

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

**DETERMINACION DE LA CONCENTRACION Y RENDIMIENTO DE
7-metoxicumarina y Aceite Esencial, EN CINCO ESTADOS DE
DESARROLLO DEL PERICÓN (Tagetes híbrida Cav.) EN LA ALAMEDA
CHIMALTENANGO.**

TESIS
**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

FOR
CLAUDIA LORENA BARILLAS ARAGON

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, MARZO DE 1,995

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. CARLOS MOTTA DE PAZ
VOCAL CUARTO:	Prof. GABRIEL AMADO ROSALES
VOCAL QUINTO:	Br. AUGUSTO GUERRA GUTIERREZ
SECRETARIO:	Ing. Agr. MARCO ROMILIO ESTRADA

Guatemala, marzo de 1995

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos

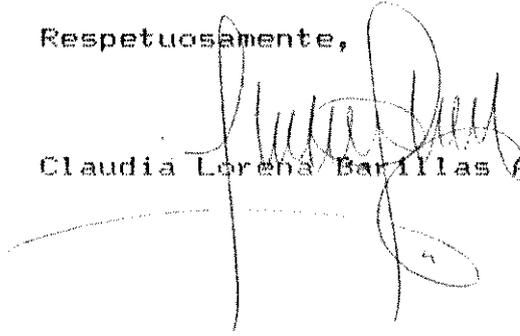
Señores Miembros:

En cumplimiento a las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

DETERMINACION DE LA CONCENTRACION Y RENDIMIENTO DE 7-METOXICUMARINA Y ACEITE ESENCIAL, EN CINCO ESTADOS DE DESARROLLO DEL PERICON (Tagetes lúcida CAV.) EN LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO.

Como un requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Respetuosamente,


Claudia Lorena Barillas Aragón

CONTENIDO GENERAL

	PAGINA
RESUMEN.	vi
1. INTRODUCCION.	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
1. El Pericón	4
2. Composición Química	7
3. Características específicas de 7-metoxicumarina y del aceite esencial.	12
4. Técnicas de Recolección, Preparación, Secado y Conservación de Plantas medicinas.	15
4. OBJETIVOS	19
5. HIPOTESIS	20
6. METODOLOGIA	21
7. RESULTADOS	38
8. CONCLUSIONES	63
9. RECOMENDACIONES	65
10. BIBLIOGRAFIA	67
11. APENDICE	72

INDICE DE CUADROS

C U A D R O	NOMBRE	PAGINA
1	Concentración media en porcentaje de aceite esencial de flores, hojas y tallos de Pericón.	38
2	Rendimiento de peso fresco y seco de tallos, flores hojas en Kg/ha. para cada tratamiento en cinco cosechas diferentes de Pericón.	44
3	Rendimiento de peso seco en base a peso fresco (%) de tallos, flor y hojas de Pericón.	45
4	Rendimiento de aceite esencial en Kg de aceite/ha de cultivo de pericón en tallos, hojas y flores.	47
5	Valores de Rf de los compuestos separados de los extractos.	55
6	Presencia de cada una de las sustancias separadas de los extractos de acuerdo a cada tratamiento y parte analizada.	57
7	Concentración de 7-metoxicumarina y de Scoparón en cada uno de los tratamientos y órgano analizado.	59
8	Concentración de 7-metoxicumarina y del Scoparón en cinco estados de desarrollo de Pericón.	60
9	Rendimiento de Scoparón y 7-metoxicumarina en cinco estados de desarrollo y 3 órganos diferentes de Pericón en Kg. de compuesto por ha. de cultivo.	62

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	NOMBRE	PAGINA
1	Concentración media en % de aceite esencial de flores, tallos y hojas en cinco estados de desarrollo de Pericón.	39
2	Rendimiento de peso fresco en Kg/ha de tallos, flor y hojas en cinco estados de desarrollo de Pericón.	39
3.	Rendimiento de peso seco en Kg/ha de tallos, flor y hojas en cinco estados de desarrollo de Pericón.	46
4.	Rendimiento de peso seco en base a peso fresco (%) en cinco estados de desarrollo de Pericón en tallos, flores y hojas.	46
5.	Rendimiento de aceite esencial en Kg. de aceite/ha de cultivo de Pericón, en cinco estados de desarrollo en tallos, flor y hojas.	47
6.	Curva de crecimiento.	52
7.	Placas cromatográficas de los estándares y de los extractos para cada tratamiento evaluado de pericón en tallos flor y hojas.	56
8.	Concentración de 7-metoxicumarina y Scoparón para cinco estados de desarrollo de Pericón.	61
9.	Rendimiento en Kg. de substancia por ha. de cultivo de pericón en cinco estados de desarrollo	61

DETERMINACION DE LA CONCENTRACION Y RENDIMIENTO DE 7-metoxicumarina Y ACEITE ESENCIAL, EN CINCO ESTADOS DE DESARROLLO DEL PERICON (Tagetes lúcida CAV) EN LA ALAMEDA CHIMALTENANGO.

DETERMINATION OF THE CONCENTRATION AND YIELD OF 7-metoxicumarina AND ESSENTIAL OIL IN FIVE PHASSES OF PERICON (Tagetes lúcida Cav.) DEVELOPMENT, ALAMEDA, CHIMALTENANGO.

RESUMEN

En Guatemala el Pericón (Tagetes lúcida CAV) es común y tradicionalmente utilizada como planta medicinal, con propiedades anti espasmódicas, antisépticas, digestivas y antibacteriana. (12,15,32) conferidas por el aceite esencial y 7-metoxicumarina presentes en este género.

El objetivo del presente trabajo fue determinar como varía la concentración y rendimiento de estos compuestos en cinco estados de desarrollo de Pericón en tallos, hojas y flores; a fin de inferir cual es la mejor época de cosecha de este cultivo.

La investigación constó básicamente de dos etapas una de campo y otra de laboratorio. La primera se desarrolló en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA de la Alameda Chimaltenango, y la segunda en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Agronomía de la USAC.

Se utilizó semilla de ICTA identificada como población 1 sembrándose en semillero, luego almacigo y finalmente al campo definitivo, la unidad experimental estuvo comprendida por 140 plantas ubicadas en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, los tratamientos fueron:

1. Plantas en estado vegetativo
2. Plantas en estado vegetativo con tallos secundarios.
3. Inicio de floración
4. Plena floración

5. Inicio de maduración de fruto

La extracción de aceite se realizó por medio de arrastre de vapor con Neo-clevecher, cuantificándose gravimétricamente.

La extracción de 7-metoxicumarina se hizo con Soxlet utilizando como solvente cloroformo identificándose y cuantificándose por medio de cromatografía en capa fina.

No se obtuvo diferencia significativa en la concentración de aceite esencial en las cinco épocas evaluadas pero sí, en cuanto a rendimiento de aceite esencial sí se obtuvo diferencia significativa siendo los mejores tratamiento 4 y 5.

En cuanto a 7-metoxicumarina se obtuvo que la mayor concentración se presenta cuando la planta inicia la floración, seguido de la plena y final de la misma siendo las hojas las que poseen la mayor concentración de los tres órganos analizados.

En base a lo anterior se recomienda cosechar el pericón desde que inicia la floración hasta que esta termina siendo las hojas y las flores las que producen mayor concentración de los dos compuestos indistintamente, es en este período que se obtiene los mejores rendimientos y puede aprovecharse toda la planta.

1. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, algunas especies de vegetales encuentran aplicación medicinal en la sociedad, son un recurso natural que puede ser utilizado en el tratamiento de distintas enfermedades; algunas de ellas se encuentran disponibles y al alcance de la mayoría de la población, especialmente en la zona rural, por ser personas de escasos recursos.

En general encontramos plantas que actúan como diuréticas, estomacales, antibióticas, renales, anticancerígenas, astringentes, antireumáticos y dermatológicos. (32)

Entre las plantas comúnmente utilizadas como medicinales en nuestro país se encuentra el género Tagetes, el cual ha sido ampliamente estudiado por sus cualidades antiespasmódicas, antibióticas y efectos alucinógenos. El Pericón (Tagetes lúcida) pertenece a éste género, crece en forma silvestre en las orillas de los caminos y bosques de Guatemala. Es muy utilizada por su actividad antiespasmódica (12,32), y experimentalmente se le han encontrado efectos antimicrobianos, alucinógenos y fototóxicos. (14,15,33,34, 29) Contiene entre sus compuestos al aceite esencial, el que le confieren a la planta propiedades antiespasmódicas y aromáticas. (30). Se deseó determinar por medio de métodos químicos, tal como extracciones con noeclevencher, la concentración del aceite esencial del pericón. Se

analizó la producción en relación al área¹ de dicho compuesto, realizando análisis de varianza y pruebas de medias, lo cual nos permitió complementar y visualizar de manera más objetiva los resultados químicos obtenidos.

Así también se determinó la producción y concentración de la 7- metoxicumarina lo que le da al pericón propiedades anti-espasmódicas, para ello se realizaron extracciones por medio de Soxhlet y determinación semicuantitativa del compuesto por cromatografía en capa fina; lo que permitió describir la presencia y concentración de éste en las distintas etapas de desarrollo de la planta.

¹ y al peso fresco de la planta.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala el Pericón (Tagetes lúcida Cav.) es común y tradicionalmente utilizada como planta medicinal, con propiedades antiespasmódicas comprobadas (5); así como, antisépticas, digestivas y antibacterianas. (12,32)

Estudios anteriores han demostrado la presencia de aceite esencial y 7-metoxicumarina (12, 39), los cuales poseen efectos antiespasmódicos y aromáticos, influyen también en el sabor y aroma del té de la planta.

Se han realizado estudios acerca de distancias de siembra y niveles de fertilización, y en la actualidad caracterización y estructura de la flor del pericón; sin haberse estudiado aún la concentración y rendimiento de estos compuestos en tallos, flor y hojas, en el transcurso del desarrollo de la planta; a fin de determinar el comportamiento del aceite esencial y 7- metoxicumarina, lo cual contribuiría como base para investigaciones posteriores, tales como calidad de aceite esencial, mejoramiento genético, inferencias en la producción y explotación del cultivo, etc. pues existe interés en la producción de materias primas cultivadas en ambientes naturales para la elaboración de diversos productos.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 El Pericón (Tagetes lúcida Cav.):

3.1.1 Descripción botánica:

El pericón es una hierba perenne muy aromática, glabra, erecta, de 30 - 95 cms. de alto; se levanta desde una base corta, gruesa y leñosa; cimosamente ramificada arriba, muy resinosa al secarse. Hojas opuestas, sésiles, lineares u oblongo lanceoladas, 5 - 10 cms. de largo por 7 - 9 mm. de ancho, romas o puntiagudas, obtusas o agudas en el ápice, finamente dentadas, provistas de numerosas glándulas oleosas, pequeñas y esparcidas. Cabezuelas florales pequeñas con fuerte olor a anís, en densas o abiertas cimas, de 9 - 10 mm. de diámetro; involucre cilíndrico, 7 - 10 mm. de largo, 2 - 3 mm. de ancho, en arreglos terminales, 5 - 7 filarios subulados en el ápice, brácteas comúnmente 3, flabelliformes, 3 mm. de largo, truncadas; flores del disco de 5 - 7, corolas de 5 - 6 mm., estriado, papus escamoso de 5 - 6, 2 de ellos setiformes, de 3 mm. de largo, los otros más largos, oblongos, obtusos. (5,6,27,39)

La sistemática de la especie es la siguiente:

Reino:	Planta	Figura 1
División:	Magnoliophyta	apéndice
Clase:	Magnoliopsida	

Subclase: Asteridae
 Orden: Asterales
 Familia: Asteraceae
 Género: Tagetes
 Especie: Tagetes lúcida

3.1.2 Nombres populares:

Dependiendo del lugar el pericón recibe distintos nombres, tanto a nivel nacional como internacional, de manera que se le conoce de las siguientes formas:

En Guatemala: Liyá (Totonicapán), Iyá, Jolomocox, Ucá, Hierba de San Juan (Quetzaltenango), (5); Anisillo, Periquilo, Curucumín, Ey'Ya' (Cackchiquel). (7)

En otros países: Hierba de Santa María, Hierba de anís (México), (25); Cuauhiyauhtli, Hierba de las nubes, guía laga-zaa (Zapoteco), (12); Cravo de Defunto, Flor de Tierra adentro, Hierbanis, Hipericón, Pericón amarillo, Sweet mace, Tumutsali, Yerba nil. (27)

3.1.3 Origen y distribución:

El pericón es nativo de Guatemala, así como el Salvador, Honduras y México. Mapa 1, (1, 5, 27) Crece en laderas rocosas secas, en pastos abiertos y bosques de pino y encino, en

alturas de 1,000 a 2,000 msnm. (5,27)

En Guatemala crece en Alta Verapaz, Chimaltenango, Guatemala, Huehuetenango, Jalapa, Petén, Quetzaltenango, Quiché, Sacatepéquez y San Marcos. (5,12,31) Mapa 2

3.1.4 Usos medicinales y atributos de T. lúcida:

Los indígenas precolombinos creían que el pericón poseía propiedades mágicas y de salvar vidas. De hecho, estas plantas, ya sea de fuentes cultivadas o no, tenían gran variedad de usos religiosos y mundanos. (28) Eran utilizada principalmente las cabezuelas florales y las hojas, se lavaban con agua perfumada por la planta o bien tomaban el jugo que extraían por cocción. (28)

Estudios recientes indican que T. lúcida, en Guatemala se utiliza para el tratamiento del paludismo, gripe y resfriado así como, en mordeduras de escorpión y enfermedades hepáticas. Ampliamente utilizado en afecciones gastrointestinales, se utiliza en el tratamiento de diarrea, disentería, dolor de estómago e indigestión (32). También se reporta el uso en amenorrea (12)

En México se utiliza la decocción de la planta para aliviar cólicos, perfumar baños de niños, en las picaduras de escorpión, fiebre o diarrea, cólicos de bebés, neumonía, dolor de cabeza; en Honduras además de los usos descritos,

beben el té para aliviar el dolor de parto, anemia e inflamaciones de la vista. (5,22,18,27)

Se le atribuyen propiedades antibióticas, antiespasmódicas alucinógenas y antifúngicos. (21). Ensayos recientes demostraron su acción espasmolítica frente a Aceticolina como espasmogénico, (33); actividad anhibitoria de organismos microbianos, (14, 30); y efectos alucinógenos especialmente al mezclarla con Nicotiana rústica al fumarlo, así como propiedades anestésicas (28, 34).

