

Experiencia piloto de obtención de extractos de la rudilla (*Tagetes lemmonii* A. Gray.) originaria de la sierra de Mazatán, Sonora.



Experiencia piloto de obtención de extractos de la rudilla (*Tagetes lemmonii* A. Gray.) originaria de la sierra de Mazatán, Sonora.

Miguel Ángel Serrato Cruz
Jose Jesús Sánchez Escalante

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Lic. Enrique Martínez y Martínez Secretario
DISTRIBUCIÓN de la especie en Sonora	5	Lic. Jesús Alberto Aguilar Padilla Subsecretario de Agricultura
ASPECTOS QUÍMICOS del aceite esencial de la rudilla	7	Ing. Belisario Domínguez Méndez Dirección General de Productividad y Desarrollo Tecnológico
MANEJO agronómico	8	Universidad Autónoma Chapingo Dr. Carlos Alberto Villaseñor Perea Rector
EXTRACCIÓN de aceite esencial	9	Dr. Ramón Valdivia Alcalá Director General Académico
RENDIMIENTO de biomasa y de extractos	10	Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas Director General de Investigación y Posgrado
DOCUMENTOS referencia	11	Ing. José Guadalupe Gaytán Ruelas Director General de Administración
		M. en C. Domingo Montalvo Hernández Director General de Patronato Universitario
		Ing. Raúl Reyes Bustos Director General de Difusión Cultural y Servicio
		Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
		Ing. Enriqueta Molina Macías Directora General del SNICS
		M. en C. Rosalinda González Santos Directora de Recursos Fitogenéticos
		Autor: Miguel Ángel Serrato Cruz Jose Jesús Sánchez Escalante
		Diseño de portada y formación: L. D. G. Moisés Morales González
		Primera Edición Febrero 2014
		ISBN: 978-607-12-0338-0

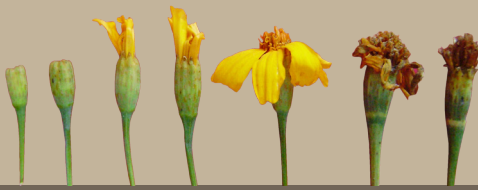
Universidad Autónoma Chapingo
Km 38.5 carretera México – Texcoco
Chapingo, Texcoco, Edo. de México, CP 56230
Tel.: (595) 9521500 ext. 5797
Fax: (595) 9521617

La reproducción total o parcial de esta publicación, ya sea mediante fotocopias o cualquier otro medio, requiere la autorización por escrito del representante legal de la Universidad Autónoma Chapingo.

Impreso en México

"Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente".





INTRODUCCIÓN

Tagetes lemmonii A. Gray. (Figura 1) es una especie que está distribuida principalmente en Sonora y se ha reportado para el oeste de Durango, oeste de Chihuahua y norte de Sinaloa; también se le encuentra en la parte sur de California y Nuevo México en Estados Unidos. En Sonora, en la región conocida como Sierra de Mazatán el nombre común de *T. lemmonii* es el de “rudilla” y en general, la información publicada de esta especie indica que su importancia es ornamental y para uso medicinal (Soule, 1996). Aunque la composición de los aceites esenciales ya se ha reportado (Tucker y Marciarello, 1996), no se cuenta con estudios sobre efectos biológicos del aceite esencial. Hasta ahora los aceites esenciales de varias especies de *Tagetes* han mostrado tener efecto contra insectos, hongos, nemátodos, ácaros y bacterias (Serrato-Cruz *et al.*, 2007). La “rudilla” llega a desarrollar la altura de 1 a 1.5 m, lo que la hace promisoría para su cultivo por la biomasa que puede producir en altas densidades de población en campo. En la especie *T. terniflora* se ha encontrado que si se establecen plantas distanciadas a 15 cm en surcos de 75 cm de separación, se puede lograr hasta 100 toneladas de tejido fresco y 200 litros de aceite esencial.

La agricultura en Sonora principalmente se realiza en áreas de riego donde cultivos hortofrutícolas son de relevancia económica para la exportación y porque el uso de agroquímicos es intenso generando riesgos a la salud humana y al ambiente. El desarrollo de tecnología nacional para proveer insumos de naturaleza orgánica de bajo costo y de fácil obtención para control de plagas y enfermedades puede lograrse a partir del uso de recursos naturales que posean características útiles para la sustitución de los pesticidas químicos.

