

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE CINCO NIVELES DE N, P₂O₅, K₂O Y BAGAZO
EN TE DE LIMON

(*Cymbopogon flexuosus* Stapf)

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

GUILLERMO ALFREDO PONCE SCHLEEHAUF

Al conferírsele el Título de

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, MAYO DE 1985

D. L.
01
T(819)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

DECANO	Ing. Agr. CESAR CASTAÑEDA
VOCAL 1o.	Ing. Agr. OSCAR LEIVA
VOCAL 2o.	Ing. Agr. GUSTAVO MENDEZ
VOCAL 3o.	Ing. Agr. ROLANDO LARA
VOCAL 4o.	P. A. LEOPOLDO JORDAN
VOCAL 5o.	P. A. AXEL GOMEZ
SECRETARIO	Ing. Agr. RODOLFO ALBIZURES

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO	Dr. ANTONIO SANDOVAL
EXAMINADOR	Ing. Agr. GUSTAVO MENDEZ
EXAMINADOR	Ing. Agr. GUSTAVO HERRERA
EXAMINADOR	Ing. Agr. FREDY HERNANDEZ OLA
SECRETARIO	Ing. Agr. CARLOS FERNANDEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Abrilado Postal: No. 1543

MATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....

Asunto.....

22 de mayo de 1985

Ingeniero
César A. Castañeda S.
Decano Facultad de Agronomía
Presente

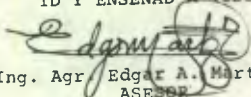
Señor Decano:

Por este medio tengo el agrado de informarle que he concluido el asesoramiento y la revisión del documento final del trabajo de tesis titulado: "EVALUACION DE CINCO NIVELES DE N, P₂O₅, K₂O Y BAGAZO EN TE DE LIMON (Cymbopogon flexuosus Stapf)", del estudiante Guillermo Alfredo Ponce Schieehauf.

Considero que dicho trabajo constituye un valioso aporte para resolver los problemas de la fertilización en té de limón.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr Edgar A. Martínez T.
ASESOR

EAMT/tdev.

Guatemala, mayo de 1985

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con 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:

“EVALUACION DE CINCO NIVELES DE N, P₂O₅, K₂O Y BAGAZO DE TE DE LIMON (Cymbopogon flexuosus Stapf)”.

Como requisito a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas,

Deferentemente,

GUILLERMO ALFREDO PONCE SCHLEEHAUF

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES ENRIQUE PONCE PONCE
 ELVIRA SCHLEEHAUF

A MIS HERMANOS HAROLD ENRIQUE
 MARIO RENE
 LUIS ROBERTO
 ROSA MARIA
 RINA CLAUDETT
 RODOLFO ARTURO

A MI ESPOSA MARGARITA ELIZABETH LIRA
 CON TODO MI AMOR

A MI HIJO JOSE GUILLERMO

A MIS CUÑADOS Y CUÑADAS

A MIS SOBRINOS Y SOBRINAS

A MIS TIOS Y PRIMOS

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS EN ESPECIAL

A LA FAMILIA SOLIS GARCIA
A LA FAMILIA MORALES PADILLA
A LA FAMILIA AGUILAR MORAN
A LA FAMILIA BRAN LIRA
A MIS AMIGOS DE LA SEXTA PROMOCION
DEL COLEGIO ALFREDO NOBEL
AL LICENCIADO REGINALDO SIERRA
A KARIN SPIEGELER

