

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

"EVALUACIÓN DE N, P Y K SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA EN
MATERIA SECA Y LA ACUMULACIÓN DE N,P,K, Ca Y Mg EN DOS CORTES
COMERCIALES DE PERICON *Tagetes lucida Cav.* EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA"

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

POR

MARÍA DOLORES MONROY RAMOS

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA CENTRAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1995

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR
DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL I	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL II	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL III	Ing. Agr. Carlos Roberto Motta de Paz
VOCAL IV	P. A. Henry Estuardo España Morales
VOCAL V	Br. Mynor Joaquín Barrios Ochaeta
SECRETARIO a.i.	Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta

Guatemala, octubre de 1995

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

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACIÓN DE N, P Y K SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA EN MATERIA SECA Y LA ACUMULACIÓN DE N,P,K, Ca Y Mg EN DOS CORTES COMERCIALES DE PERICON *Tagetes lucida Cav.* EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMÍA"

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado, espero merezca su aprobación.

Atentamente,



María Dolores Monroy Ramos

ACTO QUE DEDICO

A MIS PADRES

Manuel Santos Monroy (QEPD)
María Graciela Ramos de Monroy
Mi amor y agradecimiento eterno.

A MIS HIJOS

Oscar Alejandro, Carlos Alberto, José Manuel y
Diego Adolfo
Lo mas grande que Dios me ha dado y la alegría
diaria para vivir

A MI ESPOSO

Oscar Leonel Quiñonez
Mi agradecimiento y cariño.

A MIS HERMANOS

Ana del Rosario, Miguel Angel, Socorro Amparo,
Azucena Margarita, Luis Fernando, Rafael Eduardo,
Juan Carlos, y muy especialmente a Manuel Salvador

A LA FAMILIA QUIÑONES DE LA CRUZ

Gracias por su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Ing. Agr. MSc. José Jesús Chonay Pantzay, por su orientación, asesoría y revisión del presente trabajo de tesis.

Al Ing. Agr. Ovidio Anibal Sacbajá Galindo, por el apoyo que siempre me ha brindado, especialmente su amistad.

A la Ing. Agr. Myrna Ethel Herrera Sosa, por su asesoría en el presente trabajo de tesis.

A mi hijo Oscar Alejandro, por su motivación y apoyo constante para la culminación del presente trabajo.

A todas aquellas personas, que de una u otra forma colaboraron en la realización de ésta tesis.

Todos los resultados obtenidos fueron generados por los proyectos "Desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales" y "Domesticación en plantas medicinales nativas", promovido por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía y la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1980

CONTENIDO

CONTENIDO	Página
	i
INDICE DE CUADROS	iii
RESUMEN	iv
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	5
3.1 MARCO CONCEPTUAL	5
3.1.1 Clasificación y descripción botánica de <i>Tagetes lucida Cav.</i>	5
3.1.2 Etnobotánica de <i>Tagetes lucida Cav.</i>	5
3.1.3 Distribución Geográfica de <i>Tagetes lucida Cav.</i>	6
3.1.4 Usos comprobados y propiedades de <i>Tagetes lucida Cav.</i>	7
3.1.5 Composición química de <i>Tagetes lucida Cav.</i>	8
3.1.6 Aspectos sobre domesticación del pericón	9
3.1.7 Aspectos generales sobre la recolección y secado de plantas medicinales.	10
3.2 MARCO REFERENCIAL	11
3.2.1 Características del Área experimental.	11
3.2.1.1 Localización.	11
3.2.1.2 Clima y zonas de vida.	11
3.2.1.3 Geomorfología.	11
3.2.1.4 Suelos	12
3.2.1.5 Características químicas del suelo.	12
4. OBJETIVOS	14
5. HIPOTESIS	14
6. METODOLOGIA	15
6.1 Factores a evaluar	15
6.2 Diseño experimental	16
6.3 Tamaño de la unidad experimental	16
6.4 Variables respuesta	17
6.4.1 Rendimiento de biomasa en materia seca expresado en Kg/ha a 40 y 65° C en dos cortes comerciales.	17
6.4.2 Análisis químico para cuantificar el porcentaje de N, P, K, Ca y Mg que sirvió para estimar la acumulación de nutrientes.	17
6.5 Medición de las variables respuesta	17
6.6 Manejo del experimento	17
6.6.1 Preparación del Semillero	17

6.6.2	Preparación del Terreno	17
6.6.3	Trasplante	18
6.6.4	Fertilización	18
6.6.5	Cosecha	18
6.7	ANALISIS DE LA INFORMACION	18
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	20
7.1	Rendimiento de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg, en el primer corte 75 después del trasplante.	20
7.2	Rendimiento de biomasa expresada en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en el segundo corte, 90 días después del primer corte.	24
8.	CONCLUSIONES	28
9.	RECOMENDACIONES	29
10.	BIBLIOGRAFIA	30
11.	APENDICE	32

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Página
1. Análisis químico de la muestra de suelo del área de estudio con la solución extractora de HCl 0.05 N y H ₂ SO ₄ 0.025 N	12
2 Fuentes, rangos y nutrientes evaluados en el cultivo del pericón <i>Tagetes lucida Cav.</i>	15
3 Tratamientos y niveles de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O en Kg/ha evaluados en el cultivo del pericón, <i>Tagetes lucida Cav.</i>	16
4 Análisis de varianza del rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en Kg/ha por efecto de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O. Primer corte, pericón <i>Tagetes lucida Cav.</i> Ocho tratamientos. CEDA 1994.	20
5 Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, K, Ca, en la planta en Kg/ha y concentración de nutrientes en porcentaje, por efecto de la interacción de N y P, y la prueba de medias con el estadístico de tukey. Primer corte, pericón <i>Tagetes lucida Cav.</i> Ocho tratamientos. CEDA, 1994.	21
6 Análisis de varianza del rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en Kg/ha por efecto de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O. Primer corte, pericón <i>Tagetes lucida Cav.</i> Quince tratamientos. CEDA, 1994.	22
7 Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca y Mg en Kg/ha por efecto de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O. Contrastes ortogonales. Primer corte, pericón <i>Tagetes lucida Cav.</i> CEDA, 1994.	23
8 Análisis de varianza del rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en Kg/ha por efecto de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O. Segundo corte, pericón <i>Tagetes lucida Cav.</i> Ocho tratamientos. CEDA, 1994.	24
9 Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C, acumulación y concentración de nitrógeno en la planta por efecto de nitrógeno aplicado al suelo. Segundo corte, Pericón, <i>Tagetes lucida Cav.</i> CEDA. 1994.	25

10. Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C, acumulación de N, P, K, Mg en Kg/ha y porcentaje de N, P, K, Mg por efecto de K₂O aplicado al suelo. Segundo corte Pericon *Tagetes lucida Cav.* CEDA 1994. 25
11. Analisis de varianza del rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en Kg/ha por efecto de N, P₂O₅, K₂O. Segundo corte, pericón *Tagetes lucida Cav.* Quince tratamientos. CEDA, 1994. 26
12. Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, Ca y Mg en Kg/ha por efecto de N, P₂O₅, K₂O contrastes ortogonales. Segundo corte, pericon *Tagetes lucida Cav.* CEDA, 1994. 27

EVALUACION DE N, P Y K SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA EN MATERIA
SECA Y LA ACUMULACION DE N, P, K, Ca Y Mg EN DOS CORTES
COMERCIALES DE PERICON *Tagetes lucida Cav.* EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMIA"

"EVALUATION OF N, P, K, OVER THE YIELD OF BIOMASS DRY MATTER AND
THE ACUMULATION OF N, P, K, Ca AND Mg IN TWO COMERCIAL HARVESTS
OF PERICON *Tagetes lucida Cav.* AT THE AGRONOMY
EXPERIMENTAL TEACHING CENTER"

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía -CEDA- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado al sur de la ciudad capital y de la ciudad universitaria. Formó parte del Proyecto de "Desarrollo Prácticas Agronómicas para el Cultivo de Hortalizas Nativas o Tradicionales" y el Proyecto de Domesticación en Plantas Medicinales nativas del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (FAUSAC) y la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El propósito fue evaluar el efecto de N, P, K, aplicado antes del primer corte en el cultivo de pericón *Tagetes lucida Cav.* sobre el rendimiento de biomasa en materia seca y la acumulación de N, P, K, Ca, Mg en Kg/ha en dos cortes comerciales.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con 15 tratamientos y 3 repeticiones de cada unidad experimental.