La naturaleza perenne de la “rudilla” y la posibilidad de adoptarla como nuevo cultivo, son condiciones favorables que abren expectativas para el desarrollo de productos biorracionales que ayuden en el control de plagas y enfermedades en la agricultura de Sonora. La situación de esta especie en las áreas naturales donde se ha registrado su presencia es la de riesgo relativo, ya que las poblaciones nativas no son abundantes, además de que se desconoce su variabilidad química y biológica, por lo que su multiplicación, en un esquema de cultivo, por las implicaciones prácticas antes referidas, pueden cubrir dos propósitos: la conservación y el aprovechamiento. Los intentos para llevar a cultivo a *T. lemmonii*

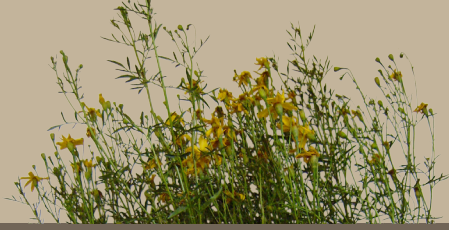


o rudilla y el desarrollo de experiencias sobre extracción de aceites esenciales a nivel piloto constituyen aspectos básicos íntimamente ligados con la promoción de la rudilla para extracción de destilados como una forma para su conservación *in situ*. Este documento presenta una experiencia piloto para obtención de destilados a partir de tejido fresco de la parte aérea de la rudilla, no sin antes proporcionar algunos datos sobre su distribución en Sonora, composición química y manejo agronómico.



Figura 1. Aspecto de la floración de *Tagetes lemmonii* en condiciones de campo en Chapingo, México previo a la extracción de aceites esenciales.





DISTRIBUCIÓN de la especie en Sonora

Crece sobre suelos rocosos, por lo común en los lados sombreados de las colinas asociado con bosque de encino y en suelos con suficiente humedad a una altitud entre 1,250 y 2,500 metros sobre el nivel del mar. La distribución actual y potencial de la especie (Figuras 2 y 3) sugiere un poco más de exploración en campo. En el municipio de Ures, en la Sierra de Mazatán, se ha localizado poblaciones de rudilla, también en Yécora (comunidad El Toro, en la cercanía con la frontera de Chihuahua) y en Nogales (Sierra de las Avispas), localidades ubicadas entre 1,380 y 1,430 metros sobre el nivel del mar (Figura 4).

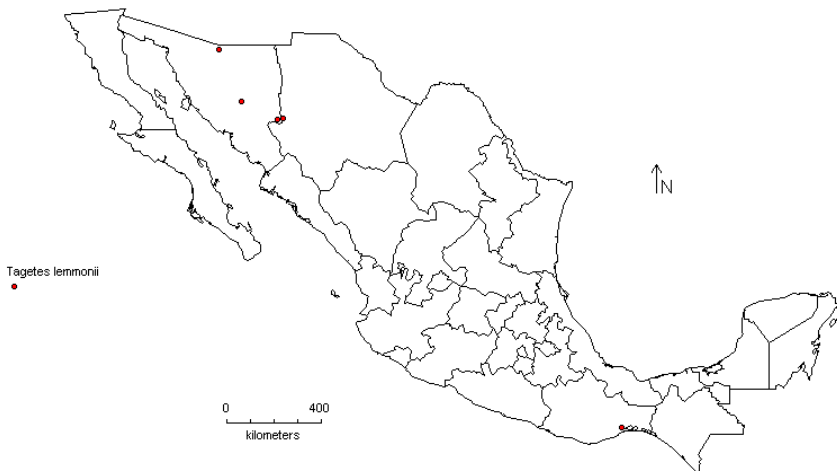


Figura 2. Distribución de *Tagetes lemmonii* en México



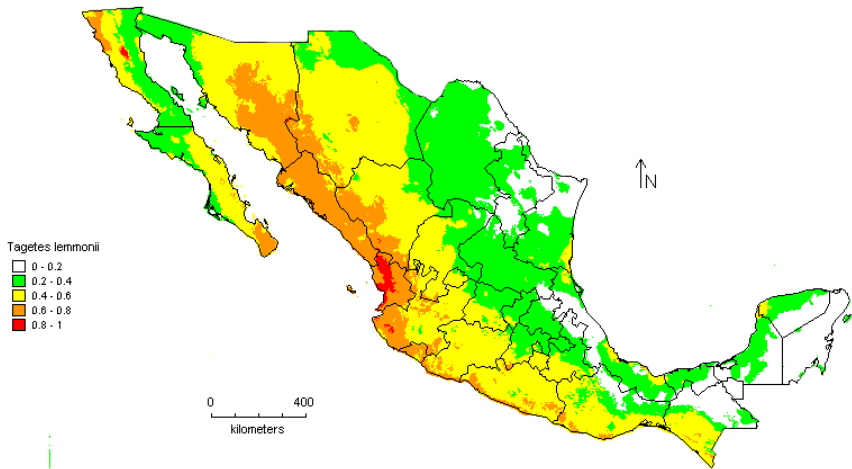


Figura 3. Zonas potenciales de *Tagetes lemmonii* en México



Figura 4. Rancho La Esperanza municipio de Nogales, Sonora. Bosque de encino (*Quercus emoryi*), sustrato rocoso.