3.1.5 Otros usos:

Toda la planta tiene uso culinario para sazonar elotes cocidos, como repelentes de mosquitos, pulgas y otros insectos. (5,27)

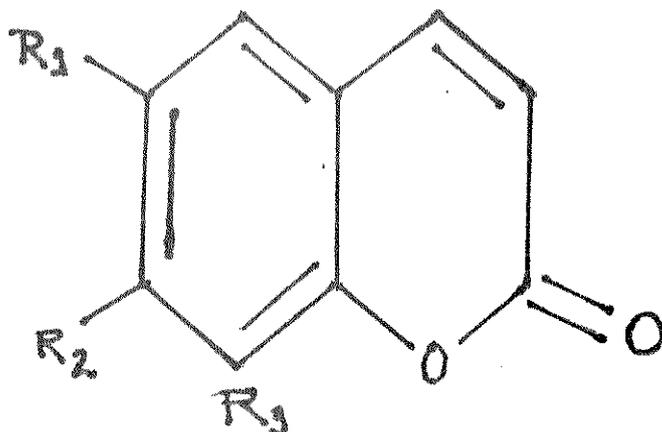
3.2. Composición Química:

Para Tagetes lúcida se tienen datos reportados de alcaloides y taninos (29) La planta contiene tres resinas ácidas, ácido gálico, glucosa, dextrina pectina, taninos, gomas y sales minerales. (5)

El Pericón posee cuatro cumarinas, (20) las cuales son:

- 7 metoxicumarina (o herniarina)
- 6,7,8-trimetoxicumarina (0,0-dimetilfraxetina)
- Scoparon
- 7-isoprenoxicumarina

La diferencia de cada una de ellas depende de la posición del radical libre, la cual es de la siguiente manera:



Estructura
Wagner (1985)

SUBSTANCIA	R1	R2	R3
-Metoxicumarina	---	OCH ₃	---
Dimetilfraxetina	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃
Scoparon	OCH ₃	OCH ₃	---
7-isoprenoxicumarina	---	OC ₅ H ₉	---

Las hojas y flores contienen aceite esencial compuesto de limoneno*, B-ocimeno*, B-cariofileno*, mirceno*, tagetona (5,7 octen - 4 ona 2,6 dimetil), dihidrotagetona, tetrahidrotagetona (2,6 dimitil - 4 - octanona), esdragol*, éter metílico de euganol*, linalool*, alilanol, anetol* y dos compuestos no identificados. (4) También alcaloides,

*Compuestos mayores

cumarinas (herniarina o 7 -metoximacumarina), flavonas, glucosidos, lactonas, quinonas, saponinas, leucoantocianinas, quecetagetina, patuletina, poliacetilenos, glicósidos cianogénicos y derivados de tiofeno - tertienilo, 5 - (3 - buten-1-inil)-2-2'bitienilo; 1,2-dimetoxil-4-(2-propenil)-benceno. La semilla contiene alcaloides aún no identificados. (5, 27)

3.3.2 Características de Aceite Esencial:

El aceite esencial de Pericón tiene un olor de difenilamina (19) variando su composición dependiendo del estado de desarrollo de la planta (4,36,40)

Algunos estudios realizados en aceite esencial revelan que en plena floración posee tres componentes, los cuales son: limoneno, B-ocimeno y B-cariofileno, así como tagetohas (4,36)). En plantas recolectadas al inicio de la floración se encontraron tres compuestos, siendo sólo dos de ellos identificado como dihidrotagetona. y B-ocimeno. (29,36). Además en estados inmaduros y maduros de los frutos también se encuentran estos compuestos siendo el B-ocimeno el que está en mayor porcentaje (36).

Es importante agregar que la composición del aceite varía de acuerdo a las diferentes especies que se encuentran entre este género. Varios estudios reportados por Zygadlo

(40) concluyen que de acuerdo a su composición química las especies del género *Tagetes* pueden ser separados en dos grandes grupos, basados en la descripción de los monoterapenos que se presenten en mayor cantidad; estos son: los que poseen tagetonas, tagetenonas u ocímenos, entre las que figuran las especies *T. terniflora*, *T. laxa*, *T. minuta*, *T. signata*, *T. pátula* y *T. argentina*; y los que poseen estragol, euganol y anetol encontrando aquí a dos especies: *T. lúcida* y *T. filifolia*. (40).

En general todas las plantas que contienen aceites esenciales poseen en común las siguientes propiedades curativas: antiinflamatorias, expectorantes, diuréticas, antiespasmódicas, y tonificantes sobre el estómago, la bilis y el hígado. (31)

En estudio realizado en la república Federal de Alemania en 1988, evaluó las propiedades antibacterianas y antifúngicas de los compuestos del aceite esencial proveniente de plantas aromáticas y purificados en el laboratorio de la Universidad de Erlangen, de este país. Dando resultados importantes, pues 12 compuestos evaluados mostraron tanto actividad antibacterial (frente a *E. sphaeroides*, *E. coli*, *P. vulgaris* y *M. luteus*.) así como antifúngica (ante *Aspergillus flavus*, *A. niaer*, *Fusarium gramineum*) entre los compuestos que sobresalen por esta propiedad figuran el linalol, timol, euganol, metil

euganol y otros, y entre los de menos actividad se puede mencionar anetol, ocimeno y los pineneos. (21)

En Guatemala se inicia el estudio del aceite esencial de Pericón como antiespasmódico, habiendo ya un trabajo en el cual se revela la actividad de éste en extracto alcohólico, poseyendo mayor potencial espasmolítico ante cloruro de bario, actuando a través de un mecanismo antagonista no competitivo. (30) También se ha encontrado que tiene actividad inhibitoria microbiana en extractos provenientes de plantas recolectadas en plena floración. (4)

Este aceite también es utilizado en la industria licorera, así como en la perfumaría. (19)

3.3.2.1 Características Químicas el aceite esencial:

El aceite esencial tiene una densidad de 0.9718 (26 °C) con aproximadamente 0.5% de 7-metoxicumarina. Su índice de refracción es de 1.5322 y su punto de ebullición es de 233 °C. Es soluble etanol 95%, cloroformo y acetona. (30)

3.3.2.2 Extracción y análisis de aceite esencial:

Generalmente para la extracción del aceite esencial se utiliza el sistema de destilación Clevengeres (figura 2)

con extracción simple por vapor de agua. Luego por cromatografía de gases se procede a identificar los componentes de los extractos, o bien por espectrometría de masas. (4)

3.3.3 Caracaterísticas de 7-metoxicumarina

De todos los componentes descubiertos en la planta la 7-metoxicumarina es la que posee mayor actividad antiespasmódica así como espasmolítica en ensayos in vitro. (30) Esta cumarina también es conocida como 7-metoxi-2H-benzopiran-2-ona y eter metílico de umbeluferrona.

3.3.3.1 Características químicas: (4)

Tipo químico:	derivado de cumarina neutro
Tipo de antibiótico:	64230-2940, según Berdy, et al.
Fórmula molecular:	$C_{10}H_8$ cs
Peso molecular:	176
Características:	Blanca, amarilla y cristalizable
Solubre:	MeOH, Hexano y cloroformo

Se descompone en agua y tiene un punto de fusión entre 117-8°C.

3.3.3.2 Actividad antimicrobiana:

La actividad antimicrobiana de una sustancia puede

definirse como la habilidad de esa sustancia para inhibir o matar un microorganismo. (14) Se ha comprobado que extractos etanólicos de pericón colectado en los meses de diciembre y enero en Cabricán, Quetzaltenango han tenido un efecto de inhibición en crecimiento de cultivo de Shigella disenteriae, Shigella flexnerii, salmonella typhi, salmonella enteritidis y escherichia coli, siendo mayor en S.typhi. (14)

También tiene efecto fungiestático con Cándida albicans en extracto metanólico. (1)

3.3.3.3 Actividad antiespasmódica:

Es de conocimiento popular la propiedad antiespasmódica del pericón. En estudios realizados con seis extractos diferentes de pericón frente a Acetilcolina como espasmogénico se encontró que la capacidad espasmolítica de ambos, es similar en duodenos de ratas blancas, presentando dosis efectivas medias DE50, desde 1.9 a 34 (dependiendo del extracto utilizado), lo cual comprueba experimentalmente esta propiedad de la 7-metoxicumarina.

3.3.3.4 Otros efectos:

Se ha encontrado propiedades relacionadas con fototoxicidad en piel humana, exponiéndola a dosis común y radiación en la región ultravioleta, comprobándose que produce eritemas en la piel (1).

3.3.5 Cuantificación de 7-metoxicumarina

La 7-metoxicumarina se ha separado de otros componentes de extractos de materiales por diversos métodos: cromatografía líquida, cromatografía en capa fina, cromatografía gaseosa del extracto de flores de Chamomilla sp. y por cromatografía líquida de alta resonancia. (1,2)

Los métodos de detección que se han utilizado para hacer determinaciones de 7-metoxicumarina son: flurométrica de rayo laser, espectroscopía ultravioleta, polarografía, y separación termoquímica, basada en las temperaturas de sublimación. (1)

En Pericón se ha realizado separación de 7-metoxicumarina por medio de cromatografía de gases, utilizando extractos obtenidos, de Soxhlets usando metanol industrial como solvente, dando resultados satisfactorios. (1)

Leitner (1992) extrajo cumarinas de Pericón utilizando la metodología de Ortiz (23) con ampollas de decantación usando solvente cloroformo, en una extracción no selectiva; posteriormente las identificó y cuantificó por medio de cromatografía en capa fina de sílica gel con lo cual logró determinar la presencia de dos cumarinas (herniarina y Dimetilfraxetina) en su experimento.

4. Técnicas de Colecta, Secado y Conservación de las Plantas Medicinales:

La época de colecta debe determinarse de acuerdo al contenido de materias activas a lo largo del ciclo vegetativo. En general deberán ponerse a secar las plantas lo más rápidamente tras su recolección, para así evitar que se destruyan sus estructuras al marchitarse. (38)

Al hacer la colecta es importante tener en cuenta las características de la planta que se va a tomar, para ello se auxiliará de una análisis macroscópico, basado en las características morfológicas de la planta así como, de sus órganos vegetativos. Para ello se puede auxiliar de un lente de aumento (lupa) y se tomarán aspectos como tamaño, color y olor, si el material a extraer será una droga. (9)

4.1 Método de secado: (24)

Existen varias formas de secar el material vegetal, entre las que varían el secado al aire libre hasta el uso de secadores solares.

- Secado al aire libre y al sol:

Es un método muy económico en los climas cálidos y secos. El material recién cortado que resiste a la luz, se

tiende sobre una bandeja al sol, está contraindicado cuando el material lo constituyen flores que se decoloran o bien aceites esenciales, pues pierden algunos de sus componentes volátiles.

- Secado a la sombra y bajo abrigo:

Se hace a la temperatura ambiente bajo cobertizos o en graneros. Se extienden las plantas sobre papel, lona o tela metálica. Debe tener muy buena ventilación donde se establezca una corriente de aire natural evitándose la acción directa del sol.

- Secadores solares:

El secador solar consta de un sistema para el calentamiento de aire y un compartimiento, cámara o cajuela en la que se introduce el producto que se somete al proceso de secado, funcionando como el flujo de aire caliente que entra en contacto con el producto húmedo, existen muchos tipos de secadores solares, que se clasifican en directos e indirectos, de acuerdo con su configuración y forma de aprovechamiento de energía. (16)

- Secador solar directo:

En éstos la cámara y el colector forman un sistema

integrado en el cual los productos a secar se colocan en un espacio ocupado por el colector solar. (16)

- Secador solar indirecto:

En éstos la cámara de secado y el colector solar son dos unidades separadas y a continuación una de la otra. (ver apéndice 1) el aire se calienta en el colector y luego fluye hacia el compartimiento de secado donde se encuentra el producto a secar. (15)

4.2 Molturación de especies:

Durante la molturación se pierde aceite etéreo y por consiguiente calidad, por lo cual éste paso debe ser de mayor cuidado.

4.3 Determinación de la humedad:

La humedad de las muestras secas se determina por diferentes métodos; entre los más conocidos están Karl Fisher y Secados al horno. En Karl Fisher se determinan el contenido de humedad en base a la producción de HI y H_2SO_4 (reacción Química), y con el horno se determina en base a peso húmedo y seco, tomando en cuenta si el material vegetal posee compuestos volátiles que puedan modificar el contenido de húmedo.

El método de Karl Fisher es el procedimiento más utilizado universalmente en la determinación del contenido de agua. Se basa en la titulación de agua con yodo en presencia de dióxido de azufre, (26)

En cuanto la determinación de la humedad por medio del uso del horno, debe colocarse el material vegetal luego de haberlo secado en el secador solar, dentro del horno siendo necesario pesar la muestra varias veces hasta que el peso de la misma se estabilice, esto nos indicará que se ha perdido toda la humedad del material quedando solamente más seca.

3.4.4 Almacenamiento:

Las drogas deben de ser conservadas en seco, en la obscuridad, en recipientes bien cerrados, provisionalmente en cajas de cartón o en bolsas de papel.

4. OBJETIVOS

- 4.1 Determinar la concentración en porcentaje de aceite esencial en cinco etapas de desarrollo de pericón en tallos, flor y hojas.
- 4.2 Determinar el rendimiento en kilogramos por hectárea de aceite esencial en pericón en cinco estados de desarrollo, en tallos, flor y hojas.
- 4.3 Describir la presencia y la concentración en porcentaje de 7-metoxicumarina en cinco estados de desarrollo de pericón, en tallos, flor y hojas.
- 4.4 Determinar el rendimiento en kilogramos por hectárea en 7-metoxicumarina en tallos, flor y hojas de pericón en cinco estados de desarrollo.
- 4.5 Determinar peso fresco, peso seco, altura y cobertura del pericón en cinco estados de desarrollo.