El análisis de la información se hizo a través de análisis de

varianza de 8 tratamientos con estructura factorial y 15 tratamientos que involucra los tratamientos de interés para la generación de la tecnología del cultivo, para las variables rendimiento de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg y comparación de medias al 5% de significancia.

Los resultados obtenidos indican que bajo las condiciones edáficas y climáticas en que se desarrolló la investigación es necesario aplicar al suelo 100 Kg de N/ha y 70 kg P_2O_5 /ha para obtener un rendimiento promedio en biomasa en materia seca de 906 Kg/ha con una acumulación de nitrógeno de 22, potasio 30, calcio 6.90 kg/ha en el primer corte y 5882.2 Kg/ha de biomasa en materia seca con una acumulación de nitrógeno de 192, fósforo 14.45, potasio 154.2 kg/ha en el segundo corte.

1. INTRODUCCION

Guatemala es un país ubicado en el subtrópico y tiene una gran variedad de climas y microclimas, y cuenta con una gran diversidad en flora y fauna, por lo que ha llegado a ser considerado, junto a toda la región Centroamericana y México, como uno de los principales centros de origen de plantas. (16).

Si a lo anterior se suman las raíces mayas de nuestro origen, se observan una serie de tradiciones y costumbres que la población practica, encontrándose entre ellas, el tratamiento de diversas enfermedades con plantas medicinales. Una de las plantas de uso tradicional más difundido es el pericón *Tagetes lucida Cav* con efectos antiespasmódicos y antibacterianos con propiedades farmacológicas conocidas (15).

La Facultad de Agronomía (FAUSAC), el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), la Universidad de Viena y la GEXPRONT (Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales), realizan esfuerzos conjuntos para lograr la domesticación de la especie, pues dado su amplio uso, las poblaciones naturales de pericón están siendo sometidas a una fuerte recolección-depredación, por lo cual se prevee que podría estar en vías de extinción en un corto plazo. Este trabajo forma parte del Proyecto "Desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas y tradicionales" y del "Proyecto de Investigación en Plantas Medicinales" de la Facultad de Agronomía (FAUSAC) y de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

El proceso de domesticación nos permitirá establecer las bases para el cultivo de la especie y a la vez su cultivo puede convertirse

en una alternativa para evitar su extinción.

El presente trabajo tuvo el propósito de obtener información para determinar la acumulación de N, P, K, Ca y Mg que sirva de base para cuantificar los nutrientes extraídos por la planta, evaluado bajo condiciones del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA).

El trabajo consistió en la evaluación de niveles de N, P y K en el cultivo de pericón sobre la acumulación de N, P, K, Ca, Mg en la parte aérea y en el rendimiento de biomasa en materia seca, de *Tagetes lucida* Cav. en dos cortes comerciales.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El pericón, *Tagetes lucida* Cav. es una planta medicinal nativa anual que es explotada comercialmente, crece en forma silvestre o como planta ruderal (5).

La explotación comercial de la especie es bastante fuerte, puesto que Guatemala es proveedor de pericón para el área centroamericana. Si a ello agregamos el hecho que su habitat natural está fuertemente disturbado, el resultado evidente es que dada la fuerte depredación a que está sometida la especie, se está acercando a un inminente peligro de extinción (5).

Por lo anterior, se hace necesaria la domesticación de la especie, puesto que ello permitirá desarrollar las prácticas agronómicas para que el cultivo sea una alternativa para evitar la depredación; ello permitirá detener el proceso de extinción de las poblaciones naturales, a la vez que se transforma en una alternativa rentable para los actuales colectores de la especie, dado que naturalmente la planta solo florece una vez al año por lo tanto se cosecha una sola vez; mientras que, bajo cultivo, la planta florece hasta tres veces por año, con lo cual se obtienen tres cosechas anuales (5).

Uno de los aspectos agronómicos más importantes que debe conocerse en el proceso de domesticación de una especie silvestre, es el referente a la acumulación de nutrientes. En el caso del pericón, los órganos de las plantas aprovechables por los usos medicinales son las hojas y las flores, por lo que interesa maximizar cuantitativa y cualitativamente su producción. En el trabajo de investigación, se evaluó el rendimiento de biomasa en materia seca en kg/ha y la

acumulación de N, P, K, Ca y Mg en la parte aérea en dos cortes comerciales.

En Guatemala de hoy día, el continuo interés en el uso de las plantas medicinales, cuya utilización se remonta a los tiempos antiguos de los primeros pobladores de la región mesoamericana, así como la extracción del contenido de ingredientes activos con propiedades curativas de algunas plantas, como el caso del pericón, considerada una de las plantas medicinales más importantes de Guatemala y de la región, han despertado el interés de su cultivo a nivel comercial (16).

De este cultivo de reproducción vegetativa sexual, se desconocen los requerimientos y la acumulación de nutrientes en el momento de la cosecha (16).

Este trabajo contribuye a generar información que será útil para el cultivo de pericón. Cada vez se hace más evidente la necesidad de retomar algunos elementos de la agricultura tradicional, como una manera de contribuir con los pequeños agricultores a la autogestión de su propio desarrollo, contexto dentro del cual la promoción en el uso y aprovechamiento racional de los recursos que ellos tienen disponibles y a su alcance, juegan un papel determinante.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Clasificación y Descripción Botánica de *Tagetes lucida* Cav.

La clasificación botánica de la especie, según Arthur Cronquist (7) es la siguiente:

REINO	Plantae
SUBREINO	Embryobionta
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Magnolipsida
SUBCLASE	Asteridae
ORDEN	Asterales
FAMILIA	Asteraceae
GENERO	Tagetes
ESPECIE	<i>Tagetes lucida</i> Cav.

Tagetes lucida Cav. es una planta perenne, erecta y lisa, ramificada desde la base, comúnmente de 30 a 75 cm de altura, olor fuerte; hojas opuestas, sésiles, lineares o estrechamente oblongas, obtusas o agudas en el ápice, densamente aserradas, de 5 a 10 cm de longitud con numerosas y pequeñas glándulas; flores del disco 5 a 7, las corolas de 5 a 6 mm de longitud; aquenios de 6 a 7 mm de longitud, estriados, en cabezuelas pequeñas distribuidas en cimas densas o abiertas y el involucreo cilíndrico de 9 a 10 mm de longitud, filarios de 5 a 7; flores del radio 3; el fruto es un aquenio de 6 a 7 mm de longitud (25).