ASPECTOS QUÍMICOS del aceite esencial de la rudilla

Los compuestos químicos en el aceite esencial obtenido mediante la técnica de hidrodestilación de plantas en floración (tallos, hojas e inflorescencias) de *T. lemmonii* cosechadas en noviembre a partir de un material cultivado en suelo arcillo limoso y pH de 6.6, ubicado en la localidad de Delawere, USA, corresponden a los compuestos mayoritarios siguientes: dihidrotagetona 42.5 ± 11.2 %, (E) Tagetona 16.1 ± 18.2 % y (E) ocimenona 14 ± 3.3 %. (Tucker y Marciarello, 1996). En plantas cultivadas en España los componentes fueron: cis-ocimeno (3.54 %), dihidro-tagetona (61 %), cis-tagetona (14.32 %) y trans-ocimenona (92.75 %), el primero, más otros compuestos menores, son monoterpenos hidrocarbonados (4.24 % de la muestra analizada) y los tres últimos, son monoterpenos oxigenados, que sumados a otros compuestos de menor proporción representan 92.75 %; el aceite (Verdeguer-Sancho, 2011). Otros compuestos registrados de extractos usando alcohol corresponden a tiofenos con los siguientes nombres: 5-(4-hidroxi-1-butenil)-2,2'- bitienil, 5-(4-acetoxi- 1-butenil)-2,2'- bitienil, 5-(buten-1-inil)-2,2'- bitienil y 2,2'' :5',2''-tertienil; así como la presencia de 11 % de aldehídos y cetonas. Las diferencias en composición según el origen de la población y muy probablemente su manejo, anticipan que las poblaciones de rudilla de Sonora muy probablemente contengan componentes diferentes o en cantidad diferente. También es bastante posible que de acuerdo con la época y el ambiente en la que se establezca el cultivo el contenido del aceite esencial puede variar.

Experiencias recientes, aún sin publicar, están evidenciando una fuerte actividad bactericida del aceite esencial de la rudilla, además de un efecto tóxico del aceite en concentraciones de 1,000 a 5,000 ppm contra ninfas y adultos del insecto *Diaphorina citri* Kuwayama (Euptera: Psyllidae), conocido como Psílido Asiático de los Cítricos que es un grave problema en las plantaciones de cítricos de todo el mundo, que en nuestro país se encuentra acentuado en las plantaciones de naranja y de limón en el occidente del país; también es novedoso el efecto inhibitorio de la germinación en arvenses, lo que tendría posibles implicaciones prácticas para su manejo como herbicida natural (Verdeguer-Sancho, 2011).



MANEJO

agrónómico

A partir de una población de rudilla proveniente de Ures, Sonora ($29^{\circ} 6' 338''$ N; $110^{\circ} 10' 27.64''$ O) se sembraron semillas y desarrollaron plantas en condiciones de Chapingo, México (19° N; 98° O) (Figura 5). Los resultados indican que en condiciones de cultivo en terrenos a intemperie con separación entre surcos de 75 cm y distanciamiento plantas de 30 cm, es posible se desarrollen plantas de 70 cm de altura que en octubre florecen y de las que se puede obtener cerca de 400 kg de tejido fresco por hectárea; estas plantas no presentaron ramificación ni desarrollaron abundante follaje, debido a que estuvieron en competencia con malezas y fueron objeto de intenso granizo que dañó gravemente la formación de hojas. Este resultado es para tomar en cuenta, ya que es una situación extrema que se podría presentar en campo. No hay duda de que en la etapa de floración al 100 %, porte de planta de 1 m y desarrollo aéreo completo, esta especie podría producir al menos 20 toneladas. En condiciones similares de establecimiento en campo, pero floración en mayo, se confirma la obtención de 20 toneladas de tejido fresco por hectárea (sin aplicar fertilizante). Esta referencia es muy útil para el establecimiento del cultivo en condiciones de temporal en regiones de Sonora donde la especie crece en forma natural.



Figura 5. Aspecto de las plantas de rudilla establecidas en Chapingo, México con separación entre plantas de 30 cm. Mes de abril 2012.