5. HIPOTESIS

- 5.1 Las etapas de desarrollo de pericón, no influyen en la concentración en porcentaje de aceite esencial en tallos.
- 5.2 Las etapas de desarrollo de pericón, no influyen en la concentración en porcentaje de aceite esencial en flores.
- 5.3 Las etapas de desarrollo de pericón, no influyen en la concentración en porcentaje de aceite esencial en hojas.
- 5.4 Las etapas de desarrollo de pericón, no influyen en el rendimiento en kilogramos por hectárea de aceite esencial en tallos.
- 5.5 Las etapas de desarrollo de pericón, no influyen en el rendimiento en kilogramos por hectárea de aceite esencial en flores.
- 6.6 Las etapas de desarrollo de pericón, no influyen en el rendimiento de kilogramos por hectárea de aceite esencial en hojas.

6. METODOLOGIA

6.1 Ubicación del área:

El lugar en que se realizó el trabajo está ubicado a 14°, 33' Latitud Norte y 90°48' Longitud Oeste, en la Alameda, Chimaltenango, a una altitud de 1,766 sobre el nivel del mar. La temperatura media es de 18° C con una precipitación pluvial de 1,200 milímetros por año. Pertenece según De la Cruz a la zona de vida de acuerdo a la clasificación de Holdgrige a bosque húmedo montano bajo sub-tropical; sus suelos según Simmons pertenecen a la serie Tecpán. (8).

6.2 Tratamientos:

Los tratamientos estuvieron en función de la etapa de desarrollo de la planta, las cuales fueron:

a. Planta en estado totalmente vegetativo: En esta etapa se consideró que aún no se hallaban desarrollados los tallos secundarios.

b. Planta con tallos secundarios: En esta etapa la planta ya poseía tallos laterales, pero aún no habían desarrollado yemas florales.

c. Inicio de la floración: Lo que significa que la inflorescencia terminal había presentado mínimo una cabezuela abierta.

d. Plena floración: lo que significa que la mayoría de las cabezuelas de cada planta (más del 50%) en floración (abiertas).

e. Inicio de la maduración de frutos: En esta etapa se inicia la maduración del fruto y la senescencia de la mayoría de las flores.

6.3 Diseño experimental:

El diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar. El trabajo constó de cuatro bloques de 41.75 metros cuadrados cada uno; existiendo una distancia entre parcelas de 0.5 metros y entre bloques de 0.6, dando un área total del diseño de 303.60 metros cuadrados.

El modelo matemático utilizado para el análisis estadístico fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

de donde:

y_{ij} variable respuesta

μ media general

T_i efecto de los tratamientos

β_j efecto de los bloques

ϵ_{ij} error experimental

La ubicación del diseño así como la distribución de los

tratamientos en el campo puede verse en el apéndice.

Experimentación con M. S. C. 3

6.3.1 Unidad Experimental:

La unidad experimental estuvo comprendida por 140

plantas sembradas en parcelas de 10.53 metros cuadrados.

De acuerdo a trabajos realizados por Gohler² en domesticación de cinco especies de plantas medicinales la unidad de muestreo estuvo en un área de 4.80 metros cuadrados con 60 plantas de las cuales se tomaron 30 para conformar la muestra con lo que se obtuvieron los datos. (13)

Se dispuso colocar 60 plantas en el área neta ya que se debía recolectar 30 de ellas que estuvieran en el mismo estadio que se requería para el tratamiento. En vista que el material pudiera presentar cierta variabilidad o que

² GOHLER, I. 1993. Pericón. Guatemala, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. (Comunicación Personal)

estuvieran afectado por alguna enfermedad se calculó que existieran dos plantas por cada una que se tomaron en la selección, a fin de tener material disponible al momento del muestreo. En cuanto a éste, se tomaron sólo las plantas que cumplan con las condiciones que se requerían para cada tratamiento. En total fueron necesarias 2,800 plantas para el experimento. El tamaño de la unidad de muestreo y de la unidad experimental puede observarse en el apéndice 2.

6.3.2. Variable respuesta:

De acuerdo a los objetivos del presente trabajo se definieron las siguientes variables respuestas a tomar:

A. Variables principales:

a. Concentración de aceite esencial en porcentaje:

Concentración de aceite (%) =

$$\frac{\text{gr. de aceite obtenidos del extracto}}{\text{gr. de muestra utilizado}} \times 100$$

b. Concentración de 7-metoxicumarina en porcentaje:

Concentración de 7-metoxicumarina =

$$\frac{\text{gr. de 7-metoxi. Obtenidos de la extracción}}{\text{gr. de muestra utilizados}} \times 100$$

c. Rendimiento de aceite esencial en kilogramo de aceite por hectárea:

Rend. de aceite (Kg/ha) =

$$\text{Concentración de aceite (\%)} \times \text{Rend. peso seco peso fresco (\%)} \times \text{rend. peso fresco por ha. (Kg PE/ha)}$$

d. Rendimiento de 7-metoxicumarina en kilogramos de compuesto por hectárea:

$\text{Rend.7-metoxi (Kg/ha)} = \text{concentración 7-metoxi.(\%)} \times \text{Rend peso seco} \times \text{Rend. peso fresco por ha. (KgPF/ha)}$

B. Variables complementarias:

- a. Rendimiento peso fresco: Peso tomado inmediatamente luego de cortar las plantas en el campo en una balanza monoplato por área.
- b. Peso seco: peso tomado de las plantas al salir del secado solar.
- c. Rendimiento peso seco/peso fresco en porcentaje: Cantidad de material seco que se obtiene de 100 gramos de material fresco.
- d. Curva de crecimiento: gráfica para describir el comportamiento del cultivo en cuanto al tiempo, para lo cual se tomó la altura de la planta en centímetros y la cobertura en centímetros cuadrados.

6.3.2.1. Procedimiento para la obtención de variables:

A. Manejo del Cultivo:

Para el cultivo del experimento se utilizó semilla, recolectada por ICTA en aldea Patzaj San Martín Jilotepeque, Chimaltenango, identificada como población 1.

Específicamente semillas provenientes de tres plantas madres, con lo cual se trató de minimizar la variabilidad entre las plantas de la parcela.

Primeramente se hizo un semillero en 10 cajas de propagación que fueron ubicadas en el invernadero cerrado de ICTA, el cual posee una infraestructura de madera y plástico transparente. Como sustrato se utilizó brosa, arena y tierra negra, en proporción 1/2:1/2:3 respectivamente toda previamente cernida y desinfectada con agua hirviendo. La germinación se observó a los 7 días de siembra y se obtuvo un 85% de germinación, las cajas permanecieron en este invernadero por diez días y luego se trasladaron al invernadero abierto, el cual posee una estructura de madera y techo de sarán, sin paredes que lo cierren hasta el momento de hacer el almácigo, cuando la planta tenía aproximadamente 4-6 cm. de alto y de 2 a 3 pares de hojas, al mes de su germinación.

Seguidamente se trasladaron a paper pot utilizando el mismo sustrato que el semillero y de la misma forma se desinfectaron. Estas también fueron ubicados en el invernadero abierto (en ICTA), con lo cual se pretendió a aclimatar las plantas, hasta que alcanzaron una altura de aproximadamente de 8 a 10 cm. y con 5 a 6 pares de hojas, esta fase duró 1 mes. Luego se transplantaron al campo definitivo. Para lo que se le realizó todas las labores culturales necesarias para la siembra, (rastreo, limpia, trazo de surcos y ahoyado); donde permaneció hasta la última toma de muestra para la obtención de datos (alrededor de 7 meses)

Entre los cuidados que se le dio al cultivo a todo lo largo de su ciclo se encuentra el control de malezas, dependiendo del crecimiento de estas y una fertilización realizada a los 25 días del trasplante utilizando un producto foliar cuyo contenido de nutrientes es 0.11 gramos de N por lt, 0.08 gr. de P porlt y 0.06 de K por lt. (Bayfolan Forte) y otro al suelo (15-15-15): siendo las dosis para el fertilizante foliar de 60 cc de producto por 4 gl de agua y para el fertilizante al suelo de 4 gramos de producto por planta. La fertilización se realizó de acuerdo a las recomendaciones dadas según los resultados de laboratorio del análisis de suelo realizados por la Facultad de Agronomía. (ver apéndice)

Cuando el material estaba de acuerdo a las características de cada tratamiento, se recolectó cada uno y se le dio el manejo necesario para el análisis químico, el cual se explica a continuación.

a. Manejo General del material vegetal que conforma cada tratamiento:

En general se le dio el mismo manejo al material vegetal que conformó cada tratamiento.

Cuando las plantas estaban en el estadio correspondiente a cada tratamiento se seleccionaron 30 de ellas por cada repetición; las cuales se cortaban a una

altura aproximada de 3 centímetros sobre el suelo colocada en baldes plásticos para su manejo posterior.

Seguidamente se separaron tallos, hojas y flores pesándose en una balanza monoplato cada uno de ellos cuidadosamente en las bandejas del secador solar⁹ previamente identificados. En el secador solar permanecieron entre 3-5 días dependiendo del clima del lugar, siendo el parámetro para decidir si el material estaba seco cuando este se quiebra fácilmente al curvarse.

Cuando el material estuvo seco se almaceño en bolsas de papel en el congelador a una temperatura de -2°C. hasta el momento de su análisis químico.

B. Concentración de Aceite esencial

a. Extracción del aceite esencial

Para la extracción del aceite esencial, en las diferentes partes de la planta, se utilizó un aparato de destilación tipo Neo-Clevencher (apéndice 1), en el cual por arrastre de vapor de agua separa el aceite, siendo medida la extracción gravimétricamente (5,2) pesando la cantidad de extracto obtenido en una balanza analítica. Se realizó una extracción por cada repetición de cada tratamiento.

⁹ Ver apéndice 1

El procedimiento para la extracción fue el siguiente:

- i. Se pesaron en balanza analítica 4 gr. de muestra seca de tallo, flores, hojas, de cada tratamiento y bloques, y se almacenó en el congelador mientras eran utilizadas.
- ii. Se colocaron las muestras en el balón del Neo-Clevencher y se le agregan 250 ml. de agua destilada.
- iii. Se inicia la destilación, utilizando para ello una estufa y etililglicol como refrigerante.
- iv. El tiempo de destilación por muestra fue de una hora.
- v. Al concluir destilación se guardó la solución que era aceite y pentano obtenida en la misma en un tubo de ensayo, la cual se secó con sulfato de sodio anhidro. Posteriormente se filtró la mezcla con una bomba de aire vacío a través de un filtro de vidrio de poro tamaño 3, colocando el aceite en el frasco destinado para ello. Este frasco se pesó antes y después de colocar el aceite en la balanza analítica, siendo la diferencia entre estas cantidades (en gr) la cantidad de aceite obtenido.

vi. Finalmente se puede almacenar el aceite en el congelador, teniendo cuidado de identificarlo y taparlo.

Es importante mencionar que toda la cristalería se lavó con agua, jabón y finalmente pentano, también el manejo de los frascos de aceite debe realizarse cuidadosamente utilizando pinzas, a fin de minimizar error.

b. Determinación de la concentración del aceite:

Para calcular la concentración del aceite fue necesario determinar la humedad de la muestra ya que el porcentaje de aceite se expresa en base a masa seca y no a peso seco.

i. Determinación de la humedad

Para ello se utilizó el método del horno reportado por la Biología Farmacéutica (35) que se desarrolla así:

ii. Se pesó en balanza analítica 10 gr. de material vegetal seco de tallo, flor y hojas; de cada repetición de los tratamientos 3,4 y 5 de 1 y 2 hubo que hacer muestras mixtas ya que se contaba con poca cantidad de material.

iii. Se colocaron los 10 gr. en frascos con tapón esmerilado y se identificaron. El frasco fue previamente pesado

en la balanza analítica.

- iv. Las muestras en sus frascos se colocaron en el horno a 105 °C inicialmente por un tiempo de dos horas, luego se trasladaron a una desecadora de sílica gel por media hora, es importante indicar que los frascos se taparon inmediatamente al secarlos de horno, ya que esto impidió que el material absorbiera nuevamente la humedad del ambiente en la desecadora el frasco permaneció cerrado. Posteriormente se pesó nuevamente el frasco y se colocó al horno durante 1 hora a 105°C y subsiguientemente a la desecadora por media hora más, y se procedió a tomar el peso del frasco; si la diferencia entre el primer y segundo peso era menor del 1% se consideraba que se había establecido el peso de la muestra, de lo contrario (diferencia del peso mayor a 1%) se repetía la segunda fase del procedimiento y así sucesivamente hasta encontrar la estabilización del peso.
- v. La diferencia entre los pesos nos indicó la cantidad de humedad que tenía la muestra; y ésta al sustraerla del peso seco inicial del material nos proporciona el peso de la masa seca.

c. Determinación de la concentración de Aceite Esencial.

La concentración de aceite se obtiene al dividir la cantidad de aceite de la extracción (en gr) entre los gramos de masa seca utilizadas para la misma, multiplicados por 100. La masa seca resulta de la diferencia entre el peso seco y la humedad de la muestra analizada.

Debe tenerse cuidado al referirnos a la humedad de la muestra, ya que como sabemos al colocar la muestra al horno no sólo se pierde agua sino también aceite esencial.

C. Rendimiento de aceite esencial

El rendimiento del aceite esencial se determinó al calcular la cantidad en Kg de aceite que se obtienen de 1 hectárea de cultivo, para ello fue necesario deducir en base a peso seco y peso fresco que cantidad de material vegetal se obtiene de 1 ha. cultivada de pericón.

a. Rendimiento Peso Fresco:

El peso fresco se determinó pesando el material colectado en el campo en una balanza monoplato. Se tomó el peso total de flores, tallos y hojas por separado; posteriormente relacionó el peso total con el área cubierta por las plantas en el campo; obteniendo

como resultado Kg de material fresco por Ha. cultivada

b. Peso seco rendimiento peso seco/peso fresco:

Luego de haber obtenido el peso fresco, se procedió a secar el material, siempre teniendo cuidado de dejar separadas las flores, hojas y tallos.

Para ello se utilizó un secador solar con ventilación de aire. (ver apéndice 1) Se estimó que el material estaba seco cuando fácilmente se quiebra al curvarse. Finalmente se tomó el peso total seco de hojas, tallos y flores; el cual al dividirlo por el peso fresco nos proporcionó rendimiento en peso seco.