3.1.2 Etnobotánica de *Tagetes lucida* Cav.

Tagetes es un género compuesto por especies de olores fuertes, algunas conocidas como maravillas. Son plantas comunes a la orilla de los caminos, desde el suroeste de los Estados Unidos, hasta la Argentina, el área de mayor diversidad es el centro y sur de México. Los indígenas precolombinos creían que las maravillas más aromáticas

tenían propiedades mágicas de salvar vidas. (20)

Hay controversia acerca del origen del género *Tagetes*, se dice que lo adoptó Linneo como proveniente del Nuevo Mundo. El nombre más común que se le da a *Tagetes lucida* en México es Pericon, que significa que se adapta a todos los usos. Mientras que en Guatemala se le conoce con otros nombres como: curucumin, flor de Santa María, hipericón, liya, flor de tierra adentro, jolomocox, iya, periquillo, hierba anís, anicillo y hierba nil. (19)

Algunas veces llamado Periquillo en México, el nombre de Pericón está bien establecido en Guatemala, en donde existen algunas aldeas que llevan el nombre de El Pericon en El Quiché y Huehuetenango. (25)

Según los indígenas debe cortarse antes del 24 de junio, Día de San Juan, porque después le entra el demonio. En los mercados de América Latina pueden adquirirse manojos de la planta. Los indígenas las colectan, empacan, secan y guardan para uso posterior. (19)

3.1.3 Distribución Geográfica de *Tagetes lucida Cav.*

Se encuentra en campos abiertos, en bosques de encino y a veces en laderas de colinas rocosas secas (entre 1,000 - 2,000 msnm). Se le ha descrito desde México (Nayarit, Michoacán, Veracruz, Hidalgo, Durango, Chihuahua, Zacatecas y Valle de México), hasta Guatemala (Petén, Jalapa, Quetzaltenango, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, El Quiché, Huehuetenango y San Marcos), El Salvador y Honduras. (17)

El pericón se localiza en muchos departamentos de Guatemala, tales como: Guatemala, Jalapa, Santa Rosa, Chimaltenango, Huehuetenango, Quiché, Quetzaltenango, San Marcos y Sololá. (20)

Siendo abundante en la época húmeda y escaso en la época seca. En

los Estados Unidos y Francia es cultivada como planta de jardín. En Inglaterra se usa como hierba para condimento. (17)

3.1.4 Usos Comprobados y propiedades de *Tagetes lucida* Cav.

En Guatemala, el pericón tiene una alta reputación como remedio para molestias estomacales. Muchos de los que habitan en fincas, así como la gente nativa le atribuyen una fama absoluta, por lo que definitivamente puede ser considerado como una razón para creer que tienen propiedades medicinales. Manojos de ramas y hojas secas se encuentran por eso en cada mercado en Guatemala, los cuales son usados para preparar un té que es tomado siempre que se presentan serios dolores estomacales e intestinales. (25)

Estudios farmacológicos experimentales demuestran que el extracto acuoso de las hojas y flores del pericón tiene actividad espasmolítica evaluada in vitro usando duodeno de rata aislado; la estructura química responsable es la 7-metoxicumarina o herniarina. También se ha demostrado que las hojas deprimen el sistema nervioso central y tienen actividad hipotensora. Los taninos y pectina son los responsables de la actividad digestiva y antidiarréica. La DL50 por vía oral en ratas es mayor de 50 g/kg en infusión. La dosis efectiva es de 500 mg/ml de infusión, la dosis efectiva aproximada in vivo en ratones es de 20 g/kg en infusión. (21)

El uso medicinal de la decocción de las hojas y sumidades floridas está muy difundido en toda la población, principalmente para el tratamiento de afecciones gastrointestinales (diarrea, dolor de estómago, flatulencia, indigestión, inflamación y náusea), procesos febriles (gripe, malaria y resaca), mordeduras de culebra y

enfermedades hepáticas. Se le atribuyen propiedades antidiarréicas, anti-inflamatorias, antisepticas, carminativas, digestivas, diuréticas, espasmolíticas y febrífugas. Toda la planta tiene uso culinario para sazonar elotes cocidos, para bañar a los niños y como repeiente para mosquitos, pulgas y otros insectos. (21)

Aparte de sus usos y propiedades medicinales, se le conocen otros usos: como una planta que a pesar de no estar total y debidamente reportada, se usa comúnmente como insecticida. (15)

Por otro lado, se ha reportado que extractos acuosos de diferentes partes de *Tagetes lucida* Cav. fueron deletéreos a *Meloidogyne incognita*, *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchorynchus brassicae*, *Helicotylenchus indicus* y otras especies de nematodos. La mortalidad de los nemátodos aumenta con el incremento de la concentración de los extractos así como con el período de exposición. Los extractos de flores, provocan las mayores mortalidades de nematodos e inhibiciones en estadios juveniles, seguido por extractos de semillas, hojas y raíces. (22)

3.1.5 Composición química de *Tagetes lucida* Cav.

El pericón ha sido muy estudiado en nuestra sociedad, de manera que en 1977 se aisló y elucidó la estructura de los alcaloides que contiene, siendo los principales: la dihidro-tagetona, posiblemente la N-fenilacetamida, alcohol cerílico, así como quinonas y cumarinas. Además contiene 3 resinas acidicas, ácido gálico, glucosa, dextrinas, pectinas, taninos, goma y sales minerales. (20)

Principalmente las hojas y flores contienen aceite esencial

compuesto de limoneno, B-ocimeno, B-cariofileno, mierceno, tagetona, dihidrotagetona, tetrahidrotagetona, esdragol, ether metílico de augenol, linalool, alilanol, anetol y dos componentes no identificados, además contiene, alcaloides, cumarinas, flavonas, glucósidos, lactonas, quinonas, saponinas, leucoantocianinas, quercetagetina, patuletina, poliacetilenos, glucósidos cianogénicos y derivados de tiofeno. (9)

3.1.6 Aspectos sobre domesticación del pericón *Tagetes lucida Cav.*

Experimentalmente, se ha evaluado la propagación sexual, pudiéndose obtener de esta manera una gran cantidad de plántulas para el establecimiento del cultivo, pues la cantidad de aquenios colectados por planta, llegada su madurez, es bastante considerable; sin embargo, hay que hacer la observación de que la germinación de los aquenios, depende del estado de madurez de los mismos, llegándose a obtener un porcentaje de germinación que varía entre 30 y 45%, en un rango de 10 a 40 días. (5)

Por otra parte, también se han obtenido buenos resultados sobre la propagación asexual, utilizando estacas de la parte media de los tallos, así como de la parte basal de plantas jóvenes con un número de 3 nudos y utilizando una estimulante del enraizamiento como ácido indolbutírico al 2%. Esta forma de propagación puede contribuir a la formación de clones que pueden considerarse valiosos para el establecimiento homogéneo del cultivo. (4)

3.1.7 Aspectos generales sobre la recolección y secado de muestras de plantas medicinales.

La época de colecta debe determinarse de acuerdo al contenido de materia activa a lo largo del ciclo vegetativo. En general, deberán ponerse a secar las plantas lo más rápidamente posible tras su recolección, para así evitar que se destruyan sus estructuras al marchitarse. (24)

Al hacer la colecta es importante considerar las características de la planta que se va a tomar, para ello se auxiliará de un análisis macroscópico, basado en las características morfológicas de la planta como tamaño, color y olor. (3)

Existen varias formas de secar el material vegetal las que varían desde el secado al aire libre hasta el uso de secadoras solares. El 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 constituye flores que se decoloran o que contienen aceites esenciales, pues pierden algunos componentes volátiles. El 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 con corriente de aire natural, evitándose la acción directa del sol. (18)

Otras dos formas de secado de materiales vegetales son el secador solar directo en el cual la cámara y el colector forman un sistema integrado en el que los productos a secar se colocan en un espacio ocupado por el colector solar. El secador solar indirecto, en el que la cámara y el colector solar son dos unidades separadas y a continuación una de la otra, el aire se calienta en el colector y luego

fluye hacia el compartimiento de secado donde se encuentra el producto a secar. (10)

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Características del área experimental.