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A TODO CAMPESINO QUE LUCHA POR MEJORAR NUESTRA
AGRICULTURA

A LA MEMORIA DE MI ABUELO FRIEDRICH SCHLEEHAUF

AGRADECIMIENTOS

- A. Mi asesor Ing. Agr. Msc. Edgar A. Martínez Tambto por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.
- A. Ing. Químico Oscar Humberto Jiménez García, Jefe del Laboratorio de Suelos y Nutrición Mineral de la Asociación Nacional del Café por su colaboración prestada para la realización de la presente investigación.
- A. Rafael Morales, por su valiosa colaboración y decidido apoyo a la presente investigación.
- Al. Se. Héctor Aguilar, por su colaboración para la realización de la presente investigación.
- A. Mi esposa por su paciente colaboración por el trabajo mecanográfico.
- A. Mi hermano, Rodolfo Arturo por su colaboración en la presente investigación.
- A. Todo el personal de la Finca San Agustín Ixtacapa, en especial a los Srs. Carlos Escobedo, Carlos Valdes, Mario García y Narciso Mejía por su valiosa colaboración en el trabajo de campo y fábrica.
- A. La Asociación de Productores de Aceites Esenciales (A.P.A.E.) por el préstamo del equipo de extracción de aceite.
- Al. Ing. Agr. Msc. José Chonay, catedrático de la Facultad de Agronomía por su colaboración a la presente investigación.
- A. Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de la presente investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
LISTA DE CUADROS	I
LISTA DE FIGURAS	III
RESUMEN	IV
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
3. HIPOTESIS	5
4. REVISION DE LITERATURA	7
4.1 Fertilización foliar en té de limón	7
4.2 Fertilización orgánica e inorgánica en té de <u>li</u> món	7
4.2.1 Fertilización química en té de limón	8
4.2.2 Fertilización orgánica en té de limón	11
4.2.3 Fertilización química más orgánica en té de limón	12
4.3 Forma de aplicación de los fertilizantes <u>granu</u> lados en té de limón	13
5. MATERIALES Y METODOS	15
5.1 Descripción del sitio experimental	15
5.1.1 Condiciones climáticas	15
5.1.2 Condiciones del suelo	

	Página
5.2 Factores y niveles estudiados	16
5.2.1 Factores	16
5.3 Fuentes de nutrientes	17
5.4 Tratamientos	17
5.5 Época y forma de aplicación de los fertilizantes químicos	19
5.6 Diseño experimental	19
5.6.1 Tamaño de parcela y parcela útil	19
5.7 Material experimental	19
5.8 Manejo del ensayo	19
5.8.1 Preparación del suelo y aplicación del bagazo	19
5.8.2 Siembra	20
5.8.3 Cuidados culturales	22
5.9 Evaluaciones	22
5.9.1 Cortes	22
5.9.2 Extracción del aceite	22
5.10 Variables evaluadas	23
5.10.1 Rendimiento de materia seca	23
5.10.2 Rendimiento de aceite	23
5.11 Análisis de la información	23
5.11.1 Análisis de varianza para el <u>rendimiento</u> de materia seca	23

	Página
5.11.2 Análisis de varianza para el rendimiento de aceite	23
6. RESULTADOS Y DISCUSION	25
6.1 Rendimiento de materia seca de té de limón	25
6.1.1 Respuesta a nutrimentos	25
6.2 Rendimiento de aceite de té de limón	31
6.2.1 Respuesta a nutrimentos	31
6.3 Efecto de la fertilización química y orgánica sobre el rendimiento de materia seca y aceite de té de limón	37
6.4 Análisis económico	38
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
8. BIBLIOGRAFIA	43
9. APENDICE	45

LISTA DE CUADROS

EN EL TEXTO

Página

Cuadro No. 1	Resultados de laboratorio de 3 muestras compuestas de suelo correspondientes a 3 repeticiones	16
Cuadro No. 2	Resultados del análisis de muestra de <u>ba</u> gazo de té de limón semidescompuesto	17
Cuadro No. 3	Tratamientos de acuerdo con la matriz Plan Puebla II	18
Cuadro No. 4	Rendimiento de materia seca y aceite de té de limón en 30 tratamientos de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O y M.O.	27
Cuadro No. 5	Rendimiento de aceite de té de limón y porcentaje de citral promedio de dos <u>cor</u> tes en 30 tratamientos de fertilización química y orgánica	33
Cuadro No. 6	Rendimiento de materia seca y aceite de té de limón en diferentes tipos de fertilización	38

EN EL APENDICE

Cuadro 1 A	Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca en el primer corte de té de limón	45
Cuadro 2 A	Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca en el segundo corte de té de limón	46