D. Concentración, y rendimiento de 7-metoxi-metoxicumarina:

a. Extracción e identificación de 7-metoxicumarina:

La extracción se realizó en el laboratorio de Ciencias Químicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para ello se utilizó un Soxhlets (ver apéndice) siguiendo el siguiente procedimiento:

- i. Se pesó en la balanza analítica 7 gramos de droga seca y macerada de tallos, flor y hojas de cada tratamiento.
- ii. Se colocó la muestra en el extractor de soxhlets y se

armó el aparato; (la droga se coloca en papel filtro)

- iii. Se le agregó 100 ml de cloroformo, y se inició la destilación usando agua como refrigerante, la cual dura dos horas por extracción.
- iv. El extracto se concentró en la capana de extracción y luego se guardó en el congelador, hasta el momento de su cuantificación.

Para la identificación fue necesario utilizar cromatografía en capa fina de acuerdo a la metodología propuesta por Leitner (22) de la siguiente manera:

- i) Preparación del estandar: El estandar (7-metoxicumarina) se disuelve en cloroformo en una solución al 1%, y se guarda en el congelador.
- ii) Preparación del extracto: El extracto obtenido se disuelve en 25 cc de cloroformo antes de ser aplicado en la placa cromatográfica.
- iii) Tanto el estandar como el extracto se aplica en la placa cromatográfica de sílica gel, aplicando puntualmente (en puntas) 3 ml de estandar y 5 ml de extracto.
- iv) Luego se coloca la placa en la cromatocámara, utilizando como fase móvil cloroformo-etilacetato en relación 9.75 respectivamente. Se colocan 100 mililitros de fase móvil en la cámara 20 minutos antes de colocar la placa a fin de saturarla con la fase móvil.
- v) Desde el momento de colocar la placa hasta de marcar la frontera (punto hasta donde corrió la fase móvil)

transcurre un tiempo de 25 - 30 minutos, es importante que la placa se coloque dentro de la cámara con todo el cuidado posible, ya que ésto dará una corrida más uniforme.

vi) Al terminar de correr la placa se saca de la cámara y se observa bajo luz ultravioleta a 366 nm, donde flouorecen los compuestos extraídos, los cuales se marcan delicadamente con un lápiz para poderlos observar posteriormente a simple vista.

Luego de haber dibujado las manchas en la placa se identifican las mismas por medio de Rf, el cual es un parámetro único para cada compuesto. Este se determina midiendo la longitud desde el inicio de la corrida de la placa hasta la frontera, dividido entre la longitud desde el inicio hasta el centro de la mancha.

b. Concentración de 7-metoxicomarina

La cuantificación se obtiene al medir el área de la mancha del estandar al 1% aplicada en una placa, se aplicó 3 ml, cada aplicación dá una mancha de área definida, con la cual por medio del cálculo matemáticamente se obtiene la concentración del estándar aplicado.

Para determinar la concentración de las manchas del extracto se relacionan matemáticamente los valores de área del estandar y la concentración de éste, identificándose al comparar los Rf de cada uno con los Rf del estandar.

Inicialmente se planificó determinar solamente la 7-metoxicumarina, pero ya que se contaba con los medios para determinar otra cumarina se identificó y cuantificó el Scoparon para la cual se siguió la misma metodología.

c. Rendimiento de 7-metoxicumarina

El rendimiento es la cantidad de Kg de compuesto (7-metoxicumarina) en una ha sembrada de pericón. Para ello fue necesario utilizar el rendimiento de peso fresco y en rendimiento de peso seco en peso fresco definidos en el inciso 3.2.1.3 **Altura y cobertura de la planta.**

Para la toma de estos parámetros se tomaron dos plantas al azar de cada repetición y tratamiento, las cuales se identificaron por medio de una etiqueta a fin de medir siempre en la misma planta estos datos.

La altura se midió en centímetros desde el suelo hasta el meristemos apical principal; y la cobertura se midió por la proyección del área de las hojas, en centímetros cuadrados. las dos mediciones se realizaron cada semana, desde el transplante al campo definitivo hasta la toma del último tratamiento.

6.3.2.2 Análisis estadístico:

Las variables referentes a concentración y rendimiento de aceite esencial, se analizaron estadísticamente por medio de un análisis de varianza, realizado pruebas de tukey en los casos que fue necesario.

La concentración y el rendimiento de 7-metoxicumarina y Scoparón se analizaron solo descriptivamente al igual que las variables complementarias.

Variable	Unidad	Valor	Observaciones
Concentración	%	1.2	
Rendimiento	%	1.5	
7-metoxicumarina	mg	0.8	
Scoparón	mg	0.5	
...

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico muestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la concentración y el rendimiento de aceite esencial.

7. RESULTADOS

Luego de realizar los procedimientos necesarios se obtuvieron los siguientes resultados.

7.1. Concentración; del aceite esencial:

7.1.1 Concentración de aceite esencial.

Para determinar la concentración del aceite fue necesario determinar la humedad del material seco la que se presenta en apéndice.

Las concentraciones medias de aceite esencial se encuentran en el cuadro 1.

CUADRO 1: CONCENTRACION MEDIA EN PORCENTAJE DE ACEITE ESENCIAL DE FLORES, HOJAS Y TALLOS DE PERICON.

TRATAMIENTO	TALLOS	HOJAS	FLOR
1. Estado vegetativo	0.05	0.57	--
2. Estado vegetativo con tallos secundarios	0.04	0.72	--
3. Inicio de floración	0.08	0.41	0.52
4. Plena floración.	0.05	0.52	0.56
5. Inicio de maduración de fruto	0.05	0.85	0.39

Se puede observar que las concentraciones medias para cada tratamiento son menores al 1%, encontrándose los valores más alto de contenido en las hojas seguida de las flores, lo cual puede visualizarse mejor en la figura 2.

Son nuestros valores de concentración muy similares a los obtenidos por Thappa (37) en la India donde determinó concentración de aceite en varios estados de desarrollo del fruto, y la flor de Tagetes minuta obteniendo la mayor concentración de aceite cuando la planta está en plena floración al igual que nuestro caso con valores que oscilan entre 0.5 y 0.9%.

A fin de poder determinar cual es el estado fenológico que produce mayor cantidad de aceite de cada órgano vegetal se realizó el análisis de varianza respectivo para cada uno de ellos; los valores con los que se calcularon éstas son los que se determinaron en la extracción del compuesto en el laboratorio y se presentan en el Apéndice 1.

7.1.2 Análisis de Varianzas:

7.2.1.1 Análisis de concentración de aceite en tallos:

Para la realización de este andeva se tomaron los datos referentes a concentración en tallos obtenidos en el laboratorio (ver apéndice)

	GL	SC	CM	Fc	Ft
Tratamiento	4	0.0036	0.0009	0.64	3.26 NS
Bloque	3	0.0067	0.0022		
Total	19	0.0273			
error	12	0.0170	0.0014		

CV= 67.18%

Este análisis nos indica que no existe diferencia significativa en la tabla de F con 5% de probabilidad; por lo que la concentración del aceite en tallos es la misma en cualquier época fenológica en este experimento.

7.1.2.2. Análisis de varianza de concentración de aceite en hojas:

Al igual que el análisis anterior éste se realizó con los resultados del laboratorio (ver apéndice).

	GL	SC	CM	Fc	Ft
BLOQUE	3	0.0634			
TRATAMIENTO	4	0.4604	0.1151	1.55	3.26145
ERROR	12	0.8917	0.0743		
TOTAL	19	1.4155			

CV= 45.58%

De la misma forma que el ANDEVA de tallos éste no tiene diferencias significativas, por lo que la concentración no varía significativamente de un estado de desarrollo a otro, probablemente se deba a que todas las hojas analizadas eran maduras.

7.1.2.3 Análisis de varianza de la concentración de aceite esencial en flores:

Para este caso también se trabajó con los datos del laboratorio (Ver apéndice).

	GL	SC	CM	Fc	Ft
BLOQUE	3	0.0145			
TRATAMIENTO	2	0.0598	0.0299	0.92	3.26145
ERROR	6	0.1946	0.0324		
TOTAL	11	1.2690			

CV= 36.57%

Asimismo, para este caso la diferencia en las concentraciones del aceite en las flores en diferentes estados de desarrollo de la planta no es significativa.

De acuerdo a los análisis de varianza podemos ver que no existe diferencia significativa en ninguno de ellos, por lo que la concentración de aceite no presenta ningún cambio importante en cuanto a cantidad en ningún estado de desarrollo de la planta por lo que se acepta nuestra hipótesis planteada en el trabajo. Es decir que no se presenta un cambio significativo en la cantidad de aceite tanto en hojas como en tallos y flores; así que la concentración en todo el ciclo del cultivo es la misma, pero sí obtenemos mayor cantidad de aceite si lo colectamos cuando existe mayor cantidad de hojas y flores lo cual podría ser en plena floración o inicio de la misma.

En cuanto a los coeficientes de variación podemos decir

que se repite un fenómeno presentado en otros trabajos con otras plantas aromáticas tales como los estudios hechos por Kempf en Valeriana officinalis y El-Saady en Chenopodium ambrosoides (20,11) quienes entre otros reportan coeficientes entre 80-84%, lo cual puede deberse a que en este tipo de investigación los métodos de análisis fitoquímico deben ser muy específicos y aún no se ha investigado exhaustivamente al respecto.

7.1.2 Rendimiento de aceite esencial

Para determinar el rendimiento de aceite esencial, fue necesario calcular el rendimiento de peso fresco, peso seco y rendimiento de peso seco por peso fresco, los que se detallan seguidamente.

7.1.2.1 Rendimiento de Peso Fresco y Peso Seco:

Los pesos frescos y secos medios de cada tratamiento del material vegetal se presenta en el cuadro 2.

CUADRO 2. RENDIMIENTO DE PESO FRESCO Y SECO DE TALLOS, FLOR Y HOJAS EN Kg/Ha. PARA CADA TRATAMIENTO EN CINCO COSECHAS DIFERENTE DE PERICON

TRATAMIENTO	TALLOS		FLORES *		HOJAS	
	P. FRESCO	P. SECO	P. FRESCO	P. SECO	P. FRESCO	P. SECO
1. Estado Vegetativo	132	27.17	--	--	339.03	69.50
2. Estado Vegetativo con tallos Secundarios	807.36	125.56	--	--	4728.26	231.06
3. Inicio floración	4095.52	937.81	184.69	184.69	3486.26	673.92
4. Plena floración	3378.79	7586.15	1179.11	1179.11	4178.56	1151.33
5. Inicio maduración de frutos	5707.36	2065.35	1769.32	1769.32	5543.82	1256.58

* En el tratamiento 1 y 2 no existen flores aún.

En base a lo anterior podemos observar que el peso tanto fresco como seco varía de acuerdo al estado fenológico de la planta así como del órgano analizado. Así encontramos que los tratamientos 3,4,y 5 poseen mayor peso fresco especialmente en las flores, lo cual se debe a que estos guardan mayor cantidad de agua, ya que cuando el material se seca se obtiene el mayor peso en los tallos, reduciéndose el peso en las flores y hojas.

Este comportamiento podemos visualizarlo al comparar la figura 2 y 3 y podemos interpretarlo de mejor forma si analizamos el rendimiento de peso seco en base al peso fresco, o sea cuánto de material seco (biomosa) se produce en base al peso fresco. El cuadro 3 nos presenta los valores medios por tratamiento de este parámetro.

CUADRO 3. RENDIMIENTO DE PESO SECO EN BASE A PESO FRESCO (%) DE TALLOS, FLOR Y HOJAS DE PERICON.

TRATAMIENTO	TALLOS	FLORES*	HOJAS
1. Estado vegetativo	20.43	----	23.17
Estado vegetativo con tallos secundarios	15.50	----	19.54
3. Inicio floración	22.89	24.42	19.63
4. Plena floración	38.66	26.14	29.93
5. Inicio maduración de fruto	36.40	25.20	23.32

* Los tratamientos 1 y 2 no cuentan con flores aún.

Podemos observar que el mayor rendimiento lo obtenemos en tallos cuando la planta está en plena floración, sucediendo así también en esta etapa los rendimientos mayores de flores y hojas. Inicialmente el rendimiento es creciente especialmente en tallos y flores, en hojas es alto este (23%) lo cual puede deberse a que en esta etapa es de las hojas de donde prácticamente depende la mayor fuente de energía de la planta, posteriormente éste se reduce y cuando las plantas florecen se incrementa nuevamente. Es muy interesante ver como se comporta el rendimiento cuando la

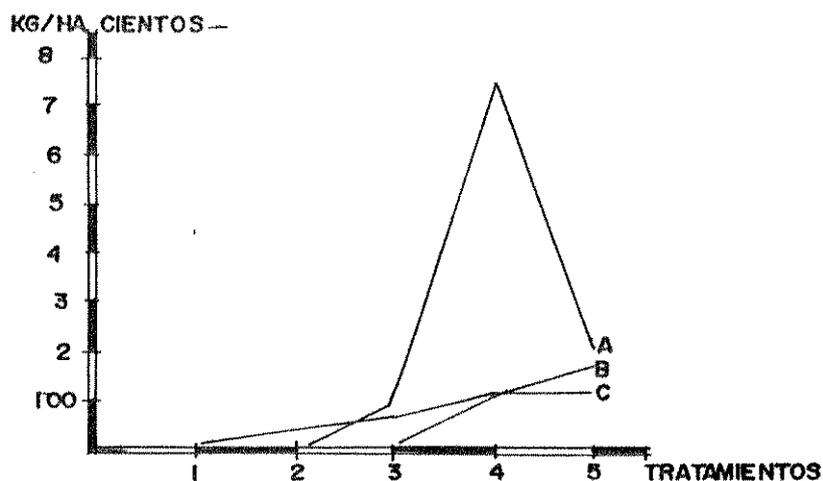


FIGURA 3 RENDIMIENTO DE PESO SECO EN KG. POR HA. DE TALLOS, FLOR Y HOJAS EN CINCO ESTADOS DE DESARROLLO DE PERICON.

