

Evaluación del potencial de anís de la sierra (*Tagetes filifolia* Lag.) como fuente de aceite esencial para uso agroindustrial

Evaluating the potential of anise of the mountains (*Tagetes filifolia* Lag.) as a source of essential oil for use agribusiness

Miguel Á. Barrena Gurbillón¹ Oscar A. Gamarra Torres² & Jorge L. Maicelo Quintana³
Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como principal objetivo la evaluación del potencial de "anís de la sierra" (*Tagetes filifolia* Lag.) como fuente de aceite esencial para uso agroindustrial, para lo cual se sembró nueve parcelas de 1 m² cada una con densidades de siembra de 25, 36 y 64 plantas/m². Se consideraron tres variables independientes: etapa fenológica (120, 130 y 140 días), densidad de siembra (25, 36 y 64 plantas/m²) y tiempo de extracción de aceite esencial (30, 50 y 70 minutos). La variable respuesta fue rendimiento de aceite esencial (mL/100 g de plantas de anís). Con la aplicación del diseño estadístico de Box-Behnken se determinó que con plantas de "anís de la sierra" cultivadas durante 140 días, con una densidad de siembra de 64 plantas/m² y con un tiempo de extracción de aceite esencial por arrastre con vapor de 50 minutos, se ha logrado el mayor rendimiento que llegó a 0,44 mL de aceite esencial por cada 100 g de plantas de "anís de la sierra". El procesamiento de los resultados experimentales con el software Statgraphics dio como resultado que plantas de "anís de la sierra" cultivadas durante 127,1 días, con una densidad de siembra de 56,3 plantas/m² y con un tiempo de extracción de aceite esencial por arrastre con vapor de 50,6 minutos, se puede lograr el máximo rendimiento que llegaría a 0,42 mL de aceite esencial por cada 100 g de plantas.

Palabras claves: *Tagetes filifolia*, anís de la sierra, fenología, aceite esencial.

ABSTRACT

This research had as main objective the evaluation of the potential of "anise in the mountains" (*Tagetes filifolia* Lag.) as a source of essential oil for use agribusiness, which plots were planted of 1 m² each with densities of 25, 36 and 64 plants/m², considering three independent variables: phenological stage (120, 130 and 140 days), density (25, 36 and 64 plants/m²) and time of extraction of essential oil (30, 50 and 70 minutes). The variable response was essential oil yield (mL essential oil/100 g anise). With the application of statistical design of Box-Behnken found that plants anise in the mountains cultivated for 140 days, with a density of 64 plants/m² and with a time of extraction of essential oil to drag 50 minutes of steam, it has achieved the highest yield that became 0,44 mL of essential oil per 100 g plant. The processing of experimental results with the software Statgraphics resulted in plants of anise in the mountains cultivated during 127,1 days, with a density of 56,3 plants/m² and with a time of extraction of essential oil steam apparatus 50,6 minutes, you can achieve maximum performance that would come to 0,42 mL of essential oil per 100 g plant.

Keywords: *Tagetes filifolia*, anise in the mountains, phenology, essential oil.

¹Ingeniero Químico, Master en Microbiología Industrial y Biotecnología, Profesor Principal DE, UNAT-Amazonas; mabg98@hotmail.com

²Biólogo, Profesor Auxiliar TC, UNAT-Amazonas; osgat@latinmail.com

³Ingeniero Zootecnista, Director Instituto de Investigación INDES-CES, UNAT-Amazonas; jomaqt@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El "anís silvestre" (*Tagetes filifolia* Lag.) es una planta nativa de uso conocido en la región andina y entre sus atributos destaca el contenido de aceites esenciales, por lo que es usado como aromático y diurético; con el consecuente potencial farmacéutico, nutracéutico y agroindustrial (Mostacero *et al.*, 2002 & Quezada *et al.*, 2005).

En México *T. filifolia* se emplea como saborizante anisado de cañas de maíz para masticar, en la preparación de curados de pulque (bebida no destilada de agaves), elaboración de mezcal y de licor de anís (con alcohol de caña de azúcar). Además, es empleado como esencia de anís (aceite puro obtenido por destilación rudimentaria)

para saborizar cualquier bebida. Su aceite esencial tiene potencial como aromatizador ambiental, descongestionante de vías respiratorias y biocida (Serrato y Barajas, 2006).

