultivo (Zárate-Aquino y Hernández-Xolocotzin, 1993).

La condición viaria o ruderal de *T. filifolia* y su potencial utilidad antropocéntrica (aceites esenciales como bioplaguicidas) es motivo para estudiar su cultivo inicial y subsecuente domesticación (Serrato-Cruz *et al.*, 2007), por lo cual se requiere explorar las condiciones de manejo agronómico y su efecto sobre variables vegetativas y reproductivas relacionadas con la producción de biomasa, que en este caso es la planta completa para extracción de aceite.

La región noreste del Estado de Morelos cuenta con importantes áreas de transición climática donde *T. filifolia* crece en forma natural con una temporada de lluvias que

puede alcanzar 1500 mm (INEGI, 1981), cantidad suficiente para promover su cultivo sin arriesgar su perspectiva económica, ecológica y productiva. El objetivo de este trabajo exploratorio fue evaluar algunos tratamientos relacionados con el manejo agronómico (densidad de siembra, aplicación de herbicidas en pre- y postemergencia, dos texturas de suelo y aplicación de fertilizantes) del anís de monte en Ocuituco, Morelos, que permitan definir la tecnología necesaria para cultivar, por primera vez, a esta especie en condiciones de temporal o seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y características del sitio experimental

En un terreno ubicado en Ocuituco, Morelos localizado a 18° 52' 03" LN y 98° 46' 00" LO, y a una altitud de 1802 msnm (INEGI, 1981), se establecieron dos experimentos independientes durante el periodo de junio a octubre del año 2006. El clima de la región es A (C), el más fresco del grupo de los semicálidos, con temperatura media anual entre 18 y 22 °C, con lluvias en verano y régimen pluvial medio anual entre 800 y 1500 mm (García, 1981). Los suelos de la región están clasificados como andosoles, derivados de cenizas volcánicas, que son ácidos y fijan fosfatos (INEGI, 1981). Por varios años, los cultivos anteriores en el sitio de establecimiento de los experimentos correspondieron a maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) fertilizados con 120-150N: 70P: 30K, como lo practica la mayoría de agricultores en Ocuituco. El terreno experimental, con pendiente de 1 a 2 %, presentaba dos texturas de suelo, arenosa y arcillosa, delimitadas en áreas diferentes.

Factores de estudio

En el Experimento 1 los factores estudiados fueron: densidad de siembra (1, 2 y 3 g de semillas m⁻²), mezclas de los herbicidas linurón, metribuzina, metolaclor y setoxidim (i.a.), aplicados en forma pre- y postemergente respectivamente, y testigo sin herbicida, y dos texturas de suelo (arcilloso y arenoso). En el Experimento 2 se aplicaron nueve tratamientos: 30N, 60N, 70P, 25K, 30N-70P, 60N-70P, 75N-75P-20K, 125N-125P-50K, y testigo sin fertilizante.

Materiales y manejo de los experimentos

En los dos experimentos se utilizaron semillas de la especie *T. filifolia* con un año de almacenamiento (2005 a 2006) y 46 % de emergencia; este material fue colectado en Tlalámec, Atlautla, Edo. de México, y su semilla se ha estado multiplicando durante varios ciclos en Chapingo,

Edo. de México. El número de semillas por gramo fue de 805. Se emplearon los herbicidas linurón (Afalón® 50 %) y metribuzina (Sencor® 48 %) en dosis de 0.35 y 0.12 kg ha⁻¹, respectivamente, mezclados con metolaclor (Dual® 48 %) (1.35 kg ha⁻¹) aplicados en preemergencia, y en mezcla con setoxydim (Poast® 27 %) (0.27 kg ha⁻¹) cuando fueron aplicados en postemergencia. Las aplicaciones se hicieron con un aspersor manual de mochila, tipo de boquilla Tee-Jet 11003®, para aplicar 280 L ha⁻¹. Las fuentes de fertilizantes fueron fosfonitrato (31 % N), superfosfato triple (0-46-0) y cloruro de potasio (0-0-60), todos ellos en estado granulado para evitar posible quemadura de los tejidos. El terreno experimental, tanto en suelo arcilloso como en arenoso, fue de 405 m²; no se hizo análisis de contenidos minerales de estos suelos.