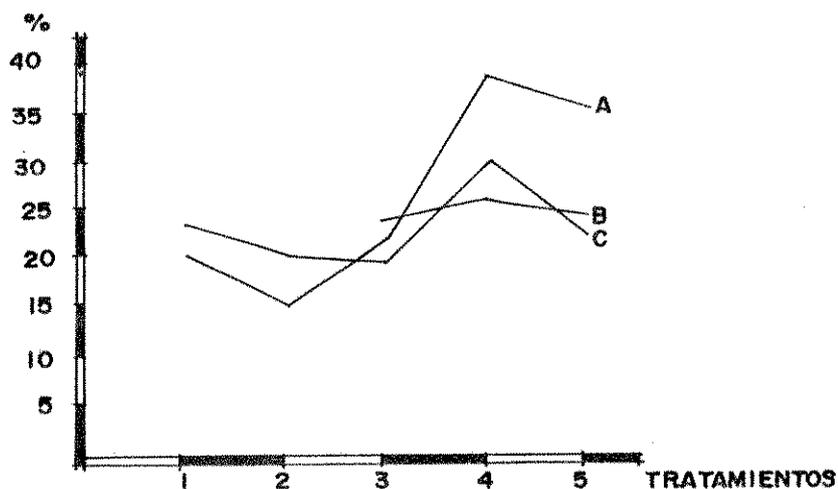


FIGURA 4 RENDIMIENTO DE PESO SECO EN BASE A PESO FRESCO EN PORCENTAJE, EN 5 ESTADOS DE DESARROLLO DE PERICON EN TALLOS, FLORES Y HOJAS.

REFERENCIAS: 1. EST. VEGETATIVO.

2. ✓ ✓ CON TALLOS SEC.

3. INICIO DE ELORACION.

4. PLENA ✓

5. INICIO DE MADURACION DEL FRUTO

A. TALLO.

B. FLOR.

C. HOJA.

planta está en estado vegetativo, ya que precisamente antes del inicio de la floración el rendimiento tanto en tallos como en hojas se reduce y hasta son similares (15% para tallos y 19% para hojas) lo que puede deberse a que la mayor cantidad de energía recibida por la planta es utilizada para la formación de yemas florales. Este comportamiento se grafica en la figura 4.

7.1.2.2. Rendimiento de aceite esencial.

El rendimiento del aceite esencial depende de el rendimiento de peso seco por peso fresco y el rendimiento de peso fresco, tal como se indicó anteriormente.

El rendimiento medio de aceite esencial obtenido se muestran en el cuadro 4.

**CUADRO 4. RENDIMIENTO DE ACEITE ESENCIAL EN
Kg. DE ACEITE/Ha. DE CULTIVO DE PERICON
EN TALLOS, HOJAS Y FLORES**

TRATAMIENTO	TALLOS	FLOR	HOJAS	Σ
1. Estado vegetativo	0.01	—	0.39	0.40
2. Estado vegetativo con tallos secundarios.	0.04	—	1.54	1.54
3. Inicio floración	0.55	0.92	2.71	4.18
4. Plena floración	0.94	6.49	5.97	13.40
5. Inicio maduración de frutos.	1.02	7.18	10.33	18.53

En cuanto a este aspecto podemos observar que se encuentra la mayor cantidad de aceite en los últimos dos tratamientos tomados (4 y 5) aproximadamente entre los 80 y 130 días del cultivo, 4 meses luego de la siembra.(figura 4)

Al rendimiento se le realizó análisis de varianza para poder determinar el mejor tratamiento, los cuales se presentan a continuación.

A. Análisis de varianza de rendimiento de aceite esencial en tallos:

		SC	CM	Fc	Ft
MODELO	7	4.3566	0.6224	3.35	0.03
ERROR	12	2.2431	0.1969		
TOTAL	19	6.597			

CV. = 84.11%

TUKEY

GRUPO	MEDIA	TRATAMIENTO
A	1.018	5
BA	0.940	4
BA	0.555	3
B	0.043	2
B	0.015	1

De acuerdo al análisis de tallos se puede ver que el mejor tratamiento es el número cinco, en el cual se encuentran las plantas en inicio de maduración de fruto, siendo el tratamiento cuatro y tres estadísticamente iguales, y el uno y dos los menos indicados para obtener un máximo rendimiento. Con este análisis rechazamos la hipótesis, que si existe diferencias significativas entre cada tratamiento.

B. Análisis de varianza de rendimiento de aceite esencial en hojas.

De acuerdo a los resultados de rendimiento obtenidos, se realizó el siguiente análisis de varianza.

	GP	SC	CM	Fc	Ft
MODELO	7	275.15977	39,3085	5.46	0.0052
ERROR	12	86.3516	7,1960		
TOTAL	19	361,513			

CV= 64.03%

TUKEY

GRUPO	MEDIA	TRATAMIENTO
A	10,328	5
BA	5.967	4
B	2,715	3
B	1.542	2
B	0.395	1

Al igual que en el análisis anterior el mejor tratamiento para rendimiento es el 5 y el 4 y los menos indicados el 1 y 2; ya que si existen diferencias significativas entre uno y otro tratamiento se rechaza la hipótesis planteada, pues el estado de desarrollo de la planta se modifica significativamente el rendimiento de aceite esencial que se obtiene por hectárea, en hojas; como

es obvio se obtiene el máximo rendimiento cuando la planta tiene más follaje y tallos.

C. Análisis de varianza de rendimiento de aceite esencial en flores.

	gl	SC	CM	Fc	Ft
MODELO	5	109.2909	21,8582	3.89	0.064
ERROR	6	33.7021	5.6170		
TOTAL	11	142.9930			

CV. = 48.68%

TUKEY

GRUPO	MEDIA	TRATAMIENTO
A	7.187	5
A	6.495	4
B	0.922	3

De acuerdo al análisis de varianza realizado, se puede observar que existe diferencia significativa entre un y otro tratamiento, por lo que al igual que en casos anteriores el estado de desarrollo de la planta sí influye en el rendimiento de aceite en flores.

Tanto el tratamiento 5 y 4 son los mejores de los tres tratamientos analizados, y el 3 el que rinde menos.

Tomando en cuenta los análisis de tallos, hojas y

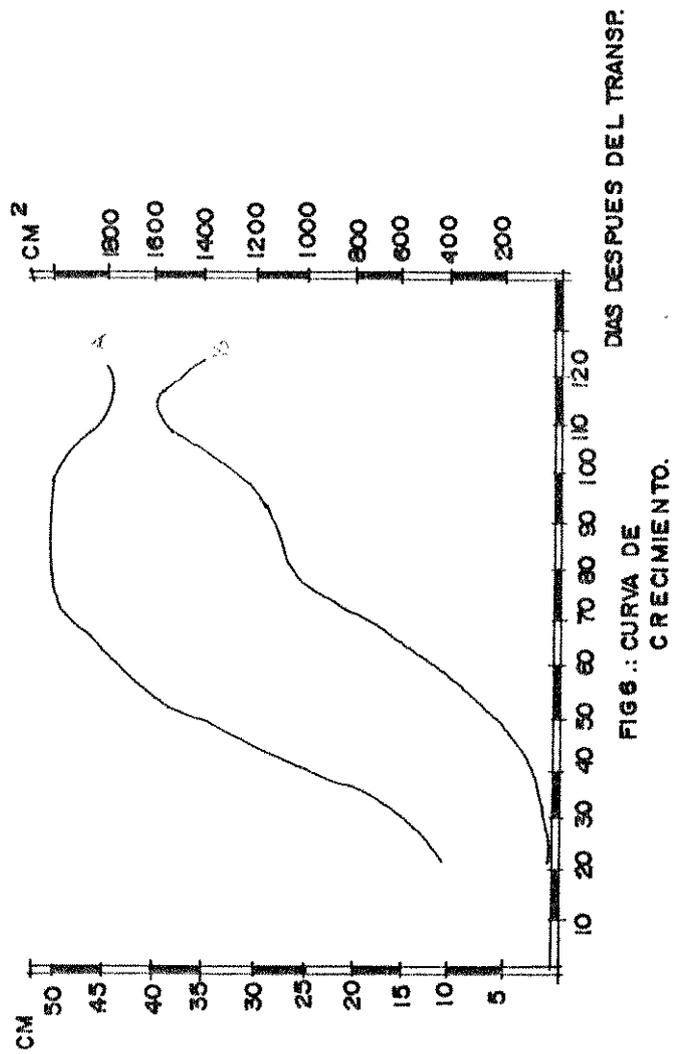


FIG 6.: CURVA DE CRECIMIENTO.

- A. ALTURA DE PLANTA EN CM.
- B. COBERTURA DE PLANTA EN CM.²

flores presentados anteriormente podemos inferir que los tratamientos que rinden más cantidad de aceite esencial por hectárea son 4 y 5 tanto para tallos y hojas como para flores. Así que se puede cosechar en esta época si se desea el máximo rendimiento total, se visualiza en la Figura 5.

7.1.3 Curva de crecimiento:

La curva de crecimiento la obtenemos con los datos de altura y cobertura medios para cada tratamiento. Esta curva (Figura 6) la realizamos a partir del trasplante de la planta al campo definitivo, cuando poseía una altura entre 6 y 10 centímetros y presentaba entre 7 y 8 pares de hojas los resultados de las lecturas hechas se presentan en el apéndice

7.1.4 Presencia, concentración, y rendimiento de 7-metoxicumarina, y Scoparon:

7.1.4.1 Presencia de los compuestos:

Luego de realizadas las extracciones y de aplicarlo a la placa Cromatográfica se determinó la presencia de siete compuestos diferentes, de los cuales por medio del estandar se identificaron dos de ellos como Scoparon y 7-metoxicumarina, las cuales fluorescen bajo luzultravioleta

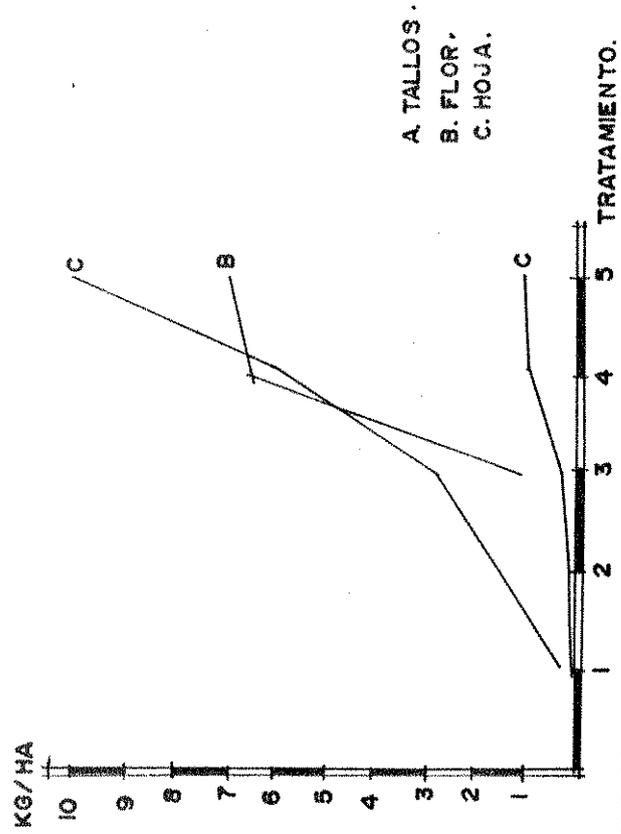


FIG 5 RENDIMIENTO DE ACEITE ESENCIAL EN KG. DE ACEITE /HA. DE CULTIVO DE PERICON EN CINCO ESTADOS DE DESARROLLO EN TALLOS, FLOR Y HOJAS.

- REF: 1. EST. VEGETATIVO.
 2. CON TALLOS SEC.
 3. INICIO FLORACION.
 4. PLENA
 5. INICIO DE MADURACION FRUTO.

a 366 nm de color turquesa y lila respectivamente (figura 7).

Los valores de Rf de cada compuesto se presentan a continuación.

CUADRO 5. VALORES DE Rf DE LOS COMPUESTOS SEPARADOS DE LOS EXTRACTOS

MANCHA	Rf	NOMBRE
1	0.10	No identificada
2	0.15	No identificada
3	0.35	Scoparón
4	0.54	7-metoxicumarina
5	0.66	No identificada
6	0.72	No identificada
7	0.88	No identificada

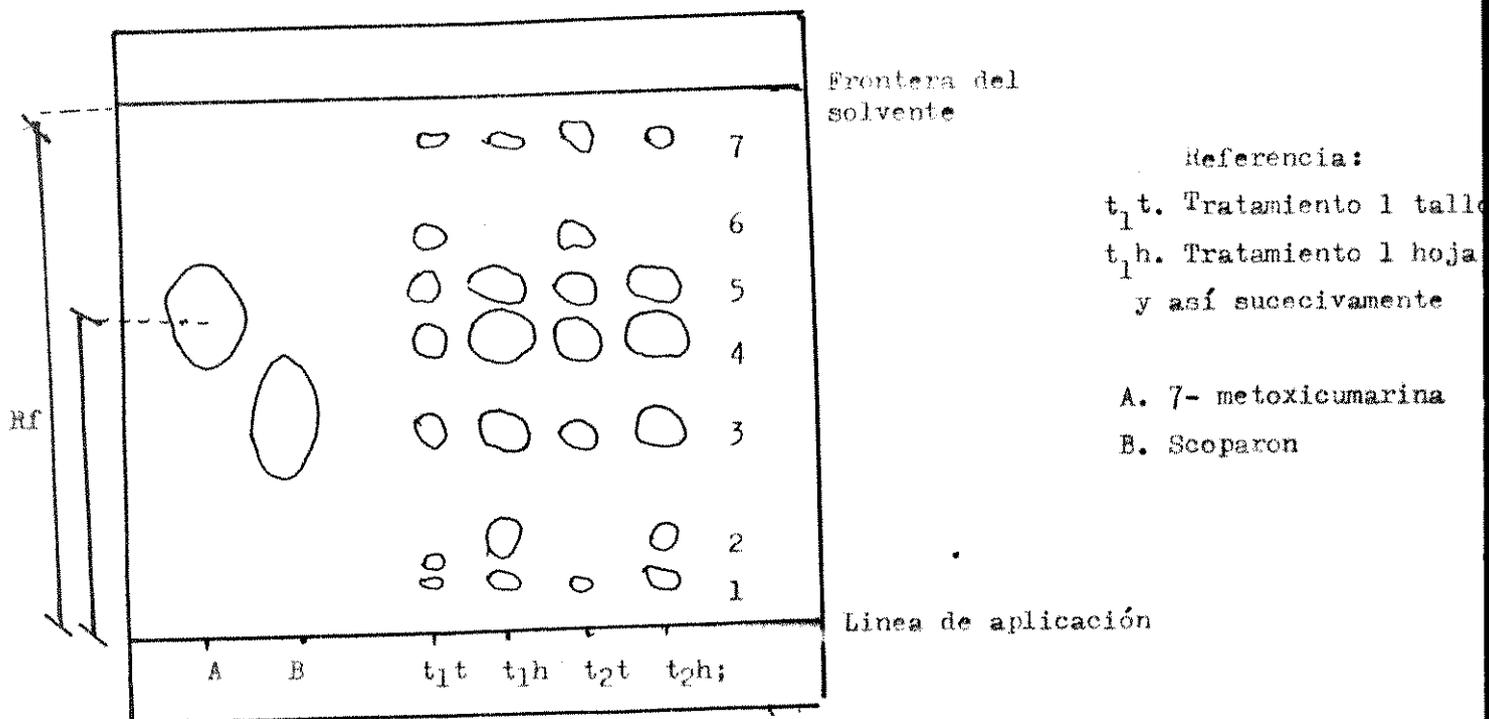
De los siete compuestos separados 5 reporta Leitner (22) en su trabajo de doctorado, a excepción de la mancha de Rf 0.72 y la mancha 3 de Rf 0.35 identificada como Scoparón.