EXTRACCIÓN de aceite esencial

El equipo de destilación para procesamiento del aceite esencial de rudilla consistió de una olla, un condensador, fuente de calor y fuente de enfriamiento (Figura 8). La olla de 250 kg de capacidad y condensador de 2 metros de largo y diámetro de 45 cm con serpentín interno, son de acero inoxidable; la fuente de calor consiste de un quemador de gas butano, y el enfriamiento se logra mediante un flujo de agua al interior del condensador mediante una bomba de agua con motor eléctrico de un cuarto de caballo de fuerza. La olla tiene dos entradas para introducir el tejido fresco, y en la base interior de esta lleva una placa circular, también de acero inoxidable, con perforaciones; esta placa se sostiene con soportes de acero de 10 centímetros de altura. Para hacer funcionar el destilador es necesario depositar 100 litros de agua en la olla, se enciende el quemador al máximo de calor, el tejido picado con ensiladora se vacía a la olla, se activa la bomba de agua. A partir de que empieza a precipitar el extracto, visible por un goteo en el punto de salida del serpentín, transcurren 2 horas y entonces se suspende la fuente de calor; la bomba de agua se apaga 15 minutos después de quitar el calor. El extracto o precipitado se recoge en un recipiente, luego se lleva a un embudo donde se separa el aceite (capa superior) de la capa acuosa (capa inferior) (Figuras 6 y 7).



Figura 6. Precipitado de la destilación.

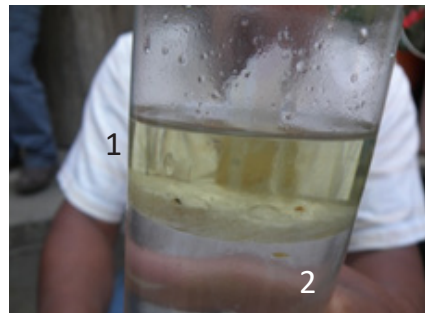


Figura 7. Aceite (1) y acuoso (2).



RENDIMIENTO

de biomasa y extractos

El primer registro sobre rendimiento de aceite esencial obtenido en Delaware, E. U. correspondía 0.27 mL de aceite en 100 g de tejido fresco. En Chapingo, en condiciones ambientales adversas, considerando una separación entre plantas de 30 cm y entre surco de 75 cm y utilizando un destilador con capacidad de 250 kg, el rendimiento es de 0.75 mL de aceite en 100 g de tejido fresco, mientras que la producción por hectárea de 400 kg de tejido fresco, 3.0 L de aceite y 40 L de extracto acuoso. En cambio, en condiciones favorables y la misma densidad de población anterior se producen 20 ton de tejido fresco, 20 L de aceite y 200 L de extracto acuoso en 1 ha, rendimiento de 1.1 mL de aceite en 100 g de tejido fresco.



Figura 8. Equipo de destilación para pruebas piloto de extracción de aceites esenciales de *T. lemmonii*. Olla (1), Condensador (2), Fuente de calor (3), Fuente de enfriamiento (4).



Serrato-Cruz, M. A., J. S. Barajas-Pérez, y F. Díaz-Cedillo. 2007. Aceites esenciales del recurso genético *Tagetes* para el control de insectos, nematodos, ácaros y hongos. In: *Substancias Naturales contra Plagas. Agricultura Sostenible*. López-Olguín, J. F., A. Aragón-García, C. Rodríguez-Hernández, M. Vázquez-García (eds.). Colegio de Postgraduados, México. pp: 192-200.

Soule, J.A. 1993. A potential new herbal product from a South American species of *Tagetes*. In: J. Janick, and J. Simon (eds.). *New Crops*. Wiley, New York. USA. pp. 649-654.

Tucker A. O. and Marciarello M. J. 1996. Volatile leaf oil of *Tagetes lemmonii* Gray. *Journal of Essential Oil Research* 8 (4): 417-418.

Verdeguer-Sancho M. 2011. Fitotoxicidad de aceites esenciales y extractos acuosos de plantas mediterráneas para el control de arvenses. Tesis doctoral. Universidad de Valencia, España. <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13827/tesisUPV3665.pdf?sequence=1> (Consulta octubre 2013).



Experiencia piloto de obtención de extractos de la rudilla (*Tagetes lemmonii* A. Gray.) originaria de la sierra de Mazatán, Sonora.

Esta edición consta de 1,000 ejemplares
Se terminó de imprimir en Imagen Digital Edición e Impresión S. de R. L. de C. V.
Cda. San Cristóbal 13, Col. Tulantongo
Texcoco, Estado de México, CP: 56200
Marzo, 2014.



ISBN: 978-607-12-0338-0



9 786071 120338 0

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