Los aceites esenciales son mezclas muy complejas de muchos componentes, químicamente son terpenos que estructuralmente están constituidos por la unión de dos o más unidades de isopreno. Muchos aceites esenciales se usan en las industrias de perfumería y de aromas para alimentos; algunos componentes aislados, o sus derivados, han encontrado aplicación como medicamentos, atrayentes o repelentes de insectos, productos intermediarios de síntesis, etc. (Primo, 1995).

Con respecto al cultivo se ha reportado que *T. filifolia*

con las densidades de siembra de 15x15 (64 plantas), 20x20 (36 plantas) y 25x25 (25 plantas) evaluadas, se ha determinado que la densidad de 64 plantas por metro cuadrado y sin roturar el suelo permiten la mayor producción de biomasa por planta (36 g) y por metro cuadrado (1 295 g) (Serrato *et al.*, 2003).

Sobre el rendimiento de aceite esencial de *T. filifolia* se reportó que a los 100 días de su desarrollo vegetativo se obtuvo 1,68 mL por cada 100 g de materia vegetal; en esta etapa la semilla comienza a madurar y el follaje aún está verde (Serrato *et al.*, 2003).

El "anís de la sierra" es una hierba que crece de manera espontánea en los ecosistemas andinos, donde los pobladores la emplean exclusivamente como medicina natural y por esta propiedad es comercializada en el mercado local. Las poblaciones locales no cultivan esta hierba y sólo se limitan a recolectarla del campo en las épocas que se encuentra en abundancia. Actualmente en el Perú no existen estudios referidos a la fenología y crecimiento de esta especie, menos aún información sobre su contenido de aceites esenciales. La información generada a través de esta investigación permitirá determinar el potencial de *T. filifolia* Lag. "anís de la sierra" para su uso agroindustrial, brindar las posibilidades de masificación de su cultivo para mejorar la economía del poblador rural.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las plantas de *T. filifolia* evaluadas en el presente estudio fueron cultivadas en parcelas del campo experimental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas. Las semillas fueron extraídas de plantas seleccionadas por su tamaño, porte y ramificación; que estaban en su ambiente natural en la Ciudad Universitaria, procediendo a la instalación de nueve parcelas experimentales de 1 m² cada una, que después de un riego pesado se efectuó la siembra de semillas de "anís de la sierra" con las siguientes densidades de siembra de 25, 36 y 64 plantas/m², con tres repeticiones cada una. Se realizó la siembra directa empleándose aproximadamente 10 semillas por golpe; después de la siembra, el riego se realizó a diario en los primeros 15 días, luego de acuerdo a las necesidades del cultivo; cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 5 cm; se procedió al desahije y deshierbo.

La extracción del aceite esencial se realizó en un equipo para extracción de aceite esencial por arrastre con vapor, empleando como calderín un matraz erlenmeyer de 1000 mL que suministró el vapor que fue conducido al fondo del balón Engler de 500 mL que contenía las plantas de anís de la sierra sin raíces; de éste balón salió una corriente de vapor de agua y de aceite esencial, que fue condensada en el tubo refrigerante. El condensado fue recibido en una probeta de 100 mL, en la cual el aceite esencial flotaba sobre el agua. Para lograr la máxima recuperación del aceite esencial, el contenido de la probeta se trasvasó a un embudo de decantación de 250 mL al que se adicionó salmuera saturada.

Las variables independientes a ser evaluadas a escala de laboratorio se muestran en la Tabla 1, utilizando el diseño estadístico de Box-Behnken (Greasham & Inamine, 1989) para tres variables independientes, con la finalidad de obtener el mejor valor de cada variable tendiente a conseguir el mayor rendimiento de aceite esencial, de acuerdo a la distribución mostrada en la Tabla 2, donde cada columna representó una variable y cada fila un experimento. Los elementos +, 0, -, representan los valores alto, medio y bajo, respectivamente de cada variable. Se empleó el software estadístico Statgraphics Plus para Windows 5.1, para generar gráficas de contornos de respuestas en superficie versus valor de variables para determinar los valores que llevarían a la mayor extracción de aceite esencial de anís de la sierra.