La presencia y el tamaño del área de cada una de las manchas varía de acuerdo a cada tratamiento. Es importante mencionar que debido a lo limitado de material y equipo no se realizó un extracto para cada repetición, por lo que se hicieron muestras compuestas con ellas.

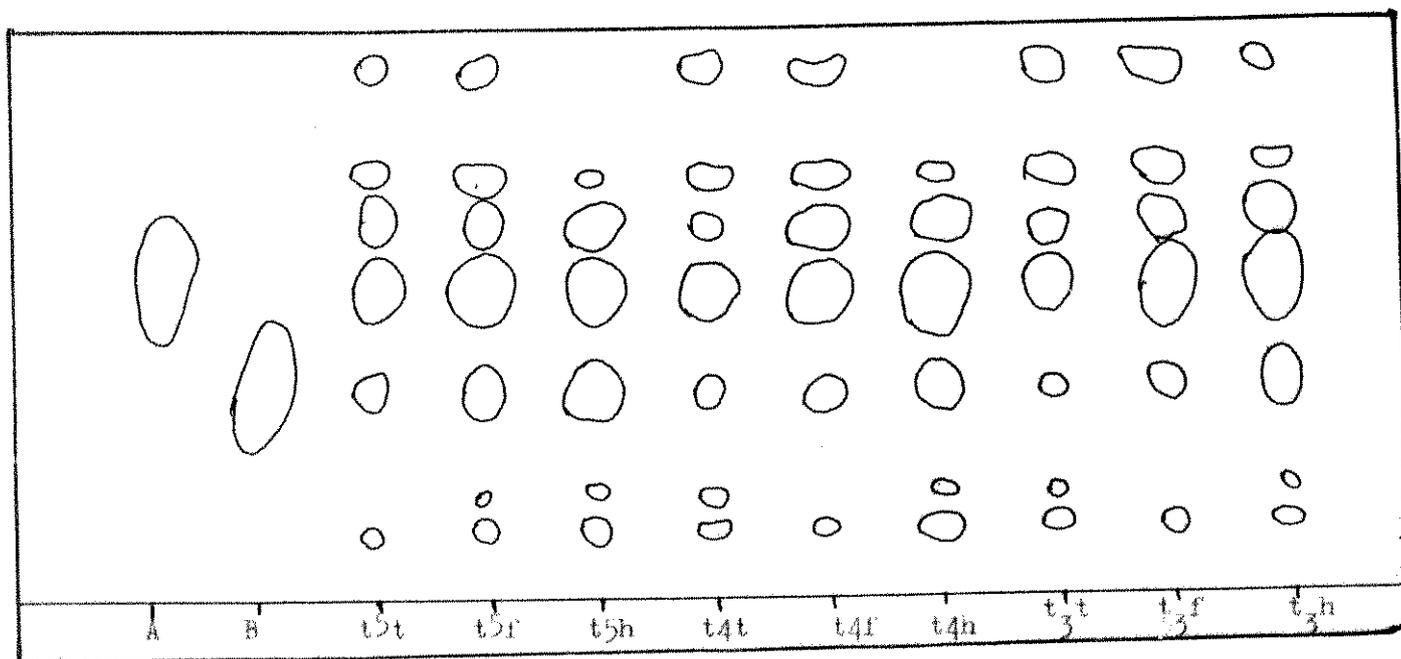
Esto nos indica que la concentración de cada substancia varía según el estado fenológico de la planta y de la parte analizada, lo que se resume en el Cuadro 7.

PLACAS CROMATOGRÁFICAS DE LOS ESTÁNDARES Y DE LOS EXTRACTOS PARA CADA TRATAMIENTO EVALUADO DE PERICÓN EN TALLOS, FLOR Y HOJAS

PLACA No. 1



PLACA No. 2



CUADRO 6. PRESENCIA DE CADA UNA DE LAS SUBSTANCIAS
SEPARADAS DE LOS EXTRACTOS DE ACUERDO A CADA
TRATAMIENTO Y PARTE ANALIZADA.

Parte analizada	TRATAMIENTOS														
	1			2			3			4			5		
	T A L L O	F L O R	H O J A												
Mancha No.1	0	.	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mancha No.2	0	.	0	.	.	0	0	.	0	0	.	0	.	0	0
Scoparón	0	.	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7-Metoxicumarina	0	.	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No.5	0	.	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No.6	0	.	.	0	.	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No.7	0	.	0	0	.	0	0	0	0	0	0	.	0	0	.

0 = Presencia del compuesto

. = Ausencia del compuesto

Es importante observar como cada sustancia aparece y desaparece según el tratamiento y el órgano analizado.

En cuanto a los tallos podemos observar que en T_1 * aparecen todos los compuestos desapareciendo la No. 2 ($R_f=0,15$) en T_2 y aparece nuevamente en T_3 y T_4 desapareciendo en T_5 .

Así también la sustancia No. 6 ($R_f=0,72$) no aparecen en T_1 y T_2 solo en T_3 , T_4 y T_5 , en hojas, pero el compuesto

No. 7 ($R_f=0.88$) desaparece en el T_0 . En flores la mancha No. 2 ($R_f=0.15$) no aparece hasta el T_0 cuando desaparece éste de tallos en este mismo tratamiento (figura 7)

El Scoparon y 7-metoxicumarina aparecen en todos los tratamientos y en todos los órganos variando solamente su concentración.

De los compuestos no identificados, no fue posible determinar su concentración ya que no se contaba con el standar para su determinación, presentan una gama de colores tales como lila, celeste, verde, rojo, los que florecen bajo luz UV a 366 nm.

7.1.4.2 Concentración de 7-metoxicumarina y Scoparón.

La concentración de estos compuestos se determinó al medir el área de la mancha dibujada con la cantidad de estandar aplicado.

Así para la 7-metoxicumarina en la placa No. 1 (figura 7) se obtiene una área de 5.65 cm^2 y para la placa No. 2 de 3.74 cm^2 , como se aplicó 3μ . sabemos que corresponden a una concentración de $2.811 * 10^{-9}$ de 7-metoxicumarina.

* T_0 = Tratamiento

T_1 = Tratamiento uno y sucesivamente

En el caso del Scoparón en la placa No. 1 (Figura 7) se obtuvo un área de 3.52 cm² se aplicaron 3 µ de estandar lo que corresponde a una concentración de 9.6195*10⁻⁶ gr. de Scoparon.

Posteriormente se midieron las áreas de cada uno de estos compuestos en cada placa de los extractos y por una simple regla de tres se determinaron las concentraciones, las cuales aparecen en el cuadro 8.

CUADRO 7. CONCENTRACION DE 7-METOXICUMARINA Y DE SCOPARON EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS Y ORGANO ANALIZADO.

ORGANO	TRATAMIENTO	SUBSTANCIA	
		SCOPRON *10 ⁻⁶ GRAMOS	7-METOXICUMARINA *10 ⁻³ GRAMOS
T A L L O	1	3.4990	0.15-3
	2	0.8934	0.7065
	3	0.7685	0.2104
	4	1.5370	0.2856
	5	1.5370	1.13449
H O J A S	1	9.8271	1.4882
	2	1.4889	1.2251
	3	2.9203	1.8865
	4	2.9203	2.3375
	5	2.9203	1.4882
F L O R E S	1	-----	-----
	2	-----	-----
	3	4.8415	1.6535
	4	1.5370	0.3307
	5	7.2238	0.3758

En el caso de la 7-metoxicumarina son las hojas las que presentan mayores valores siendo el T, el más alto de éstos, cuando la planta se encuentra en plena floración y en tallos

cuando se inicia la maduración de frutos se presenta su máxima concentración.

Esto nos indica que de acuerdo a la edad de la planta, así varía la ubicación de la máxima concentración de 7-Metoxicumarina en estado vegetativo, por ejemplo, la máxima concentración está en las hojas, la cual baja al inicio de la floración pero se incrementa en las flores, y posteriormente baja al iniciar la maduración de fruto, donde se incrementa el valor en tallos. Esto lo podemos visualizar mejor en el cuadro 9 y figura 8.

CUADRO 8. CONCENTRACION DE 7-METOXICUMARINA Y DEL SCOPARON EN 5 ESTADOS DE DESARROLLO DE PERICON.

TRATAMIENTO	SUBSTANCIA	
	SCOPARON * 10 ⁻⁶ GRAMOS	7-METOXICUMARINA *10 ⁻³ GRAMOS
1. Estado vegetativo	13.3261	1.6385
2. Estado vegetativo con tallos secundarios	2.3823	1.9316
3. Inicio floración	8.5303	3.7504
4. Plena floración	5.9743	2.9538
5. Inicio maduración de frutos	11.6811	2.9989

7.1.4.3 Rendimiento de 7-metoxicumarina y Scoparón.

El rendimiento dependerá del área sembrada, obviamente se tendrán los valores más altos cuando exista más cantidad de biomasa el rendimiento está indicado en Kg. de compuesto por 1 ha. sembrada de cultivo, los resultados obtenidos se presentan a continuación en el cuadro 9.

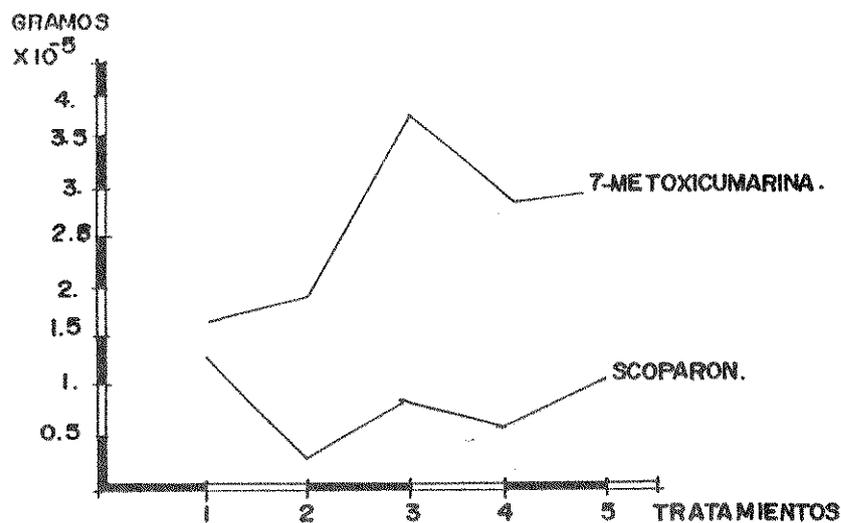


FIG. 8 : CONCENTRACION DE 7-METOXICUMARINA Y SCOPARON PARA 5 ESTADOS DE DESARROLLO DE PERICON.

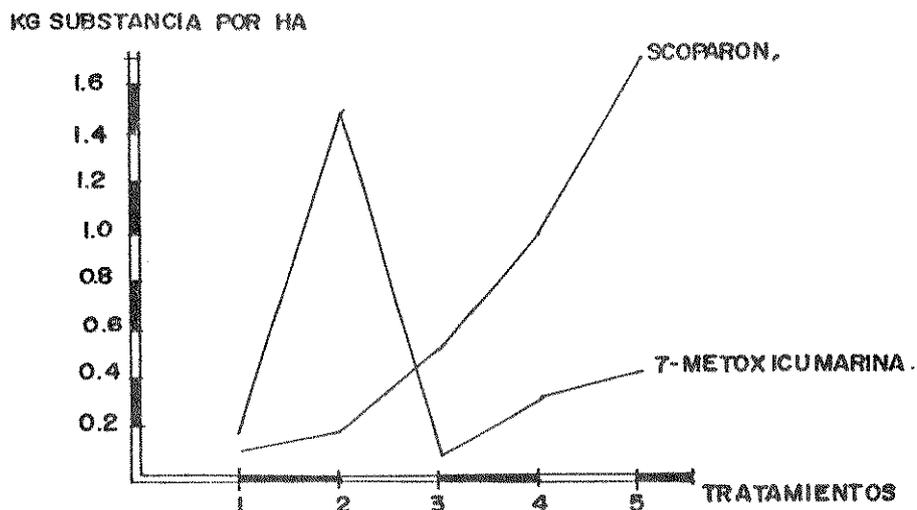


FIG. 9 RENDIMIENTO EN KG. DE SUBSTANCIA POR HA. DE CULTIVO DE PERICON EN 5 ESTADOS DE DESARROLLO.

- REFERENCIAS :
1. ESTADO VEGETATIVO.
 2. ESTADO VEGETATIVO CON TALLOS SECUNDARIOS.
 3. ESTADO DE FLORACION.
 4. PLENA FLORACION.
 5. INICIO DE MADURACION DE FRUTOS.

CUADRO 9. RENDIMIENTO DE SCOPARON Y 7-METOXICUMARINA EN CINCO ESTADOS DE DESARROLLO Y 3 ORGANOS DIFERENTES DE PERICON EN Kg DE COMPUESTO/Ha. DE CULTIVO.