3.2.1.1 Localización

El CEDA, de la FAUSAC, está situado al sur de la ciudad capital de Guatemala y de la ciudad universitaria. El Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, indica que está ubicado a $14^{\circ} 35' 11''$ latitud norte y $90^{\circ} 35' 58''$ longitud oeste, a una altitud media de 1,502 msnm. (11)

3.2.1.2 Clima y zonas de vida

Según el mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala, a escala 1:600,000 publicado por el Instituto Nacional Forestal, la ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Templado (Bh-st). (12)

Las condiciones climáticas registradas por el INSIVUMEH para el área de estudio son las siguientes:

- | | | |
|----|----------------------------|---|
| a. | Precipitación media anual: | 1216.2 mm distribuidos en 110 días de mayo a octubre. |
| b. | Temperatura media anual: | 18° C |
| c. | Humedad relativa (media): | 79% |
| d. | Insolación promedio: | 6.65 horas/día |
| e. | Radiación: | 0.33 cal/cm/min |

3.2.1.3 Geomorfología

El INSIVUMEH, define el valle de Guatemala como un "recipiente de

forma alargada constituido por dos cuencas hidrográficas, drenadas hacia el norte y el sur, cuyo límite constituye localmente la divisoria continental de las aguas superficiales, de orientación NO-SE. Constituye una parte del altiplano de Guatemala, formado al norte de una cadena de conos volcánicos cuaternarios, muestra un terreno de relieve moderado". (11)

3.2.1.4 Suelos

El suelo del área de estudio ha sido clasificada como Serie Guatemala, que se caracterizan por ser originados de ceniza volcánica pomacea de color claro que presenta un relieve casi plano y un buen drenaje interno; el suelo superficial es de color pardo muy oscuro, franco arcilloso, friable, de 0.3 a 0.5 m de espesor, su suelo subsuperficial es de color pardo amarillento a pardo rojizo, franco arcilloso, friable de 0.5 a 0.6 m de espesor. El declive dominante es de 0 - 2%; el drenaje a través del suelo es lento; la capacidad de abastecimiento de humedad es muy alta, el peligro de erosión es bajo, la fertilidad natural es alta y el problema especial que presentan en el manejo del suelo es el mantenimiento de la materia orgánica. (23)

El área del CEDA posee una pendiente de 4% en dirección sur; levemente erosionado, profundo, alta capacidad de retención de humedad y presenta problemas de drenaje. Es un suelo de adecuada fertilidad potencial y por su capacidad de uso de la tierra corresponde a la clase IIIa (exceso de humedad, mal drenaje o inundación). (6)

3.2.1.5 Características químicas del suelo

Para conocer el estado nutricional del suelo se realizó un muestreo del mismo, el cual fue analizado en el laboratorio de la Subárea de Manejo de Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía. Los

resultados se detallan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis químico de la muestra de suelo del área de estudio con la solución extractora de HCl 0.05 N y H₂SO₄ 0.025 N

pH	ppm		meq/100 ml		ppm				%		Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	N	C.D.			
6.7	3.62	220	10.26	5.13	2.5	3	14	90	0.46	2.6	5.13:1	9:1	27:1

FUENTE: Laboratorio de Análisis de Suelos-Agua-Planta "Ing. Salvador Castillo Orellana" Subárea Manejo de Suelos y Agua. FAUSAC.

En la interpretación del cuadro 1, se puede concluir que: el nitrógeno total está alto; el P es deficiente; el nivel de K es alto, el Ca es adecuado, el Mg está alto, pero la relación (Ca+Mg)/K, así como la relación Mg/K, están desbalanceadas, lo que provoca deficiencia de K.

4. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto de N, P, K. sobre el rendimiento de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en kg/ha en dos cortes comerciales de pericón *Tagetes lucida Cav*
2. Evaluar las interacciones de N, P, K. sobre el rendimiento de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en kg/ha en dos cortes comerciales de pericón *Tagetes lucida Cav*.

5. HIPOTESIS

1. Existe por lo menos un nivel de nitrógeno, fósforo y potasio que provoca diferencias significativas en el rendimiento de Biomasa y acumulación de nutrientes.
2. Existe al menos una interacción de nitrógeno, fósforo y potasio que provoca diferencias significativas en el rendimiento de Biomasa y acumulación de Nutrientes.

6. METODOLOGIA

6.1 FACTORES A EVALUAR

Para definir los niveles de niveles de N, P y K se consideró el análisis químico del suelo (cuadro 1). Los niveles evaluados se detallan en el cuadro 2; los centrales conforman un factorial de 8 tratamientos y para ampliar el rango de niveles de los nutrientes evaluados, se incluyeron 7 tratamientos al factorial. En el cuadro 3, se describen los tratamientos evaluados.

Las fuentes utilizadas fueron: de N (urea), de P (triple superfosfato) y de K (muriato de Potasio). En el cuadro 2, se detallan los niveles de cada uno de los factores evaluados.

Cuadro 2 Fuentes, rangos y nutrientes evaluados en el cultivo del pericón *Tagetes lucida Cav.*

FUENTE	NUTRIENTE	RANGO EN Kg/ha
Urea	Nitrógeno	0 - 150
Triple Superfosfato	Fósforo	0 - 100
Muriato de Potasio	Potasio	0 - 150

Los tratamientos evaluados resultan de la combinación de los niveles del cuadro 2 detallándose a continuación en el cuadro 3.

Cuadro 3 Tratamientos y niveles de N, P₂O₅ y K₂O en Kg/ha evaluados en el cultivo del pericón, *Tagetes lucida* Cav.

TRATAMIENTO	Kg/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	50	35	50
2	50	35	100
3	50	70	50
4	50	70	100
5	100	35	50
6	100	35	100
7	100	70	50
8	100	70	100
9	0	35	50
10	50	0	50
11	50	35	0
12	150	70	100
13	100	100	100
14	100	70	150
15	0	0	0

6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se utilizó en el siguiente estudio fue el de bloques al azar con 15 tratamientos y 3 repeticiones por cada unidad experimental.

6.3 TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

Las dimensiones de la parcela fueron las siguientes: 4.5 m de largo por 2.8 m de ancho, con un área de 12.60 m², con siete surcos de 0.40 m de separación y 0.30 m entre plantas. La parcela neta tuvo un área de 5.04 m². El número de plantas por parcela bruta fue de 105, mientras que la parcela neta consistió de 39 plantas. El número de

unidades experimentales/bloque fue de 15, el número total de unidades experimentales fue de 45, el área total del ensayo: 850.50 m²

6.4 VARIABLES DE RESPUESTA

Para dar respuesta a los objetivos e hipótesis planteados, se evaluaron las siguientes variables:

- 6.4.1 Rendimiento de biomasa en materia seca expresado en Kg/ha a 40 y 65° C en dos cortes comerciales.
- 6.4.2 Análisis químico para cuantificar el porcentaje de N, P, K, Ca y Mg que sirvió para estimar la acumulación de nutrientes.

6.5 MEDICION DE LA VARIABLE RESPUESTA

1. Se obtuvo el peso total de la biomasa de la parte aérea de la parcela neta dentro de cada unidad experimental, para estimar el peso seco se secaron las muestras a 40 y 65° C.
2. Previo al análisis químico se molió la muestra a 20 mallas, incinerada a 450 °C, para cuantificar P, K, Ca, Mg y el N por combustión húmeda, método microkjendahl.