Tabla 1. Valor de las variables: etapa fenológica, densidad de siembra y tiempo de extracción de aceite esencial de anís de la sierra empleando el diseño estadístico de Box-Behnken.

Valor	Etapa fenológica (días) X ₁	Densidad de siembra (plantas/m ²) X ₂	Tiempo de extracción (min) X ₃
Alta (+)	140	64	70
Media (0)	130	36	50
Baja (-)	120	25	30

Tabla 2. Distribución de los valores de las variables etapa fenológica, densidad de siembra y tiempo de extracción de aceite esencial de anís de la sierra empleando el diseño estadístico de Box-Behnken.

Número de experimento	Variables		
	X ₁	X ₂	X ₃
1	+	+	+
2	+	+	0
3	+	0	+
4	0	+	+
5	+	+	-
6	+	-	+
7	-	+	+
8	+	0	0
9	0	0	0
10	0	-	-
11	-	-	0
12	+	0	-
13	-	0	+
14	0	-	+
15	-	-	-

RESULTADOS

La cosecha de plantas de anís de la sierra se realizó a los 140 días de la siembra; los valores de altura y peso promedio determinados en cada cosecha se muestran en la Tabla 3; cosechándose las plantas más grandes y de mayor área foliar (Figura 1).

En la Tabla 4, el mayor rendimiento de aceite esencial (RAE) se ha dado con los valores de las variables del experimento 2 (RAE de 0,44), siguiéndole en orden decreciente los experimentos 9 (RAE de 0,38), 4 (RAE de

0,38), 13 (RAE de 0,35), 8 (RAE de 0,34) y 6 (RAE de 0,33); dentro de los más importantes (Figura 2).

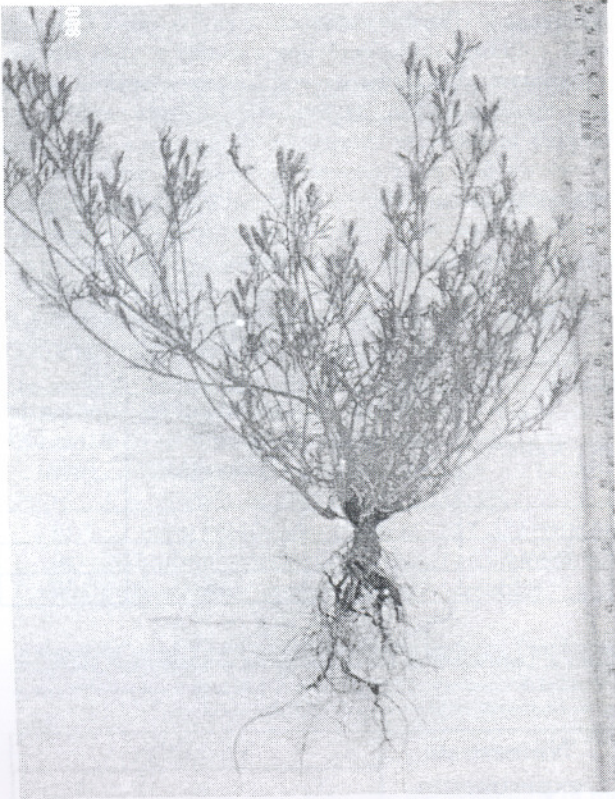


Figura 1. Planta de *T. filifolia* cosechada del campo experimental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

Tabla 3. Altura y peso promedio de plantas de *T. filifolia* Lag. en el momento de su cosecha.