En los dos experimentos se prepararon camas de 1.2 m de ancho por 45 m de largo, y se procuró no compactar el suelo; la siembra se hizo al voleo, en forma manual, por la misma persona. En el terreno destinado al Experimento 1 los tratamientos de densidad de siembra se aplicaron en dos franjas independientes en el mismo terreno, una de textura arenosa y otra arcillosa; esta siembra se hizo el 28 de junio. En el terreno para el Experimento 2 la siembra se llevó a cabo el 6 de julio en suelo arenoso, con densidad de siembra de 2 g de semilla/m². Después de sembrar las parcelas experimentales, las camas se cubrieron con una ligera capa de suelo en forma manual y encima se pasó una rama de follaje para uniformar la profundidad de siembra. En el Experimento 1 los tratamientos de herbicida en forma preemergente se aplicaron 5 d después de la siembra, y los postemergentes, 28 d después; en el tratamiento testigo no se aplicó herbicida. En el Experimento 1 no hubo fertilización, mientras que en el Experimento 2 los fertilizantes se aplicaron al voleo 39 d después de la siembra. Los fertilizantes NP, P y K se aplicaron una sola vez, pero los de NPK y N se suministraron en dos momentos, 50 % a la primera aplicación y 30 d después el otro 50 %; en este experimento se deshierbó manualmente.

Diseño experimental

Para el Experimento 1 se empleó un diseño en bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, en el que la parcela grande correspondió al factor densidad de siembra y la parcela chica a los tratamientos de herbicidas y al testigo. Se consideraron cuatro repeticiones por tratamiento, cada una de 3.6 m² (3 m de largo y 1.2 m de ancho). Este esquema de tratamientos se aplicó en las dos condiciones edáficas. Para el Experimento 2 los nueve tratamientos (niveles de fertilización) se distribuyeron en

un diseño bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada repetición consistió en 3.0 m² (2.5 m de largo por 1.2 m de ancho).

Variables medidas

En el Experimento 1 se registró el número de plantas de anís y de malezas mediante un muestreo al azar delimitado por un cuadro de alambazón de 30 x 30 cm (0.09 m²), con intervalos de muestreo de una semana. Cuando todas las plantas de anís llegaron a floración, en ellas se midió, por única vez: altura de planta (cm) al ras del suelo hasta el tope de la planta, diámetro del dosel (cm) en la parte más ancha de la planta (cinco plantas por repetición), y peso del tejido fresco (g m⁻²). En el Experimento 2 se registró el peso de tejido fresco (g m⁻²) y altura y diámetro del dosel (cm).

Análisis estadísticos

El Experimento 1 se hizo análisis combinado de una serie de experimentos repetidos (en dos ambientes: arenoso y arcilloso) con arreglo de tratamientos en parcelas divididas (Martínez, 1988), y el Experimento 2 se analizó como diseño bloques al azar. En ambos casos se hizo análisis de varianza y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), mediante el programa SAS versión 8.2 (SAS Institute, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pruebas de F correspondientes al Experimento 1 (Cuadro 1) y las pruebas de comparación de promedios de los tratamientos (Cuadros 2 a 6) indicaron que la densidad de siembra, la aplicación de herbicidas y su interacción influyeron en la expresión de la mayoría de las variables evaluadas; el factor textura del suelo y su interacción con algunos factores causales, como la densidad de siembra y la aplicación de herbicida, también resultaron importantes para algunas variables en muestreos específicos; la altura de la planta no se modificó por los factores de manejo evaluados, y la interacción triple tampoco tuvo efecto en las variables medidas. En el Experimento 2 todas las variables de crecimiento fueron influidas por la fertilización (Cuadro 7).

Los resultados de este estudio exploratorio constituyen las primeras evidencias sobre manejo agronómico del anís de monte en siembra directa, que influye en la incidencia de maleza y en el establecimiento, morfología y rendimiento del anís en condiciones de temporal o seco. Los altos coeficientes de variación, de 30 a 60 % para la variable número de plantas de anís por metro cuadrado y de 91 a 133 % para número de malezas por metro

cuadrado (Cuadro 1), evidencian un alto error experimental, y se atribuyen a heterogeneidad de plantas de anís o de maleza en la población; por ejemplo, la emergencia de plántulas de anís en diferentes tiempos está asociada con la latencia de las semillas, por tratarse de una especie silvestre.