6.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.6.1 Preparación del Semillero

Se preparó un semillero de 5 m de largo por 1.20 m de ancho y 0.20 m de alto. Previo a la siembra se aplicó un riego, posteriormente se hizo el trazo de surcos transversales. La semilla se distribuyó en los surcos, se cubrió el semillero con hojas de jaraquá habiendo germinado a los 28 días de haberse sembrado.

6.6.2 Preparación del terreno

Se inició con un paso de arado y rastra a una profundidad de 20

cm, después se trazaron las parcelas según el diseño de bloques al azar, luego se procedió a sembrar cuando las plantas del semillero tenían cuatro pares de hojas, y un tamaño de 8 cm, a los treinta días después de la germinación.

6.6.3 Trasplante

El trasplante se efectuó cuando las plántulas habían desarrollado cuatro pares de hojas en el semillero. Se sembró a 0.30 m entre plantas y 0.40 m entre surcos. Se aplicó riego después de haberse efectuado la actividad, asegurando de ésta manera un buen porcentaje de pegue.

6.6.4 Fertilización

La primera fertilización se realizó a los 5 días después del trasplante, aplicando 100% de fósforo y potasio; y 50% de nitrógeno. La segunda aplicación de nitrógeno se realizó al emitir la planta sus primeras ramas laterales a los 45 días después del trasplante, aplicando el otro 50% de nitrógeno.

6.6.5 Cosecha

El primer corte se efectuó cuando la plantación alcanzó un 50% de floración a los 75 días después del trasplante. El segundo se realizó 90 días después del primer corte. El corte del material vegetal, su lavado y secado se realizó de manera inmediata y simultánea. El corte de las plantas se realizó dejando 10 cm del tallo sobre el suelo, para que los nuevos brotes vegetativos dieran una mejor área de cobertura.

Para el rendimiento de biomasa de materia seca (Kg/ha), de cada corte comercial, se realizó el análisis de varianza de 8 y 15 tratamientos de acuerdo al modelo matemático lineal.

Para los niveles de los factores en los que existió diferencia significativa, se realizó la prueba de comparación múltiple de medias con el estadístico de Tukey a un nivel de significancia del 5% y contrastes ortogonales.

Los modelos matemáticos lineales que sirvieron de base para efectuar el análisis de varianza de las variables evaluadas fueron las siguientes:

a. Para ocho tratamientos con estructura factorial.

$$Y_{jklm} = U + B_k + N_j + P_m + K + (NP)_{jm} + K_{j1} + K_{m1} + K_{jm1} + E_{jklm}$$

Donde:

$$\begin{aligned} j &= 0, 50, 100, 150 \text{ Kg de N/ha} \\ k &= 1, 2, 3 \text{ repeticiones} \\ l &= 0, 35, 70, 100, \text{ Kg } P_2O_5/\text{ha} \\ m &= 0, 50, 100, 150 \text{ Kg de } K_2O/\text{ha} \end{aligned}$$

Y_{jklm} = Variable de respuesta de la jklm-ésima unidad experimental

U = valor de la media general

B_k = efecto del k-ésimo bloque

N_j = efecto del j-ésimo nivel de nitrógeno

P_m = efecto del m-ésimo nivel de fósforo

K = efecto del l-ésimo nivel de potasio

$(NP)_{jm}$ = efecto de la interacción entre el j-ésimo nivel de nitrógeno y el m-ésimo nivel de fósforo

$(PK)_{m1}$ = efecto de la interacción entre el m-ésimo nivel de fósforo y el l-ésimo nivel de potasio

$(NK)_{j1}$ = efecto de la interacción entre el j-ésimo nivel de nitrógeno y el l-ésimo nivel de potasio y el m-ésimo nivel de fósforo

$(NPK)_{jm1}$ = efecto de la interacción entre el j-ésimo nivel de nitrógeno, el m-ésimo nivel de fósforo y el l-ésimo nivel de potasio

nitrógeno, m-ésimo nivel de fósforo y el l-ésimo nivel de potasio

E_{jklm} = Error debido al jklm-ésima observación

b. Para 15 tratamientos que incluyen los 7 tratamientos adicionales.

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

i = 1,2,...15 tratamiento
 j = 1,2,3, bloque
 Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij-ésima unidad experimental
 u = valor de la media general
 T_i = efecto del i-ésimo tratamiento
 B_j = efecto del j-ésimo bloque
 E_{ij} = error experimental asociado a la ij-ésima observación

7. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados de rendimiento de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg, en dos cortes comerciales en el cultivo de pericón *Tagetes lucida Cav.*

- a. Rendimiento de biomasa en materia seca, acumulación de N, P, K, Ca, Mg, en el primer corte, 75 días después del trasplante.
- b. Rendimiento de biomasa en materia seca, acumulación de N, P, K, Ca, Mg, en el segundo corte, 90 días después del primer corte.

7.1 Rendimiento de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg, en el primer corte 75 después del trasplante.

Cuadro 4 Análisis de varianza del rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en Kg/ha por efecto de N, P₂O₅, K₂O. Primer corte, pericón *Tagetes lucida Cav.* Ocho tratamientos. CEDA 1994.

F.V	G.L	BIOMASA				ACUMULACION DE NUTRIENTES Kg/ha									
		40°C		65°C		N		P		K		Ca		Mg	
		Fc	Pr>Fc	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
N	2	0.11	0.75	0.14	0.70	0.16	0.69	0.25	0.62	0.26	0.61	1.62	0.22	0.99	0.33
P	1	0.59	0.43	0.81	0.38	1.39	0.25	1.92	0.18	4.0	0.06	1.94	0.18	2.91	0.10
K	1	0.29	0.59	0.29	0.59	0.39	0.54	0.05	0.82	0.39	0.54	0.0	0.98	0.18	0.68
N x P	1	4.74	0.04	4.77	0.04	4.40	0.05	2.82	0.11	5.12	0.04	4.30	0.05	4.20	0.05
N x K	1	0.23	0.64	0.25	0.62	0.41	0.53	0.27	0.61	0.14	0.71	0.31	0.54	2.01	0.17
P x K	1	0.44	0.51	0.54	0.47	0.41	0.54	0.27	0.61	0.14	0.71	0.31	0.54	0.53	0.48
NxPxK	1	0.11	0.74	0.10	0.76	1.08	0.31	0.14	0.71	0.00	0.95	0.27	0.60	0.08	0.78
Error	14														
TOTAL	23														
C.V. %		20.44		20.58		22.9		27		22		22		20	

FV = Fuentes de Variación.

G.L. = Grados de libertad.

En el cuadro 4, se observa que en el primer corte existe efecto significativo por la interacción de nitrógeno y fósforo sobre el rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65° C. así como para la acumulación de N, K y Ca, es decir, que el cultivo requiere de nitrógeno y fósforo en esta etapa ya que a esta edad no tiene desarrollado su sistema radicular.

Al relacionar los resultados de rendimiento de biomasa en materia seca, y acumulación de N, P, K, Ca; con el contenido de nutrientes del suelo (cuadro 1), el contenido de fósforo, a pesar de que se encuentra deficiente en el suelo, está por debajo del nivel crítico establecido por el ICTA (10), se puede inferir que la significancia se debe a que el contenido de fósforo es deficiente. Además se puede indicar que el cultivo crece en condiciones silvestres, climas, suelos adversos, y posee un sistema radicular profundo y es exigente en nitrógeno.