Densidad (plantas /m ²)	120 días		130 días		140 días	
	Altura (cm)	Peso (g)	Altura (cm)	Peso (g)	Altura (cm)	Peso (g)
25	24,68	14,31	25,46	16,44	21,20	17,78
36	25,88	7,84	20,70	14,75	19,84	13,12
64	26,23	12,06	22,43	11,65	19,85	10,93

Los resultados aplicando el diseño de optimización Box-Behnken, predice que se puede obtener un rendimiento de aceite esencial de 0,42 mL/100 g de muestra de "anís de la sierra", empleando una densidad de siembra de 64 plantas/m², 128 días de cultivo y un tiempo de extracción de 50 minutos. La ecuación de regresión ajustada a los datos experimentales se muestra a continuación, siendo los valores de las variables especificados en sus unidades originales.

$$\text{Rendimiento} = - 118,133 + 1,4885*A + 0,455242*B + 0,604063*C - 0,00518488*A^2 - 0,00191146*(A*B) - 0,00124109*(A*C) - 0,00112225*B^2 - 0,00169748*(B*C) - 0,00346542*C^2$$

Tabla 4. Rendimiento de aceite esencial de *T. filifolia* empleando las variables etapa fenológica, densidad de siembra y tiempo de extracción.

Experi-mento	Días (X ₁ :A)	Plantas/m ² (X ₂ :B)	Tiempo de extracción (X ₃ :C)	Peso de planta (g)	Vol. de aceite (mL)	Rend. (mL/1000 g)
1	140	64	70	659,1	0,50	0,759
2	140	64	50	779,2	3,40	4,363
3	140	36	70	406,4	1,00	2,461
4	130	64	70	525,3	2,00	3,807
5	140	64	30	779,2	1,60	2,053
6	140	25	70	908,0	3,00	3,304
7	120	64	70	544,8	1,30	2,386
8	140	36	50	1018,0	3,50	3,438
9	130	36	50	884,9	3,40	3,842
10	130	25	30	876,5	0,50	0,570
11	120	25	50	572,4	1,40	2,446
12	140	36	30	1018,0	2,50	2,456
13	120	36	70	345,2	1,20	3,476
14	130	25	70	876,5	2,70	3,080
15	120	25	30	572,4	0,30	0,524

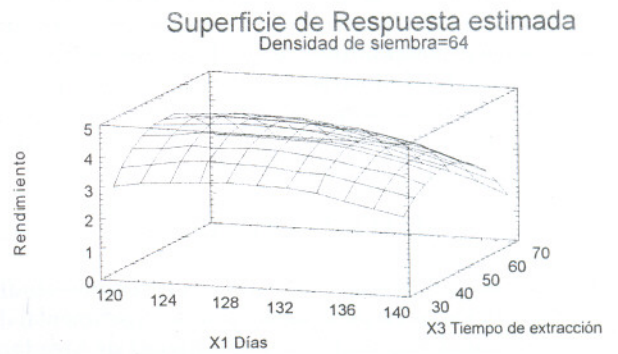


Figura 2. Superficie de respuesta estimada de las variables: densidad de siembra (64 plantas / m²), 128 días de cultivo y un tiempo de extracción de 50 minutos para optimizar el rendimiento de aceite esencial en plantas de "anís de la sierra"

DISCUSIÓN

Las primeras plantas de "anís de la sierra" germinaron a partir de los 14 días de realizada la siembra, después dicha germinación se extendió hasta los 32 días, no siendo uniforme debido a la alta variabilidad que tiene esta planta por ser silvestre, a pesar que se seleccionó semillas que tuvieron un buen tamaño, no dobladas y negras; descartándose para la siembra aquellas semillas que presentaron color marrón, blanco o pardo.

En la Tabla 3 se aprecia que las plantas de "anís de la sierra" crecieron hasta los 120 días, pero su masa se incrementó; excepto para las plantas cultivadas con una densidad de siembra de 64 plantas/m² en las que se presentó una disminución de la masa.

Una característica que se pudo apreciar en el desarrollo de las plantas de "anís de la sierra" fue que algunas tenían sus tallos erguidos y otras tenían los tallos decumbentes, ambas con buen desarrollo de follaje.

Al cabo de cada uno de los tiempos experimentales fijados, se procedió a cosechar las plantas de mayor altura, de mayor follaje de la parcela correspondiente; dejando las otras para que se sigan desarrollando, esto explica por que para las densidades de siembra de 36 y 64 plantas/m² la altura promedio disminuyó (Tabla 3).