Efecto de la textura del suelo

En la mayoría de los muestreos efectuados se registraron más plantas de anís en suelo arenoso (32 a 50)

que en el arcilloso (24 a 46), pero la producción de biomasa en el suelo arcilloso (529 g m⁻²) fue superior ($P \leq 0.05$) al del arenoso (444 g m⁻²) (DMS, 76.7); en cambio, la maleza proliferó mejor en suelo arcilloso (4 a 8 plantas) que en el arenoso (2 a 3 plantas) (Cuadro 2). De estas diferencias entre especies en cuanto a cantidad de plantas asociadas con la textura de suelo, no se tiene explicación. Desde el punto de vista práctico, este resultado da idea de lo que podría obtenerse al establecer el cultivo de anís en suelos de Ocuituco, Morelos que comúnmente son arcillosos con manchones arenosos.

Cuadro 1. Valores de F en el análisis de varianza combinado para variables registradas en diferentes muestreos en una serie de experimentos similares con los factores suelo (SU), densidad de siembra (DS), herbicida (HE) e interacciones (Experimento 1).

Variable	CV	SU	DS	SU x DS	HE	DS x HE	SU x HE	SUxDSxHE
NA1907 [†]	55.0	0.0645 ns	< .0001**	0.6836 ns	< .0001**	< .0001**	0.2492 ns	0.9822 ns
NM1907	121.6	0.0009*	0.0134*	0.1099 ns	< .0001**	0.5109 ns	0.0239 ns	0.3614 ns
NA2607	42.9	< .0001**	< .0001**	0.0907 ns	< .0001**	< .0001**	0.0008*	0.5786 ns
NM2607	106.3	0.1723 ns	0.0246*	0.9339 ns	< .0001**	0.5061ns	0.5686 ns	0.7159 ns
NA0208	61.4	0.0004*	< .0001**	0.2874 ns	< .0001**	< .0001**	0.0519 ns	0.5601 ns
NM0208	91.5	0.2331 ns	0.1024 ns	0.2768 ns	< .0001**	0.6105 ns	0.3097 ns	0.1750 ns
NA0908	44.9	0.0002**	< .0001**	0.1224 ns	< .0001**	< .0001**	0.0435 ns	0.7207 ns
NM0908	112.3	0.3521 ns	0.0386*	0.3101 ns	< .0001**	0.0016*	0.6699 ns	0.4821 ns
NA1608	35.2	< .0001**	< .0001**	0.0887 ns	< .0001**	< .0001**	0.0046*	0.8440 ns
NM1608	133.3	0.0343*	0.0328*	0.5533 ns	< .0001**	0.0013*	0.0058*	0.8917 ns
NA2308	50.0	0.0112*	< .0001**	0.2149 ns	< .0001**	< .0001**	0.3596 ns	0.6479 ns
NM2308	133.8	0.0449*	0.0227*	0.4540 ns	< .0001**	0.0010*	0.0244 ns	0.4340 ns
NA3008	30.4	0.0034*	< .0001**	0.1515 ns	< .0001**	< .0001**	0.0015*	0.3339 ns
NM3008	113.7	0.7690 ns	0.0688 ns	0.4804 ns	< .0001**	0.0774 ns	0.2514 ns	0.9919 ns
PF1510	29.4	0.0019*	0.0005**	0.0001**	< .0001**	0.6613 ns	0.0485 ns	0.0153 ns
DD1510	26.4	0.0895 ns	0.0128*	0.2134 ns	< .0001**	0.1467 ns	0.0158 ns	0.9317 ns
AP1510	15.4	0.6107 ns	0.8323 ns	0.5339 ns	0.5727 ns	0.4041 ns	0.3208 ns	0.6082 ns

*, ** Significativo a $P \leq 0.05$, $P \leq 0.01$, respectivamente. ns = no significativo; CV = coeficiente de variación; NA y NM = plantas de anís y maleza en 0.09 m², respectivamente; PF = peso de tejido fresco; DD = diámetro del dosel de la planta; AP = altura de planta. [†] En las variables se indica el día y el mes (ddmm) del muestreo.

Cuadro 2. Número promedio de plantas de anís (NA) y de maleza (NM) (0.09 m²) en suelos arcilloso y arenoso en varias fechas de muestreo.

Fecha de muestreo	NA		DMS	NM		DMS
	S. arcilloso	S. arenoso		S. arcilloso	S. arenoso	
19 julio	49.1 a [†]	48.1 a	8.8	8.1 a	3.6 b	2.6
26 julio	34.1 b	50.1 a	6.5	7.7 a	5.9 a	2.6
02 agosto	24.1 b	36.7 a	6.8	11.1 a	9.1 a	3.3
09 agosto	32.3 b	44.7 a	6.3	3.9 a	3.2 a	1.4
16 agosto	46.2 a	32.6 b	5.0	5.1 a	3.0 b	1.9
23 agosto	30.7 b	39.0 a	6.3	3.9 a	2.3 b	1.5
30 agosto	27.1 b	32.0 a	3.2	3.3 a	3.1 a	1.3

[†]Medias con letras iguales en cada hilera de una variable, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05); DMS = diferencia mínima significativa.