Cuadro 5 Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, k, Ca, en la planta en Kg/ha y concentración de nutrientes en porcentaje, por efecto de la interacción de N y P y la prueba de medias con el estadístico de tukey. Primer corte, pericón *Iagetes lucida* Cav. Ocho tratamientos. CEDA, 1994.

Kg/ha		BIOMASA EN Kg/ha		ACUMULACION Y CONCENTRACION DE NUTRIENTES					
N	P ₂ O ₅	40 °C	65 °C	N (kg/ha)	% N	K (kg/ha)	% K	Ca (kg/ha)	% Ca
50	35	956 b	870 a	20 a	2.29 a	25 a	2.87 a	6.83 a	0.78 a
50	70	851 a	783 a	19 a	2.4 a	24 a	3.05 a	6.43 a	0.88 a
100	35	769 b	695 b	16 b	2.3 b	20 b	2.87 b	4.89 b	0.70 b
100	70	989 a	906 a	22 c	2.4 a	30 a	3.31 a	6.90 a	0.70 b

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el cuadro 5, se aprecia que el mayor rendimiento de biomasa en materia seca se obtiene con la aplicación de 100 kg N/ha y 70 Kg

P_2O_5K/ha , el menor rendimiento con la aplicación de 100 Kg N/ha y 35 Kg P_2O_5/ha , y además se puede apreciar que la aplicación de nitrógeno y fósforo en proporción 1:0.7, se obtienen los mayores rendimientos, y cuando esta relación varía, disminuye el rendimiento de biomasa en materia seca. Este comportamiento es similar con la acumulación de N, P, K, Ca y Mg.

Además, se puede indicar que el fósforo limita el rendimiento de biomasa en materia seca, cuando se aplica 100 Kg N/ha y 35 Kg P_2O_5/ha , se produce el menor rendimiento en comparación con el tratamiento de 100 Kg N/ha y 70 Kg P_2O_5/ha .

Para los porcentajes de nutrientes en la planta, el nitrógeno se mantiene entre 2.29 - 2.40, el potasio entre 2.87 - 3.31 y el calcio entre 0.70 - 0.88.

Cuadro 6 Análisis de varianza del rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en Kg/ha por efecto de N, P_2O_5 , K_2O . Primer corte, pericón *Tagetes lúcida Cav.* Quince tratamientos. CEDA, 1994.

F.V	GL	BIOMASA				ACUMULACION DE NUTRIENTES kg/ha									
		40°C		65°C		N		P		K		Ca		Mg	
		Fc	Pr>Fc	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
R	2														
T	14	0.81	0.65	0.85	0.62	1.58	0.14	0.83	0.63	1.62	0.13	0.92	0.55	0.94	0.53
Error	28														
TOTAL	44														
C.V. %		19		19		20		25		19		20		22	

R = Repetición

T = Tratamiento

En el cuadro 6 se aprecia el análisis de varianza para el

rendimiento de biomasa expresada en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en kg/ha, en el primer corte como puede observarse no existe diferencia estadística significativa, por efecto de los niveles de N, P_2O_5 y K_2O evaluados para el rendimiento de biomasa y acumulación de nutrientes en kg/ha, con un coeficiente de variación que oscila entre 19 - 22%.

Cuadro 7 Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca y Mg en kg/ha por efecto de N, P_2O_5 , K_2O . Contrastes ortogonales. Primer corte, pericón *Tagetes lucida* Cav. CEDA, 1994.

Nut	Niveles	BIOMASA				ACUMULACION DE NUTRIENTES Kg/ha									
		40°C		65°C		N		P		K		Ca		Mg	
		Fc	Pr>Fc	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
N	0-50	1.63	0.21	1.5	0.23	3	0.09	1.04	0.31	0.28	0.6	2.43	0.13	2.2	0.14
	100-150	0.49	0.48	0.53	0.47	0.00	0.97	0.63	0.43	0.19	0.66	0.04	0.84	0.12	0.73
P_2O_5	0-35	0.11	0.74	0.14	0.71	3.03	0.09	0.13	0.72	0.13	0.72	0.03	0.85	0.00	0.95
	70-100	0.89	0.35	1.28	0.26	1.28	0.26	0.71	0.4	4.07	0.05	1.98	0.17	2.04	0.16
K_2O	0-50	0.12	0.75	0.09	0.76	1.45	0.25	0.32	0.57	0.68	0.77	0.28	0.59	0.31	0.58
	100-150	2.16	0.15	2.32	0.13	2.95	0.09	0.55	0.46	3.75	0.06	0.03	0.86	1.78	0.19
Testigo comparado con aplicaciones de nutrientes		0.04	0.84	0.02	0.88	0.15	0.69	1.18	0.18	1.22	0.27	0.00	0.98	0.5	0.48

Nut = Nutriente

En el cuadro 7 se observa que al comparar los niveles inferiores y superiores de N, P_2O_5 , K_2O para el rendimiento de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg, no existe diferencia significativa, aunque se aprecia en el cuadro 4 que si hay efecto significativo por la interacción de N x P para el rendimiento de biomasa expresado en materia seca y acumulación de N, K, Ca.

7.2 Rendimiento de biomasa expresada en materia seca y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en el segundo corte, 90 días después del primer corte.

Cuadro 8 Análisis de varianza del rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en kg/ha por efecto de N, P₂O₅, K₂O. Segundo corte, pericón *Tagetes lucida* Cav. Ocho tratamientos. CEDA, 1994.

F.V. R	G.L. 2	BIOMASA				ACUMULACION DE NUTRIENTES kg/ha									
		40°C		65°C		N		P		K		Ca		Mg	
		Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
N	2	1.82	0.2	1.90	0.18	4.61	0.04	2.72	0.12	0.34	0.56	0.31	0.58	0.00	0.98
P	1	0.06	0.80	0.09	0.76	0.48	0.50	0.49	0.49	1.08	0.31	0.18	0.67	0.27	0.61
K	1	8.32	0.01	8.32	0.01	5.23	0.03	6.32	0.02	9.52	0.01	3.53	0.08	5.71	0.03
N x P	1	0.70	0.41	0.46	0.50	0.65	0.43	3.06	0.10	0.64	0.43	0.42	0.52	1.39	0.25
N x K	1	0.14	0.71	0.14	0.71	0.00	0.95	0.00	0.95	0.53	0.47	0.72	0.41	0.89	0.36
P x K	1	1.54	0.23	1.85	0.19	1.21	0.28	0.22	0.64	0.80	0.38	0.59	0.45	1.51	0.23
NxPxK	1	0.58	0.45	0.49	0.49	1.57	0.23	1.02	0.32	1.05	0.32	0.34	0.56	0.00	0.98
Error	14														
TD TAL	23														
C.V. %		19.95		19.81		21.92		31.46		24.04		19.06		20.31	

En el cuadro 8 se aprecia el análisis de varianza para el rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en kg/ha. Se puede indicar que para el segundo corte existe efecto significativo de la aplicación de nitrógeno sobre la acumulación de N, así mismo de la aplicación de potasio sobre el rendimiento de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, K y Mg.

La respuesta a la aplicación de potasio se atribuye a las relaciones (Ca+Mg)/K y Mg/K que se encuentran desbalanceadas en el suelo (cuadro 1);

en el primer corte, no se observa respuesta al potasio (cuadro 4), se puede atribuir al poco desarrollo de la planta.

Cuadro 9 Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C, acumulación y concentración de nitrógeno en la planta por efecto de nitrógeno aplicado al suelo. Segundo corte, Pericón, *Tagetes lucida* Cav. CEDA. 1994.