Con plantas de "anis de la sierra" cultivadas durante 140 días, con una densidad de siembra de 64 plantas/m² y con un tiempo de extracción de aceite esencial por arrastre con vapor de 50 minutos, se ha logrado el mayor rendimiento que llegó a ser 0,44 mL de aceite esencial por cada 100 g de plantas de "anis de la sierra". Sin embargo, este valor es cuatro veces menor al reportado de 1,68 mL por cada 100 g de materia vegetal de 100 días de desarrollo vegetativo (Serrato *et al.*, 2003). Esta diferencia pudo deberse a que a pesar de haber empleado una salmuera saturada para incrementar la separación del aceite esencial del agua, la fase acuosa residual quedaba turbia y con un intenso olor a anis pero ya no flotaba más aceite esencial.

De los resultados mostrados en la Tabla 4, se puede asegurar que el tiempo de extracción de 30 minutos es insuficiente para lograr extraer todo el aceite esencial contenido en las plantas de "anis de la sierra". Para los mismos días a la cosecha y la misma densidad de siembra; el tiempo de extracción del aceite esencial de 50 minutos es el más adecuado.

El mayor rendimiento de aceite esencial se ha logrado con plantas de "anis de la sierra" cultivadas con una densidad de 64 plantas/m², seguidas por plantas de una densidad de 36 plantas/m².

CONCLUSIONES

La germinación de las semillas de "anis de la sierra" no fue uniforme debido a la variabilidad que presenta esta planta.

Plantas de "anis de la sierra" cultivadas durante 140 días, con una densidad de siembra de 64 plantas/m² y con un tiempo de extracción de aceite esencial por arrastre con vapor de 50 minutos, se logró el mayor rendimiento 0,44 mL de aceite esencial por cada 100 g de plantas de "anis de la sierra"

La superficie de respuesta empleando el software Statgraphics se descifró que utilizando plantas de "anis de la sierra" cultivadas durante 127,1 días, con una densidad de siembra de 56,3 plantas/m² y con un tiempo de extracción de aceite esencial por arrastre con vapor de 50,6 minutos, se puede lograr el máximo rendimiento de 0,42

mL de aceite esencial por cada 100 g de plantas de "anis de la sierra".

El aceite esencial obtenido tiene un aroma muy agradable y fuerte por lo que se constituye en un excelente aditivo para la agroindustria regional.

AGRADECIMIENTO

Al Blgo. Ms.C. Julio Mariano Chávez Milla, Jefe del Laboratorio de Bioquímica y Microbiología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas por las facilidades prestadas en el laboratorio a su cargo, así como por las oportunas sugerencias realizadas durante el desarrollo de la presente investigación.

Al Lic. en Estadística Elías Alberto Torres Armas, por la ayuda en el procesamiento de los datos, así mismo por sus comentarios y sugerencias al presente trabajo.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por la subvención y facilidades prestadas en cuanto a reactivos, equipamiento e infraestructura para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mostacero, J.; F. Mejía y O. Gamarra. 2002. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Vol II. Edit. Normas Legales. Trujillo - Perú.
- Primo, E. 1995. Química orgánica básica y aplicada. De la molécula a la industria. Tomo II. Edit. Reverté, S.A. Barcelona - España.
- Quezada, F.; W. Roca; M.T. Szauer; J.J. Gómez y R. López (Eds.). 2005. Biotecnología para el uso sostenible de la biodiversidad. Capacidades locales y mercados potenciales. Edit. Corporación Andina de Fomento Corporación Andina de Fomento. Caracas - Venezuela.
- Serrato, M.A. 2003. Aspectos del cultivo de dos especies de *Tagetes* productoras de aceites esenciales. *Naturaleza y Desarrollo* 1(1): 15 - 20.
- Serrato, 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. 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(1-2): 65-70.
- Serrato, M.A. y J.S. Barajas. 2006. Poblaciones silvestres de *Tagetes filifolia* Lag. en el centro-sur de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 29 (número especial 2): 7-12.