Efecto de la densidad de siembra

Al aumentar la cantidad de semillas de anís por unidad de superficie, el número de plantas establecidas aumentó ($P \leq 0.05$) a 11, 34 y 43, a la vez que disminuyó la incidencia de malezas a 4, 3 y 1 (Cuadro 3), fenómeno que se atribuye a la competencia interespecífica expuesta por Harper (1977). El peso de tejido fresco de las plantas de anís en la condición de baja densidad de siembra (1 g m^{-2}) fue menor ($P \leq 0.05$) que en las densidades mayores (2 y 3 g m^{-2}), pero el diámetro del dosel fue superior en la baja densidad; la biomasa también fue aumentando (414 a 542 g) con el incremento de la densidad de siembra de 1 a 3 g de semillas m^{-2} , pero el diámetro del dosel de la planta resultó disminuido de 15 a 13 cm, respuestas que indican la plasticidad del anís de monte, coincidente con la registrada en especies herbáceas arvenses como el epazote (*Teleoxis graveolens* Willd.) que se ha incorporado al cultivo mediante siembra directa (Zárate-Aquino y Hernández-Xolocotzin, 1993). En otras especies aromáticas de porte bajo como el anís (*Pimpinella anisum* L.) que es de follaje amplio, o la menta (*Mentha officinalis*

L.) que es erecta, también se ha observado que a medida que incrementa la densidad de plantas se logra mayor peso fresco por unidad de superficie, aunque disminuye el diámetro de la planta en su parte más ancha (Shareh y Mohasel, 2003; Saglam *et al.*, 2004). Esta respuesta no ocurre en plantas de porte alto como el cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), aunque en todas las plantas estudiadas se ha observado que la alta densidad de plantas reduce el número de botones florales por planta y de ramas laterales, y en consecuencia la producción de biomasa es menor (Ramezani *et al.*, 2006).

Efecto de herbicidas

Los herbicidas linurón y metribuzina usados en preemergencia restringieron el establecimiento de maleza (una planta) y del anís (2 a 4 plantas), y aplicados en postemergencia no impidieron la emergencia de plántulas de anís (43 a 46) pero sí las de maleza (una planta) (Cuadro 4), lo que indica la selectividad efectiva de estos herbicidas que por vez primera se experimentan para *T. filifolia*.

Cuadro 3. Número promedio de plantas de anís (NA) y de maleza (NM) (0.09 m^2) en varias fechas de muestreo, y peso de tejido fresco (g m^{-2}) y diámetro del dosel (cm) de plantas de anís en el muestreo final, como efectos de densidades de siembra de anís (1, 2 y 3 g m^{-2}).

Fecha de muestreo	NA			DMS	NM			DMS
	Densidades de siembra (g m ⁻²)				Densidades de siembra por (g m ⁻²)			
	1	2	3		1	2	3	
19 julio	18.1 c [†]	38.6 b	75.2 a	12.9	8.7 a	4.9 ab	4.1 b	3.8
9 agosto	19.5 c	37.8 b	58.1 a	9.2	4.7 a	3.4 ab	2.4 b	2.1
23 agosto	17.4 c	33.8 b	53.4 a	9.3	4.3 a	3.5 ab	1.7 b	2.2
30 agosto	11.0 c	34.4 b	43.3 a	4.8	3.4 a	4.1 a	2.2 a	1.9
	Peso fresco				Diámetro del dosel			
15 octubre	414.2 b	504.5 a	542.2 a	76.7	15.3 a	13.5 ab	12.9 b	0.8

[†]Medias con letras iguales en cada hilera y variable, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). DMS = diferencia mínima significativa.

Cuadro 4. Número promedio de plantas de anís (NA) y de maleza (NM) (0.09 m^2) en varias fechas de muestreo, y peso de tejido fresco, PF (g m^{-2}) y diámetro del dosel, DD (cm) de plantas de anís en el muestreo final, como efectos de herbicidas (metribuzina y linurón) aplicados en pre- y postemergencia y testigo.