Kg N/ha	Biomasa Kg/ha	Acumulación de N	% N
50	4804	157.44 b	3.29 b
100	5372	190.92 a	3.55 a

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad con el estadístico de Tukey.

En el cuadro 9 se observa que la mayor acumulación de N en kg/ha se obtuvo con la aplicación de 100 kg N/ha, además esto correlaciona con la mayor producción de biomasa en materia seca y mayor acumulación de nitrógeno, debido a la mayor producción de biomasa.

Cuadro 10. Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C, acumulación de N, P, K, Mg en kg/ha y porcentaje de N, P, K, Mg por efecto de K₂O aplicado al suelo. Segundo corte Pericón *Tagetes lucida* Cav. CEDA 1994.

Kg K ₂ O/ha	BIOMASA		ACUMULACION Y CONCENTRACION DE NUTRIENTES							
	40°C	65°C	N(kg/ha)	%	P(kg/ha)	%	K (kg/ha)	%	Mg (kg/ha)	%
50	6203.3 a	5882.2 a	192 a	3.42	14.45 a	0.25	154.2 a	3.41	13.63	0.25
100	4899.2 b	4995.0 b	156.36c	3.37	10.43 b	0.23	143.16 b	3.19	11.17	0.24

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad con el estadístico de Tukey.

En el cuadro 10 se observa que al aplicar 50 kg de K₂O/ha se

obtiene un mayor rendimiento de biomasa en materia seca, mientras que al aplicar 100 Kg K_2O /ha el rendimiento disminuye de 6203.0 a 4899.2 Kg/ha.

Así también la acumulación y la concentración de nutrientes aumenta en comparación con la aplicación de 100 Kg de K_2O /ha, lo cual nos indica que a pesar de que en el suelo el contenido de potasio es de 220 ppm la planta responde a las aplicaciones de potasio.

Cuadro 11 Análisis de varianza del rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en Kg/ha por efecto de N, P_2O_5 , K_2O . Segundo corte, pericón *Tagetes lucida* Cav. Quince tratamientos. CEDA, 1994.

F. V.	G.L	BIOMASA				ACUMULACION DE NUTRIENTES Kg/ha									
		40°C		65°C		N		P		K		Ca		Mg	
		Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
R	2														
T	14	1.2	0.3	1.16	0.35	1.71	0.1	1.39	0.22	0.91	0.55	0.49	0.91	1.02	0.4
Error	28														
TOTAL	44														
C.V. %		19				22		26		26		21		21	

R = Repetición
T = Tratamiento

En el cuadro 11 se observa el análisis de varianza para el rendimiento de biomasa en materia seca a 40 y 65 °C y acumulación de N, P, K, Ca, Mg en Kg/ha por efecto de N, P_2O_5 y K_2O en el cual se aprecia que no existe diferencia significativa por efecto de tratamientos evaluados y los coeficientes de variación de las variables evaluadas se encuentran dentro de un rango de 19 a 21%.

Cuadro 12 Comparación de rendimiento promedio de biomasa en materia seca y acumulación de N, P, Ca y Mg en kg/ha por efecto de N, P₂O₅, K₂O contrastes ortogonales. Segundo corte, pericón *Tagetes lúcida* Cav. CEDA, 1994.

Nu- triente	Niveles	BIOMASA				ACUMULACION DE NUTRIENTES Kg/ha									
		40°C		65°C		N		P		K		Ca		Mg	
		Fc	Pr>Fc	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
N	0-50	0.00	0.94	0.00	0.98	0.85	0.4	0.23	0.63	0.03	0.86	0.28	0.6	1.77	0.19
	100-150	0.00	0.98	0.00	0.95	0.01	0.9	0.21	0.65	0.0	0.99	0.02	0.89	0.01	0.91
P ₂ O ₅	0-35	0.10	0.75	0.07	0.79	2.08	0.1	0.14	0.71	0.1	0.75	1.18	0.28	0.06	0.81
	70-100	0.4	0.53	0.47	0.49	0.78	0.4	0.1	0.74	0.37	0.54	0.02	0.89	2.19	0.15
K ₂ O	0-50	2.1	0.15	1.86	0.18	2.34	0.1	2.25	0.14	1.0	0.32	1.76	0.19	1.78	0.19
	100-150	4.11	0.05	3.99	0.05	5.95	0.02	1.99	0.16	2.85	0.1	0.82	0.37	3.1	0.08
Testigo comparado con aplicaciones de nutrientes		0.35	0.56	0.4	0.53	0.18	0.7	0.36	0.55	0.1	0.75	0.09	0.76	0.00	0.94

En el cuadro 12, se observa que no existe diferencia significativa para cada una de las comparaciones de los niveles de N y P evaluados sobre el rendimiento de biomasa en materia seca y acumulación de nutrientes. Mientras que para el P la aplicación de 100-150 kg/ha incrementa el rendimiento de biomasa y la acumulación de nutrientes.

1. En el primer corte existe interacción por la aplicación de N y P_2O_5 , obteniéndose el mayor rendimiento de biomasa en materia seca de 906 Kg/ha con la aplicación de 100 Kg N/ha y 70 Kg P_2O_5 /ha.

2. Para el segundo corte, el cultivo de pericón responde a la aplicación de potasio cuando el nivel de éste en el suelo es de 220 ppm y se hace necesario aplicar 50 Kg K_2O /ha para obtener un rendimiento de biomasa en materia seca de 5882.2 Kg/ha.

3. Para el primer corte existe interacción de N y P sobre la acumulación de N, K y Ca. La mayor acumulación se obtuvo con la aplicación de 100 Kg N/ha y 70 Kg P_2O_5 /ha.

4. Para el segundo corte existe efecto por la aplicación de K sobre la acumulación de N, P, K, Mg y se obtuvo la mayor acumulación con la aplicación de 50 Kg K_2O /ha.

9. RECOMENDACIONES

1. Para condiciones edáficas y climáticas similares a las del área en la que se realizó la presente investigación, se recomienda aplicar 100 Kg N/ha y 70 Kg P_2O_5 /ha cuando el suelo contiene 3.62 ppm de fósforo y 50Kg K_2O /ha aún cuando el suelo contiene 220 ppm de K.
2. Para investigaciones que se realicen posteriormente, se recomienda evaluar el rendimiento de biomasa en materia seca en varios cortes hasta observar cuándo la producción de biomasa decrece, al someter a la planta a cortes sucesivos; así como, evaluar la frecuencia de aplicación de N.

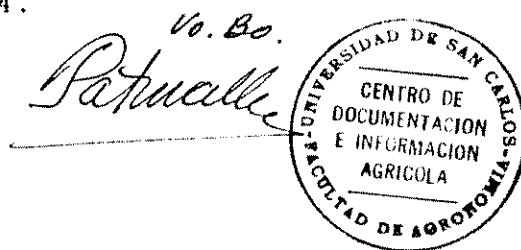
10. BIBLIOGRAFIA

1. BARILLAS ARAGON, C.L. 1995. Determinación de la concentración y rendimiento del aceite esencial y 7-metoxicumarina en 5 estados de desarrollo del pericón en la Alameda, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 86 p.
2. CACERES, A. et al. 1990. Plants used in Guatemala for the treatment of gastrointestinal disorders. Guatemala, CEMAT. p. 55-74.
3. CIULET, I. 1975. Metodology for analysis of vegetables drugs. Bucarest, Ed. Bucarest. p. 11-47.
4. COMITE NACIONAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LAS PLANTAS MEDICINALES (Gua). 1991. Propuesta de Farmacopea Vegetal guatemalteca. Guatemala. 8 p.
5. _____. 1992. Informe del consultor nacional; proyecto US/Gua/84/282. Guatemala. 7 p.
6. CORDON SOSA, E.N. 1991. Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 137 p.
7. CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of clasification of flowering plants. Miami, Florida, EE.UU., Columbia University. 525 p.
8. DIAZ ROMEU, R. 1978. Metodología de muestreo de suelos; análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigaciones de invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 68 p.
9. FERNANDEZ CARDONA, H.R. 1992. Etnobotánica de los recursos fitogenéticos de uso medicinal presentes en ocho municipios del área de influencia Mam, del departamento de Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 275 p.

10. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1990. Tecnología de deshidratación y construcción de cámaras para deshidratación de vegetales con énfasis en plantas medicinales. Guatemala. 54 p.
11. _____ . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Tarjetas de registro climático de la estación central de los años 1937-1990. Guatemala.

Sin publicar.
12. _____ . INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida de la República de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
13. HAMMES, K.S. 1969. Experience with plant analysis in vegetable crops production. In Proceedings from a symposium on planta analysis. Alabama, EE.UU., Ed. Research and Develop Division. p. 114-127.
14. HOWELER, R.H. 1974. Análisis foliar de algunos cultivos tropicales. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 20 p.
15. LAGUNEST, T. et al. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 203 p.
16. MELLEN, G.A. 1974. Plantas medicinales de Centro América. Guatemala, International Yoga Asociation. 7 p.
17. MORTON, J.F. 1981. Atlas of medicinal planta of Middle America, Bahamas to Yucatán. Springfield, Illinois, EE.UU., Charles C. Thomas Publisher. v.2, 1333 p.
18. MUÑOZ, F. 1987. Plantas medicinales y aromáticas; estudio, cultivo y procesado. Madrid, España, Ed. Mundiprensa. p. 39-57, 311-320.
19. ORTIZ MARTINEZ, S.D. 1977. Aislamiento y elucidación de la estructura de los alcaloides del pericón *Taqetes lúcida Cav.* Tesis Químico Farmacéutico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 28 p.

20. ORTIZ MOTA, D.O. 1992. Determinación de la acción antiespasmódica del aceite esencial de *Tagetes lúcida Cav.* (pericón) y del extracto alcohólico de *Psidium quajaba* (quayaba) obtenidos en la planta piloto de ingeniería química (T-3 Facultad de Ingeniería. USAC). Tesis Químico Farmacéutico. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 49 p.
21. 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. 107 p.
22. SIDDIQUI, M.A.; ALLAM, M.M. 1988. Toxicity of diferent plants parts of *Tagetes lúcida* to plant parasitic nematodes. Aliqarth, India, Aliqarth Muslim University, Dep. Botany. p. 181-185.
23. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
24. VOLAK, J.; et al. 1989. Plantas medicinales. 2a. ed. Checoslovaquia, Ed. Susaeta. p. 25-33.
25. WILLIAM, L.O. 1976. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 24. pte. 12. p. 383-384.



11. APENDICE

11.1 METODOLOGIA DE ANALISIS FOLIAR

El análisis foliar determina el contenido total de nutrientes en planta, mientras que el análisis de suelos determina el contenido de nutrimentos disponibles para la planta. El análisis foliar puede ser uno de los métodos más efectivos para diagnosticar problemas nutricionales de las plantas. (14)

En la producción vegetal, el análisis foliar es similar a obtener cosechas con la producción agrícola. Para obtener un máximo beneficio del análisis de una planta, deben tenerse consideraciones de cuidado, para que se de la selección de muestras, tiempo de muestreo, variedad, densidad de plantas, efectos estacionales, contaminación, etc. (13)

Algunos factores importantes para el análisis foliar, son: "Toma de muestras: el mejor tiempo para la toma de muestras es cuando las plantas se han desecado después de la lluvia. En parcelas de ensayos, se debe tomar muestras de los surcos centrales para evitar el efecto de borde. Lavado de muestras: para determinar la necesidad de lavar las muestras, es necesario conocer el grado de contaminación y la condición de la muestra, además de los elementos a determinar. Se lavan las muestras frescas y húmedas en una solución de 1 gramo de detergente que no contenga mucho fósforo, por litro de agua: se enjuagan con agua corriente y después con agua destilada. Secado de muestras: esto se hace para evitar que las muestras sigan respirando y por lo consiguiente, cambiando su contenido de materia seca. Es importante secarlas en estufa tan pronto como sea posible, a una temperatura de 65 °C durante 24 a 48 horas. Molido de muestras: cuando las muestras

están secas, se muelen en un molino tipo Wiley. Conservación de las muestras: las muestras se deben guardar en bolsas plásticas bien cerradas para evitar problemas de humedad. (14)

11.2 ANALISIS FITOQUIMICO

Las muestras vegetales se secaron en horno de convección a 40 y 65 °C por 48 horas, ya secas fueron molidas en un tamiz de 20 mallas y guardadas en bolsas para el análisis químico, digestión seca y la cuantificación de P, K, Ca y Mg de acuerdo a la metodología propuesta por Diaz y Hunter (6), que se detalla en el cuadro siguiente. El nitrógeno por digestión húmeda, por el método microkjendahl.

Cuadro 1. Métodos para la determinación de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

ELEMENTO DETERMINADO	METODO	REFERENCIA
Nitrógeno	Digestión húmeda	Diaz y Hunter (1978)
	Micro Kjendahl	
Fósforo	Colorímetro	Diaz y Hunter (1978)
Potasio	Espectofotometría	Diaz y Hunter (1978)
Calcio	Espectofotometría	Diaz y Hunter (1978)
Magnesio	Espectofotometría	Diaz y Hunter (1978)



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

Ref. Sem.054-95

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE N, P Y K SOBRE LA PRODUCCION DE BIOMASA EN MATERIA SECA Y LA ACUMILACION DE N,P,K, Ca Y Ng EN DOS CORTES COMERCIALES DE PERICON Tagetes Lucida Cav. EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMIA".

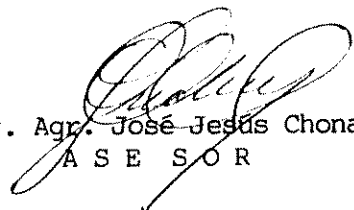
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARIA DOLORES MONROY RAMOS DE QUIÑONEZ

CARNET No.: 37599

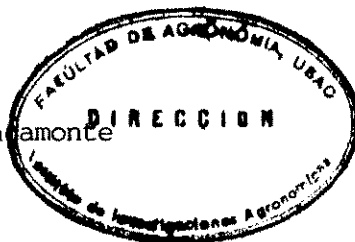
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Fernando Rodríguez
 Ing. Agr. Anibal Sacabajá

Los Asesores 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.

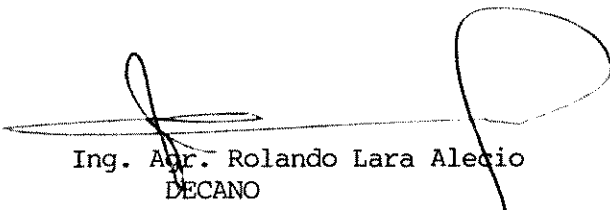

 Ing. Agr. Myrna Herrera
 ASESOR


 Ing. Agr. José Jesús Chonay
 ASESOR


 Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bramante
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DECANO



cc:Control Académico
 Archivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

FR/prr.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770