SUBSTANCIA	7-metoxicumarina				Scoparón			
	ORGANO	TALLO	FLOR	HOJA	Σ	TALLO	FLOR	HOJA
1. Estado Vegetativo	0.0095	-----	0.1660	0.1755	0.0278	-----	0.1096	0.1374
2. Estado Vegetativo con tallos secundarios	0.1208	-----	1.4643	1.5851	0.0153	-----	0.1776	0.1929
3. Inicio floración	0,2562	0.4019	1.8443	2.5024	0.0936	0.1177	0.2855	0.4968
4. Plena floración	0.4948	0.5073	3.8307	4.8328	0.2663	0.2358	0.4787	0.9808
5. Inicio maduración fruto.	3.0900	1.0696	2.9645	7.1241	0.4185	2.0560	0.5817	3.0562

Tanto para el Scoparón como para la 7-metoxicumarina el mayor rendimiento, se presenta en el T₅, seguidamente T₄, y el menor valor en T₁ y T₂, lógicamente ya que las plantas tienen menor tamaño. En hojas el mayor valor se presenta en T₅, en T₄, en flores y en tallos también, en el caso de 7-metoxicumarina. Para scoparón tanto para tallos, flor y hojas se presenta el mayor rendimiento en T₅, seguido de T₄. Se observa mejor en la figura 9.

8. CONCLUSIONES

Entre las conclusiones más importantes que se pueden inferir del trabajo anterior podemos mencionar:

1. La concentración de aceite esencial del pericón no varía de acuerdo al estado fenológico de la planta, pero sí entre el órgano de la planta analizado.
2. La mayor concentración de aceite se encuentra en las hojas durante todo el estado de desarrollo de la planta, las flores sólo lo logran superar en el inicio y la plena floración.
3. El rendimiento del aceite esencial varía significativamente de uno a otro tratamiento encontrándose el mayor rendimiento en el tratamiento 5 y 4, cuando las plantas están en plena floración y en inicio de maduración de fruto; probablemente porque es cuando la planta alcanza su máxima cantidad de follaje, tallos y flores.
4. Se encontraron siete compuestos diferentes en los extractos de cada tratamiento, siendo dos de ellos identificados como 7-metoxicumarina y scoparon.
5. La 7-metoxicumarina y Scoparon se presentan en todas las etapas fenológicas evaluadas y partes de la planta analizadas.

6. La concentración, producción y rendimiento de la 7-metoxicumarina y del scoparón varía de acuerdo al estado de desarrollo y órgano del pericón.
7. La mayor concentración, producción y rendimiento entre las dos cumarinas analizadas es de 7-metoxicumarina.
8. El rendimiento del peso fresco y peso seco del experimento varía de acuerdo al estado vegetativo del cultivo, así como al órgano de la planta analizando.
9. La curva de crecimiento determinada en esta investigación para el cultivo del Pericón presenta el mismo comportamiento normal que el de otros cultivos.

9. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta algunas limitantes que se encontraron en el transcurso de la presente investigación así como inquietudes que no fueron cubiertas por la misma, se sugiere.

1. Se puede cosechar pericón desde el momento en que se inicia la floración, hasta el inicio de maduración de fruto; pues es en esta época cuando se alcanzan las concentraciones y los rendimientos más altos tanto de aceite esencial como de 7-metoxicumarina., especialmente en hojas y flores.
2. Realizar estudios sobre variación de concentraciones de aceite y 7-metoxicumarina de pericón cultivado en distintos lugares geográficos de Guatemala y de diferente épocas del año, para poder encontrar si existe algún efecto de estos sobre la misma.
3. Realizar un estudio similar al presente, evaluando la producción de aceite y 7-metoxicumarina luego de podar la planta, para poder determinar si la poda disminuye o estimula la producción y concentración de estos compuestos.

4. Promover a nivel local así como nacional las investigaciones fitoquímicas de aquellos cultivos que pueden tener interés comercial y que sean cultivados silvestremente en nuestro país, pues son una fuente alternativa de trabajo que no altera el ambiente natural del ecosistema.

1. ALVAREZ, G. 1989. Cuantificación del principio antiespasmódico y antibacterial, 7 - metoxicumarina, en el pericón (Tagetes lúcida). Tesis Lic. Química. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades. Departamento de Química. 33 p.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTRY. 1990. Official methods of analysis. 15 ed. EE.UU. v.2, p. 750.
3. BAUER, K.; GARBE, D.; SURBURG, H. 1990. Common fragrance on flavor materials, preparation, properties and uses. Canadá, Ed. VCH. p. 122-123.
4. BRUNKE, J. E. 1986. Progress in essential oil research. Alemania, Ed. Walter de Gruyter y Co. p. 131 -137.
5. CACERES, A. 1991. Propuesta de farmacopea vegetal guatemalteca. Guatemala, Comisión Nacional para el Aprovechamiento de Plantas Medicinales. 8 p.
6. _____.; SAMAYQA, B. 1989. Tamizaje de la actividad antibacteriana de las plantas usadas en Guatemala. Cuadernos de Investigación. (Gua.) No. 6-89:107.
7. CENTRO MESOAMERICANO DE ESTUDIOS SOBRE TECNOLOGIA APROPIADA.; FARMAYA. 1990. Pericón (Tagetes lúcida). In Fichas populares sobre plantas medicinales. No. 29, Serie I. 2 ed. Guatemala. p. 119-122.
8. CIULEI, I. 1982. Practical manual on the industrial utilization of medicinal and aromatic plants, methodology from analysis of vegetable drugs. Romania, Ed. Ministry of Chemical Industry. p. 11-47.
9. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. CHALCHAT, J.; GARY, R. 1994. Influence of harvest time on yield and composition of Artemisia annua oil produce on France. Journal Essential Oil Reseach. 6:261-268.

11. EL-SAADY M. 1979. Ökologische und ontogenetische einflüsse aut drogenertrag, Nährstoffentzug und arzneiliche. Wirkstoffe von *Chenopodium ambrosioides* L. Gießen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzen Züchtung I der Justus-Liebig-Universität. s. p.
12. FERNANDEZ CARDONA, C. 1992. Etnobotánica de los recursos fitogenéticos de uso medicinal presentes en ocho municipios del area de influencia étnica Man, del departamento de Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 186 - 187.
13. FRANZ, CH. et al. 1989. Representative sampling of some root drugs. *Planta Medica* (EE.UU). 55:690.
14. GANDARA ROSAL, M. 1988. Estudio de la efectividad de Tagetes lúcida Cav. (Pericón) como antimicrobiano y análisis del compuesto que le confiere ésta propiedad. Tesis Lic. Bioquímico. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades. p. 17-60.
15. GIRACCA D., N.C. 1987. Determinación de estructuras de los componentes mayoritarios del extracto de hojas y flores de Tagetes lúcida Cav. (Pericón) soluble en eter de petróleo mediante el uso de cromatografía de gases acoplada a la espectromía de masas. Tesis Lic. Químico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. p. 180.
16. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. 1990. Tecnología de deshidratación y construcción de cámaras para deshidratado de vegetales con énfasis en plantas medicinales. Guatemala. p. 54
17. HEINRICH, M.; RIMPLE, H. 1987. Plants remedius used against "febers" in a Mixe Lowland Commuity, Oaxaca, México. In *Medicinal and poisonous plants of the tropics*. Berlin, Alemania. Ed. International Book Distributors. p. 136-137.
18. HOUSE, P.; LAGOS-WITE, S. 1989. Manual popular de 50 plantas medicinales de Honduras. Honduras, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. p. 106-107.

19. IPPISCH, F. 1943. Contribución a las investigaciones sobre plantas medicinales y económicas de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. p. 101.
20. KEMPF, I. 1986. Grundlager Zur Züchtung von Valeriana officinalis L. Gießen, Institut für Pflanzenbau und Pflanze Züchtung I der justusliebig-Universität. s.p.
21. KNOBLOCH, K. et al. 1989. Antibacterial and antifungal properties of essential oil components of essential oil components. Journal Essential Oil Research. 1:119-128.
22. LEITNER, A. 1992. Versuche Zur Inkulturnahme Von Zwei Tropischen Wild Wachsenden Arzn eip flanze Smilax sp. und Tagetes Lúcida. Diplomarbeit. Wien, Universität für Bodenkultur Wien. 80 p.
23. LINARES, E.; BYE, R. 1987. A study of four medicinal planta complexes of México and adjacent United States. Journal of Ethnopharmacology. (Ireland) 19:153-183.
24. LOPEZ DE BUSTAMANTE, F. 1987. Plantas medicinales y aromáticas; estudio, cultivo y procesado. España, Ed. Mundi-Prensa. p. 39-57, 311-320.
25. MARTINEZ, M. 1959. Plantas utiles de la flora mexicana. México, Ed. Botas. p. 147-148.
26. MERCK (Alemania). 1987. Laboratory products, for practical applications. Alemania. p. 138.
27. MORTON, J. 1981. Atlas of medianal plants of Middle America, Bahamas to Yucatan. EE.UU., Ed. Thomas. V. 2, p. 971-972.
28. NEHER, R. 1968. The etnobotany of Tagetes. Economic Botany (EE.UU) 22: 317-325.

29. ORTIZ MARTINEZ, S. D. 1977. Aislamiento y elucidación de la estructura de los alcaloides del pericón, Tagetes lúcida. Tesis Lic. Químico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. p. 30.
30. ORTIZ MOTA, D. O. 1992. Determinación de la acción antiespasmódica del aceite esencial de Tagetes lúcida (Pericón) y del extracto alcohólico de Psidium guajava (Guayaba) obtenidos en la planta piloto de ingeniería química (T-3 Facultad de Ingeniería. USAC). Tesis Lic. Químico Farmacéutico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. p. 44.
31. PAHLOW, M. 1985. Plantas medicinales. Trad. por Julio Herrero y Tola, J. 5 ed. España, Everest. p. 24.
32. PASCUAL VILLATORO, L.F. 1991. Colecta y descripción de los recursos fitogenéticos de uso medicinal en el municipio de San Pedro Ayampuc, departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 67-69.
33. SALGUERO RODRIGUEZ, I. E. 1989. Estudio farmacológico de Tagetes lúcida (Pericón). Tesis Lic. Químico Farmacéutico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. p. 75-79.
34. SIEGEL, R.; COLLINGS, P.; DIAZ, J. 1977. On the use of Tagetes lúcida and Nicotina rústica as a huichol smoking mixture: the Aztec "Yahutli" with suggestive hallucinogenic effects. *Economic Botany* (EE.UU). 31:16-23.
35. STAHL, E. et al. 1981. *Pharmazuctische biologie gustav fisher.* EE.UU., Verlag. 461 p.
36. THAPPA, R.; AGARWAL, S. 1993. Changes in chemical composition of Tagetes minuta oil at varius stages of flowaring anfruting. *Journal Essential Oil Reseach.* 5:375-379

37. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. 1987. Guía de laboratorio bioquímica. Guatemala. p. 20
38. VOLAK, J. 1989. Plantas medicinales. 2 ed. Checoslovaquia, Susaeta. p. 25-33.
39. WILLIAMS, L. 1976. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago, Field Museum of Natural History. Fieldiana Botany. v 24, pte. 12, p. 38
40. ZYGADLO, J. et al. 1993. Essential oil composition of *Tagetes terniflora* H.B.K. and *Tagetes laxa* Cabrera. Flavour and Fragrance Journal. 8:273-275.

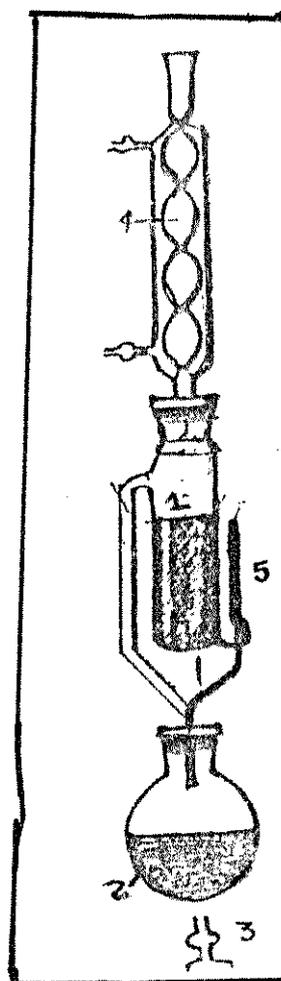
ro. 80.
Patwalle

11. APENDICE

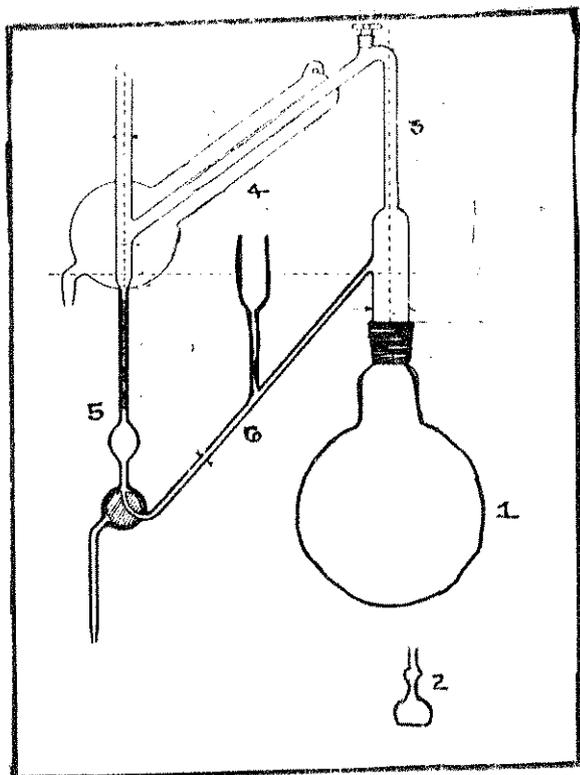
11. ANEXOS

EXTRACCION POR SOXHLETS

En la extracción por soxhlets, la muestra se coloca en 1, no se disperse; luego en 2 se coloca el solvente, el cual es calentado por 3, y condensado en el refrigerante 4; el solvente ya condensado c, sobre la muestra disolviendo el compuesto a extraer en compuesto pasa por el sifón 5 y cae 1 donde nuevamente es evaporado el solvente y se repite el proceso.



EXTRACCION POR NEO-CLEVENCHER.