Fechas de muestreo	Control pre emergente		Control post emergente		Testigo	DMS
	Metribuzina	Linurón	Metribuzina	Linurón	Agua	
NA						
19 julio	3.3 b [†]	3.6 b	68.5 a	77.3 a	67.0 a	19.5
26 julio	0.9 b	2.7 b	72.6 a	70.1 a	64.3 a	14.6
9 agosto	1.2 b	2.1 b	62.0 a	67.2 a	60.2 a	14.0
30 agosto	2.6 c	3.8 c	43.3 b	46.5 ab	51.5 a	7.2
NM						
19 julio	0.2 b	0.0 b	10.6 a	9.5 a	9.2 a	5.8
26 julio	0.0 b	0.0 b	11.2 a	10.8 a	12.0 a	5.8
9 agosto	0.0 b	0.0 b	0.1 b	0.1 b	17.5 a	3.2
30 agosto	1.0 b	1.0 b	1.5 b	0.5 b	12.2 a	3.0
PF						
15 octubre	212.5 c	222.9 c	720.8 a	745.4 a	533.7 b	115.8
DD						
15 octubre	16.3 a	16.0 a	13.3 a	13.7 a	10.1 b	2.6

[†]Medias con letras iguales en cada hilera y variable, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). DMS = diferencia mínima significativa.

Respecto a la época de aplicación, según Zimdahl (1993) al aplicar linurón y metribuzina en preemergencia, las raíces de plántulas ya emergidas, tanto de anís como de maleza, absorben el herbicida que más tarde (de 5 a 7 d después de la emergencia de plántulas en este trabajo) afecta la fotosíntesis y causa daños de clorosis y quemaduras de las hojas (como se observó en ambos tipos de planta), lo que indica la falta de selectividad específica de estos herbicidas aplicados en preemergencia.

La cantidad de maleza en las parcelas testigo y en las que se aplicaron los herbicidas en forma postemergente fue similar (9 a 10 plantas) hasta la mitad del periodo inicial de su establecimiento, pero después y hasta el final de la evaluación, el número de plantas de maleza fue mayor en parcelas testigo (12 plantas) que en las parcelas con aplicación de herbicida (una planta) (Cuadro 4). La maleza exhibió crecientes grados de quemadura de las hojas con el paso del tiempo, hasta la muerte de la planta. La razón del efecto selectivo de los herbicidas postemergentes hacia la maleza, sin afectar las plantas de anís, es un aspecto a ser investigado; tal vez la planta de anís de monte posee mecanismos de tolerancia a la fitotoxicidad de tales herbicidas, de los cuales carece la maleza.

En los tratamientos con herbicidas aplicados en forma postemergente, las plantas de anís produjeron más ($P \leq$

0.05) biomasa y diámetro de planta (Cuadro 4). En el testigo, la planta de anís produjo una cantidad intermedia de biomasa (533 g m^{-2}) y con menos diámetro del dosel (10 cm) en comparación con los tratamientos de herbicidas en pre y postemergencia. Estas respuestas se relacionan con la densidad de plantas en competencia después de la aplicación de los herbicidas, que incluye la competencia poblacional por luz documentada por Harper (1977).

Interacciones

En suelo arcilloso la densidad de siembra de 3 g de semilla/ m^2 produjo el mayor ($P \leq 0.05$) rendimiento de biomasa del anís (666 g m^{-2}), mientras que en suelo arenoso la densidad de 2 g m^{-2} fue mejor (485 g m^{-2}) (Cuadro 5). En Ocuilco, Morelos la mayoría de terrenos son arcillosos con manchones de suelo arenoso, además de algunos de mayor superficie que son de suelo arenoso. La interacción suelo x herbicida, en los muestreos del 26 de julio y del 16 y 30 de agosto, mostró que tanto metribuzina como linurón aplicados en postemergencia permitieron el establecimiento de más plantas de anís en suelo arenoso y con mejor control de la maleza (Cuadro 5); en el resto de variables evaluadas y en la mayor parte de los muestreos, no hubo efecto de esta interacción (Cuadro 1).

Cuadro 5. Número promedio de plantas de anís (NA) y de maleza (NM) en 0.09 m^2 como efectos de la interacción suelo x herbicidas en algunas fechas de muestreo, y peso de tejido fresco de anís (PF), como efecto de la interacción suelo x densidad de semillas en el muestreo final.

Suelo	Herbicidas o Densidad	Fechas de muestreo y variables		
		26 julio	16 agosto	30 agosto
	Método de control herbicidas [†]	NA	NM	NA
Arcilloso	Pre Metribuzina	0.7 d ^{††}	0.0 c	1.9 c
	Pre Linurón	1.9 d	0.0 c	4.1 c
	Post Metribuzina	51.6 c	0.4 c	44.8 b
	Post Linurón	63.2 bc	0.2 c	40.7 b
	Testigo	53.2 c	25.1 a	43.8 b
Arenoso	Pre Metribuzina	1.0 d	0.0 c	3.3 c
	Pre Linurón	3.6 d	0.0 c	3.5 c
	Post Metribuzina	93.6 a	0.0 c	41.8 b
	Post Linurón	77.0 b	0.0 c	52.4 ab
	Testigo	75.5 b	15.0 b	59.3 a
	DMS	16.2	9.9	14.4
	Densidad de siembra (g m^{-2})		PF al 15 octubre (g m^{-2})	
Arcilloso	1		398.5 c ^{††}	
	2		523.2 b	
	3		666.2 a	
Arenoso	1		430.0 bc	
	2		485.7 b	
	3		418.7 c	
	DMS		63.8	

[†]Pre y Post = aplicación pre- o postemergente, respectivamente. ^{††}Medias con letras iguales dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). DMS = diferencia mínima significativa.

Con alta densidad de siembra y con aplicación de herbicidas en forma postemergente, en todos los muestreos hubo más ($P \leq 0.05$) plantas de anís y menos de maleza (Cuadro 6), comportamiento que evidencia una referencia importante de la efectividad selectiva de estos herbicidas una vez que las plántulas de anís han emergido, resultados que son útiles para el manejo agronómico del anís de monte. Después de la aplicación postemergente de herbicidas, la disminución en el número de plantas de maleza estuvo inversamente relacionada con la cantidad de semillas de anís sembradas; el efecto de competencia entre las plantas de maleza con las de anís puede ejemplificarse en el testigo donde se registraron 20 plantas de maleza en la densidad de siembra 1 g de semilla, cantidad que disminuyó a 14 con 2 g y hasta 7 plantas de maleza con 3 g. La falta de respuesta en biomasa y en altura de la planta del anís de monte a la interacción

(excepto densidad x textura de suelo; Cuadro 1), permite inferir que tales factores combinados no son de importancia en la expresión de las variables aquí referidas.

Efecto de la fertilización

El mayor rendimiento de biomasa de anís de monte (1475 a 1645 g m⁻²) se logró con las dosis 125N-125P-50K, 60N-70P-0K y 60N-0P-0K que superaron ($P \leq 0.05$) al testigo (400 g m⁻²) (Cuadro 7). Esta respuesta de crecimiento de *T. filifolia* a la fertilización con nitrógeno coincide con lo previamente observado en *T. erecta* (Pushkar *et al.*, 2008), aunque esta última especie es de porte más alto (1 a 1.5 m) que el anís de monte (5 a 50 cm).

Cuadro 6. Número promedio de plantas de anís (NA) y de maleza (NM) (0.09 m²), como efectos de la interacción densidad de siembra x herbicidas, en dos fechas de muestreo.

Densidad de siembra (g m ⁻²)	Método de control herbicidas [†]	Muestreo 9 agosto		Muestreo 28 agosto	
		NA	NM	NA	NM
1	Pre Metribuzina	0.0 d ^{††}	0.0 c	0.3 d	0.0 c
	Pre Linurón	0.5 d	0.0 c	1.0 d	0.0 c
	Post Metribuzina	32.6 c	0.0 c	22.2 c	0.2 c
	Post Linurón	31.6 c	0.0 c	30.3 c	1.1 c
	Testigo	34.0 c	23.8 a	33.0 c	20.2 a
2	Pre Metribuzina	1.8 d	0.0 c	2.7 d	0.0 c
	Pre Linurón	2.2 d	0.0 c	5.2 d	0.0 c
	Post Metribuzina	65.0 b	0.2 c	52.6 b	2.5 c
	Post Linurón	66.6 b	0.3 c	59.1 b	0.7 c
	Testigo	53.3 b	16.6 ab	49.5 b	14.2 ab
3	Pre Metribuzina	2.0 d	0.0 c	2.7 d	0.0 c
	Pre Linurón	3.6 d	0.0 c	4.2 d	0.0 c
	Post Metribuzina	88.5 a	0.1 c	87.7 a	0.8 c
	Post Linurón	103.3 a	0.0 c	88.7 a	0.2 c
	Testigo	93.3 a	12.1 b	83.5 a	7.3 b
	DMS	20.5	8.2	19.9	7.8

[†]Pre y Post = aplicación pre- o postemergente, respectivamente. ^{††}Medias con letras iguales dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). DMS = diferencia mínima significativa.