En este tipo de extracción, la muestra y el solvente se colocan en 1, y es calentado por 2, luego se disuelve el componente que se desea extraer, en este caso por el vapor de agua y es conducido por 3, siendo refrigerado en 4; posteriormente cae a 5 y cuando se alcanza 1. separación de las dos fases deseadas.

CUADRO 11. ALTURA Y COBERTURA MEDIA DEL CULTIVO DE PERICON.

NO. DE LECTURA	DIAS DESPUES DE TRASPLANTE*	ALTURA DE CM.	COBERTURA
1	20	11.23	21.22
2	27	15.35	26.12
3	35	19.95	54.46
4	40	24.62	86.17
5	47	32.85	177.25
6	56	40.89	407.61
7	61	43.48	549.03
8	71	48.77	770.14
9	76	49.74	1027.08
10	83	49.81	1111.33
11	92	50.03	1145.31
12	100	48.79	1306.93
13	105	47.55	1468.55
14	113	44.40	1604.76
15	123	45.16	1379.46

* Del trasplante al campo definitivo.

CUADRO 12. PORCENTAJE DE HUMEDAD DEFINITIVO

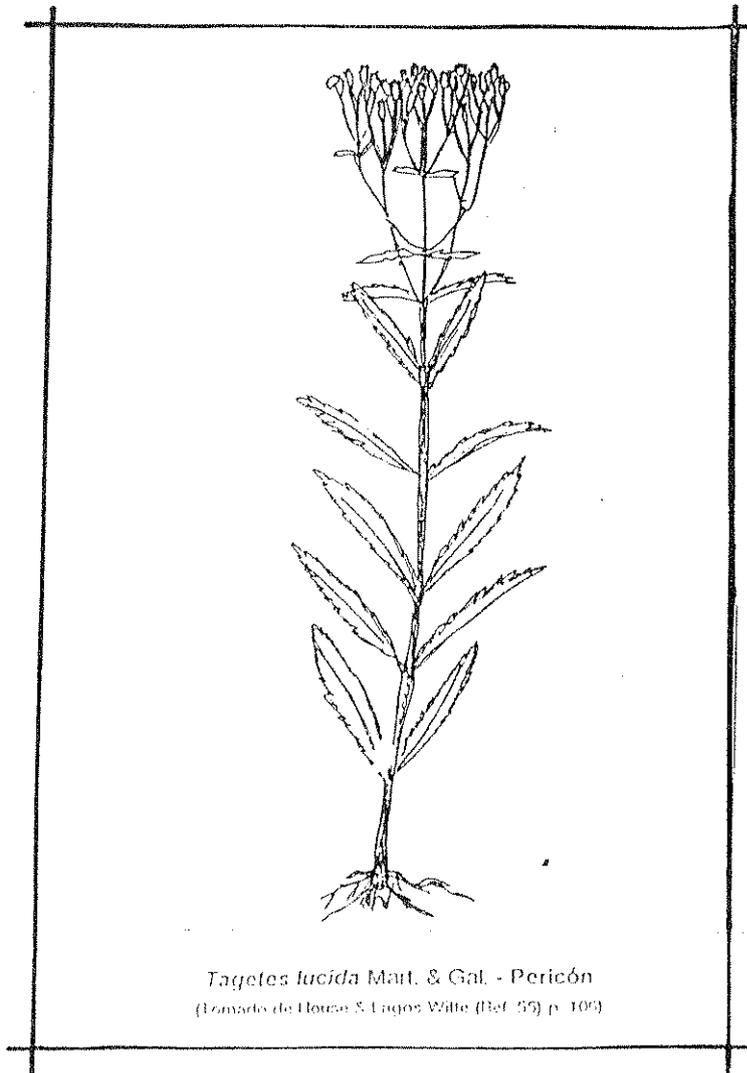
TRATAMIENTO	TALLOS	FLORES	HOJAS
1, Estado vegetativo	9.73	--	12.38
2. Estado con tallos.	11.32	--	12.79
3. Inicio floración	11.26	11.76	12.84
4. Plena floración	10.39	11.14	11.20
5. Inicio Mad.fruto.	10 38	10.56	11.43

CUADRO 13. CONCENTRACIÓN (%) DEL ACEITE ESENCIAL EN BASE A MASA SECA EN TALLO, FLOR Y HOJA PARA CADA TRATAMIENTO Y REPETICIÓN.

TRATAM.	REP ORGANO	I	II	III	IV
1	Tallo	0.08	0.05	0.07	0.02
	Hoja	0.47	0.79	0.52	0.51
2	Tallo	0.02	0.04	0.05	0.06
	Hoja	0.63	0.67	0.60	0.67
3	Tallo	0.13	0.15	0.0006	0.04
	Flor	0.60	0.66	0.34	0.41
	Hoja	0.45	0.45	0.39	0.35
4	Tallo	0.04	0.07	0.05	0.04
	Flor	0.30	0.49	0.82	0.55
	Hoja	0.58	0.59	0.36	0.57
5	Tallo	0.11	0.05	0.04	0.005
	Flor	0.36	0.49	0.33	0.40
	Hoja	0.62	0.39	1.60	0.78

Los análisis de varianza para cada órgano vegetal analizado se presentan a continuación.

FIGURA 1

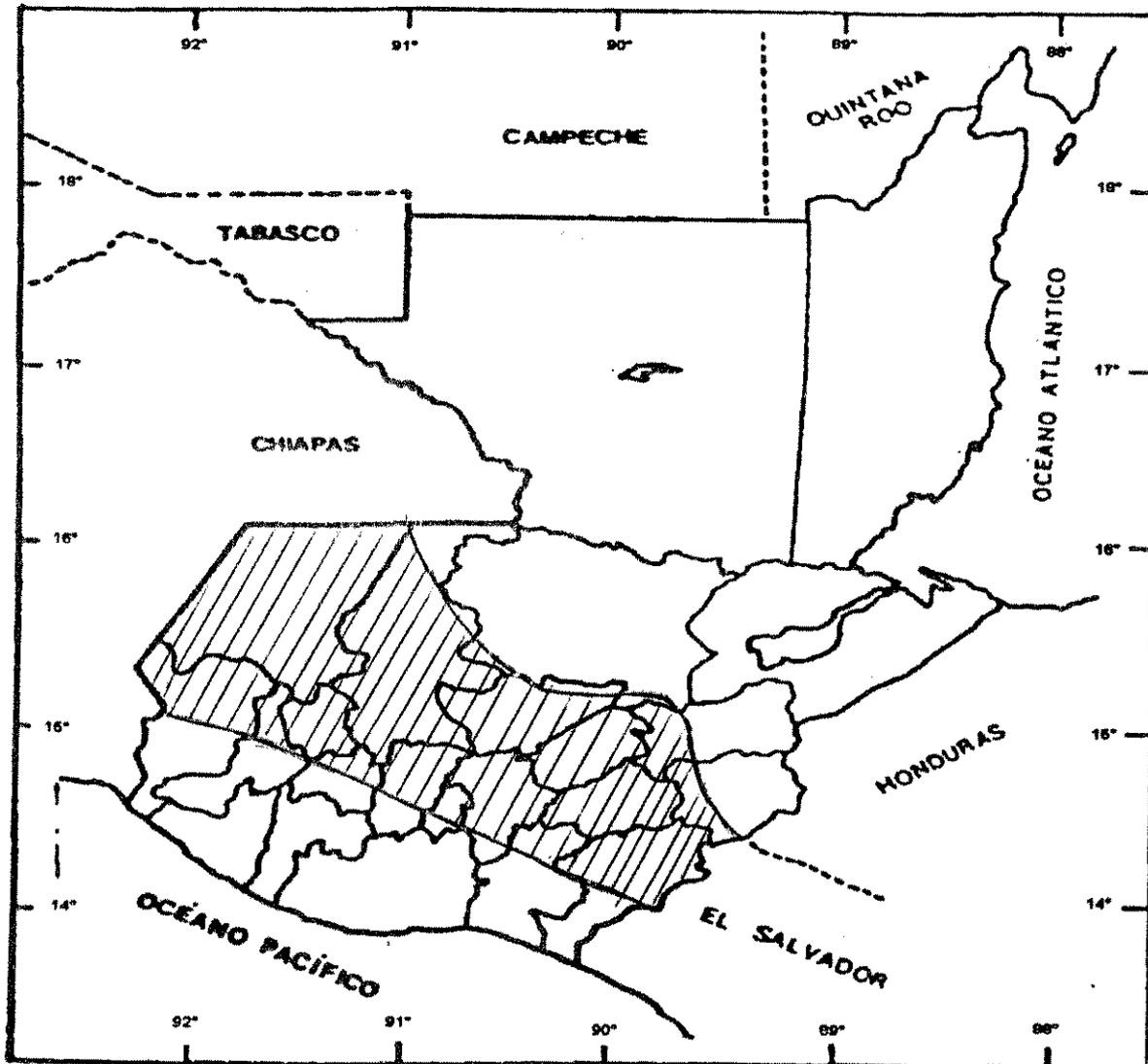


Tagetes lucida Mart. & Gal. - Pericón
(Lomax de House & Enges Wille (Bot. 55) p. 109)

MAPA 1
AREA DONDE SE HA REPORTADO PERICON



MAPA 2
UBICACION DE PERICON EN GUATEMALA



Resultados del análisis de suelo, resultados por el laboratorio de suelo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

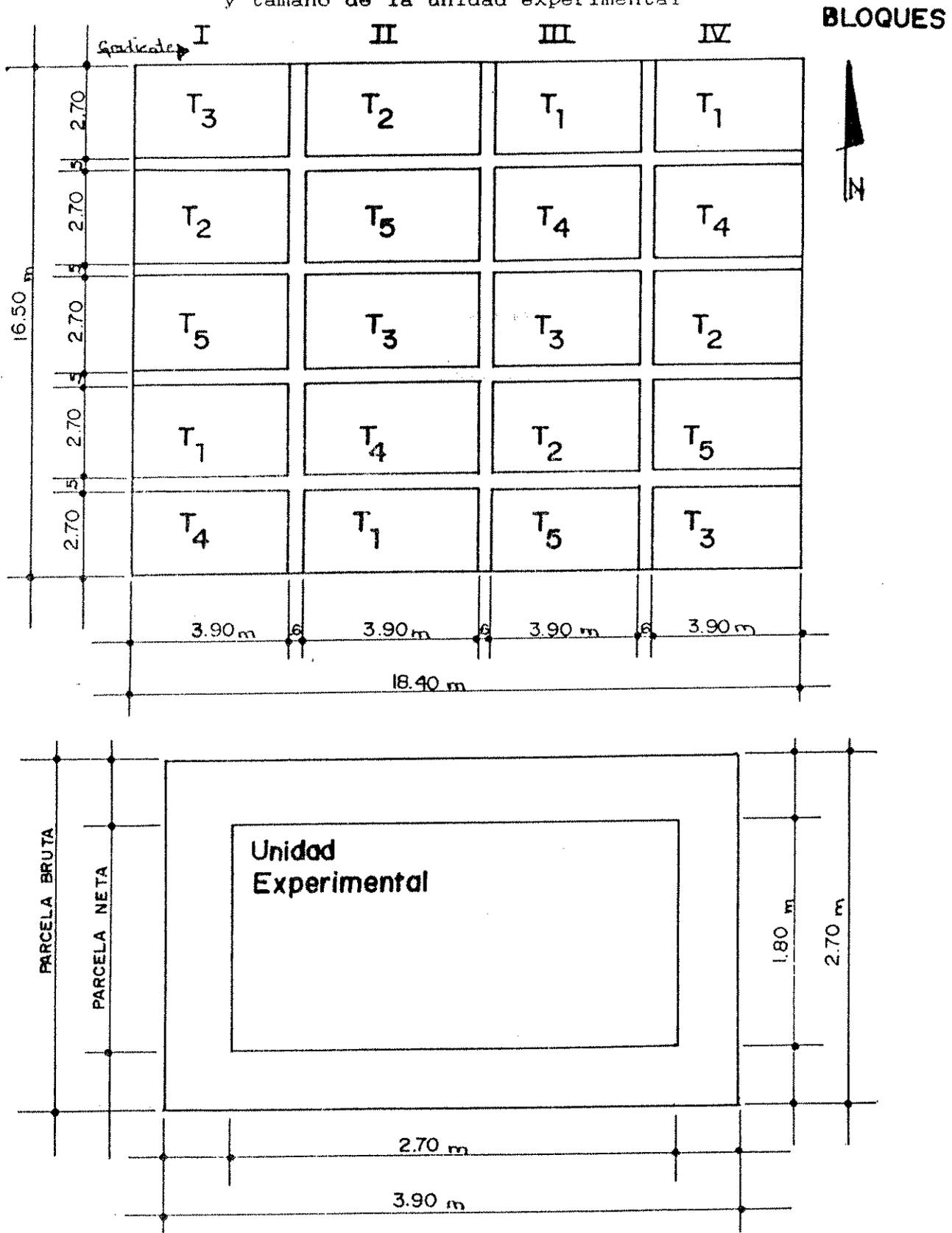
Identificación: ICTA-Chimaltenango

Número de laboratorios: 23

- Ph: 6.30
- Fósforo: 18.36 mg/ml.
- Potasio: 200
- Calcio: 3.43 mg/100ml
- Magnesio: 0.51 meq/100ml.
- Cobre: 2.50 meq/100ml.
- Zinc: 1.00 ppm.
- Hierro: 20.00 ppm.
- Manganeso: 2.00 ppm.
- Porcentaje de arcilla: 15.20
- Porcentaje de limo: 17.89
- Porcentaje de arena: 66.91

Clase textutural: Franco arenoso.

Distribución de los Tratamientos, Dimensiones del Experimento
 en el Campo
 y tamaño de la unidad experimental





LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DE LA CONCENTRACION Y RENDIMIENTO DE 7-metoxicumarina Y ACEITE ESENCIAL, EN CINCO ESTADOS DE DESARROLLO DEL PERICON (Tagetes lúcida Cav.) EN LA ALAMEDA, CHIMALTENANGO".

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE: CLAUDIA LORENA BARILLAS ARAGON

CARNET No: 8713215

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Myrna Herrera
 Ing. Química Lisely de León
 Licda. Olga Mena

El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte
 ASESOR



Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DIRECTOR DEL IIA.

IMPRIMASE

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
 DECANO



c.Control Académico APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

Archivo

RL/prr.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770