Cuadro 7. Promedios de peso de tejido fresco (PF), altura de planta (AP) y diámetro del dosel (DD) de plantas de anís después de la aplicación de tratamientos de fertilización y el testigo (Experimento 2).

Tratamiento	Fertilización NPK	AP (cm)	DP (cm)	PF (g m ⁻²)
2	(125-125-50) [†]	29.3 a ^{†††}	23.4 a	1645 a
7	(60-70-0) ^{††}	22.8 b	22.7 a	1520 a
4	(60-0-0) [†]	22.6 b	17.2 ab	1475 a
3	(30-0-0) [†]	20.5 bc	17.8 ab	1155 b
6	(30-70-0) ^{††}	18.9 bcd	16.5 ab	1020 b
1	(75-75-20) [†]	18.2 bcd	15.4 ab	917 c
8	(0-0-25) ^{††}	16.6 cd	9.4 b	705 d
5	(0-70-0) ^{††}	16.2 cd	12.3 b	670 d
9	Testigo (0-0-0)	14.5 d	10.8 b	408 e
DMS		5.2	8.6	210
CV		20.4	41.3	15.3

[†], ^{††}Aplicación del fertilizante en dos partes (50 % y 50 %) y en una parte (100 %), respectivamente. ^{†††} Medias con letras iguales dentro de columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). DMS = diferencia mínima significativa; CV = coeficiente de variación.

Los tratamientos de fertilización que produjeron la mayor biomasa, también incrementaron altura de planta (22 a 29 cm) y el diámetro del dosel (17 a 23 cm), cuando las unidades aplicadas de nitrógeno fueron 60 o más kg ha⁻¹, para así duplicar la expresión registrada en el testigo (altura 14 cm; dosel 11 cm). El efecto benéfico de altas dosis de nitrógeno también se ha consignado en especies cultivadas de *Tagetes* (Dadman *et al.*, 2008; Pushkar *et al.*, 2008). Un tratamiento conveniente para producir biomasa (1520 g m⁻²) útil para la extracción de aceite esencial, es la dosis 60N-70P aplicada una sola vez (39 d después de la siembra), y no dos veces como en el caso de la fórmula 60N-0P ó 125N-125P-50K. Debido a que en este estudio no se hizo diagnóstico del suelo, se recomienda una segunda evaluación de los mejores fertilizantes para *T. filifolia*.

En el periodo de lluvias del 2006 en Ocuilco, Morelos se registró una precipitación total de 1100 mm, la cual se considera excelente para la producción del anís de monte, que requiere de cuatro meses desde la siembra hasta la floración, etapa fenológica con la mayor concentración de aceite (Serrato-Cruz, 2003) y, por tanto, es la mejor etapa para la cosecha en esta localidad. Con el material ensayado (población Tlalámec) se estima una producción de 15 t ha⁻¹ de tejido fresco si se utilizan las mejores condiciones de manejo encontradas en el presente trabajo. Se recomienda explorar con germoplasma adaptado a esta región, porque posiblemente se encontrarían materiales con mejores respuestas al manejo agronómico.

CONCLUSIONES

En las condiciones de temporal o seco de Ocuilco, Morelos se encontró que según sea la textura del suelo, arenosa o arcillosa, la cantidad de plantas de anís de monte y de maleza que se establecen en el suelo puede variar, así como el peso de tejido fresco de las plantas de anís. También se encontró que al incrementar la densidad de siembra del anís la planta individual disminuye su crecimiento pero aumenta su biomasa por unidad de superficie, y decrece la población de maleza. El empleo de los herbicidas linurón y metribuzina ensayados en preemergencia causaron muerte de plantas tanto de anís como de maleza, pero aplicados en postemergencia fueron selectivos contra la maleza y favorecieron el establecimiento del anís. Los efectos de interacción entre los factores textura de suelo, densidad de siembra y herbicidas, fueron restringidos a algunas variables y muestreos. La población de anís respondió a la fertilización en rendimiento de biomasa y algunas dosis de fertilizante (como 60N-70P) aumentaron la producción de biomasa.

BIBLIOGRAFÍA

- Cubillo D, G Sanabria, L Hilje (1999) Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. Man. Integrado Plagas 53:65-72.
- Dadman B, R Omidbaigi, F Sefidkon (2008) The effect of nitrogen fertilizer on essential oil content and compositions of Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.). Iranian J. Med. Aromatic Plants Res. 23:484-491.
- Camarillo-de la Rosa G, L Ortega-Arenas, M A Serrato-Cruz, C Rodríguez-Hernández, J S Barajas-Pérez (2007) Toxicidad del anisillo (*Tagetes filifolia* Lag.) en moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum* West.) en invernadero. Entom. Mex. 6:1038-1043.
- García E (1981) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 252 p.
- Kumar S, M Ram (1999) Late transplanting mint *Mentha arvensis* technology for northern Indian plains. Acta Hort. 502:243-248.
- Harper J L (1977) Population Biology of Plants. Academic Press. New York, USA. 892 p.
- INEGI (1981) Síntesis Geográfica de Morelos. Secretaría de Programación y Presupuesto. Distrito Federal, México. 110 p.
- López-Olguín J L, J Aragón-García, C Rodríguez-Hernández, M Vázquez-Galicia (2007) Agricultura Sostenible Vol. 3 Sustancias Naturales Contra Plagas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 192 p.
- Martínez G A (1988) Diseños Experimentales. Métodos y Elementos de Teoría. Ed. Trillas. Distrito Federal, México. pp:664-693.
- Muni R, R Dasha, A A Naqvi, K Sushil, D Ram, S Kumar (2002) Effect of plant density and harvesting time on the yield and the quality of essential oil in *Ocimum* species. J. Med. Aromatic Plant Sci. 24:393-396.
- Pushkar N C, S V S Rathore, D K Upadhyay (2008) Response of chemical and biofertilizer on growth and yield of African marigold (*Tagetes erecta* L.) cv. Pusa Narangi Gaiinda. Asian J. Hort. 3:130-132.
- Ramezani M B, M H Lebaschi, N Neamati (2006) The effects of plant densities on yield and yield components of safflower *Carthamus tinctorius* on dry farming condition. Iranian J. Med. Aromatic Plants Res. 22:155-160.
- Saglam C, I Atakisi, H Turhan, S Kaba, F Arslanoglu, F Onemli (2004) Effect of propagation method, plant density, and age on lemon balm (*Melissa officinalis*) herb and oil yield. New Zealand J. Crop Hort. Sci. 32:419-423.
- SAS Institute (1999) The SAS System for Windows. Release 8.2. SAS Institute Cary, NC.
- Serrato-Cruz M A (2003) Aspectos del cultivo de dos especies de *Tagetes* productoras de aceites esenciales. Rev. Nat. Des. 1:15-22.
- Serrato-Cruz M A, J S Barajas-Pérez (2006) Poblaciones silvestres de *Tagetes filifolia* Lag. en el centro sur de México. Rev. Fitotec. Mex. 29 (Esp. 2):7-12.
- Serrato-Cruz M A, J S Barajas-Pérez, F Díaz-Cedillo (2007) Aceites esenciales del recurso genético *Tagetes* para el control de insectos, nemátodos, ácaros y hongos. In: Agricultura Sostenible Vol. 3, Sustancias Naturales Contra Plagas. F López-Olguín, A Aragón-García, C Rodríguez-Hernández, M Vázquez-García (eds). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. pp:142-200.
- Serrato-Cruz M A, F Díaz-Cedillo, Barajas-Pérez J S (2008) Composición en el aceite esencial en germoplasma de *Tagetes filifolia* Lag. de la región centro-sur de México. Agrociencia 42:277-285.

- Shareh M, M H R Mohasel (2003)** The effect of plant density and times of weed control on yield and yield components of anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian J. Med. Aromatic Plants Res. 19:213-226.
- Singh-V P, Man-Singh, Kambud-Singh, A A Naqvi, P Saini, M Singh, K Singh (2002)** Influence of harvest time on the yield and composition of *Artemisa annua* essential oil in north Indian plans. J. Med. Aromatic Plant Sci. 24:390-392.
- Toledo V (1988)** La diversidad biológica de México. Ciencia y Desarrollo 14:17-30.
- Zárate-Aquino Ma A, E Hernández-Xolocotzin (1991)** Cultivo de “epazote de zorrillo” (*Teleoxis graveolens* (Willd.) W. A. Werber), una especie arvense medicinal. Agrociencia S. Rec. Nat. Ren. 1:147-159.
- Zimdahl L R (1993)** Fundamentals of Weed Science. Academic Press. California, USA. pp:225-269.