Cuadro 3 A	Análisis de varianza para el rendimiento de aceite en el primer corte de té de limón	47
Cuadro 4 A	Análisis de varianza para el rendimiento de aceite en el segundo corte de té de limón	48
Cuadro 5 A	Análisis químico del suelo después de l último corte de té de limón en 30 tratamientos de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O y M.O.	49

LISTA DE FIGURAS

EN EL TEXTO	<u>Página</u>
Figura No. 1 Tamaño de la Unidad Experimental	21
Figura No. 2 Efecto del N sobre el rendimiento de materia seca de té de limón en el primer corte	28
Figura No. 3 Efecto del P_2O_5 sobre el rendimiento de materia seca de té de limón en el primer corte	28
Figura No. 4 Efecto del K_2O sobre el rendimiento de materia seca de té de limón en el primer corte	29
Figura No. 5 Efecto de la M.O. sobre el rendimiento de materia seca de té de limón en el primer corte	30
Figura No. 6 Efecto del N sobre el rendimiento de aceite de té de limón en el primer corte	34
Figura No. 7 Efecto del P_2O_5 sobre el rendimiento de aceite de té de limón en el primer corte	34
Figura No. 8 Efecto del K_2O sobre el rendimiento de aceite de té de limón en el primer corte	35
Figura No. 9 Efecto de la materia M.O. sobre el rendimiento de aceite de té de limón en el primer corte	36

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la finca San Agustín Ixtacapa, localizada en el municipio de San Antonio, Suchitpéquez. Los objetivos fueron determinar los niveles óptimos agronómicos y económicos de N, P_2O_5 , K_2O y bagazo de té de limón sobre el rendimiento de materia seca y aceite en el cultivo de té de limón y determinar el efecto de los fertilizantes químico y orgánico sobre el rendimiento de materia seca y aceite de té de limón.

Se evaluaron 5 niveles de cada factor; nitrógeno: 50, 150, 200, 250 y 300, fósforo: 70, 100, 135, 170 y 200, potasio: 25, 50, 75, 100 y 125, todo en kg/ha, para M.O.: 3.6, 21.6, 36, 57.6 y 68.4 ton./ha.

El diseño de tratamientos se realizó utilizando la matriz Plan Puebla II, obteniéndose 30 tratamientos, los cuales se dispusieron en un diseño de Lattice Rectangular 5 x 6 con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron rendimiento de materia seca y aceite en dos cortes.

De acuerdo con los resultados obtenidos, no hubo significancia estadística para las dos variables evaluadas. Sin embargo, el mejor rendimiento de materia seca se obtuvo con el tratamiento de 250 kg de N/ha, 200 kg de P_2O_5 /ha, 100 kg de K_2O /ha y 57.6 ton de M.O./ha y para rendimiento de aceite fue el tratamiento de 150 kg de N/ha, 100 kg de P_2O_5 /ha, 50 kg de K_2O /ha y 57.6 ton. de M.O./ha. Concluyéndose que bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio, no hubo respuesta a los fertilizantes inorgánicos y materia orgánica, debido probablemente al estado nutricional del suelo, recomendando se el testigo absoluto.

1. INTRODUCCION

El cultivo del té de limón (Cymbopogon citratus Stapf y Cymbopogon flexuosus Stapf) ha sido considerado una alternativa importante para el desarrollo económico de Guatemala, debido a que representa una fuente de divisas. Asimismo, representa una fuente de trabajo para el campesino desde el corte hasta el procesamiento del té de limón (6, 7).

Del té de limón se extrae un aceite esencial que es el citral que viene mezclado con otros aceites; para aumentar su contenido dentro de la planta se requiere que la misma se mantenga en buen estado fisiológico, jugando un papel importante en este aspecto, las prácticas de fertilización.

El organismo que se ha encargado de la investigación en el cultivo del té de limón en Guatemala, ha sido, desde 1964, la Asociación de Productores de Aceites Esenciales (A.P.A.E.), la cual ha generado tecnología para resolver los problemas tanto en el campo agronómico como en el industrial (1, 2, 3, 4, 5).

El presente estudio se llevó a cabo en la finca San Agustín Ixtacapa, localizada en el municipio de San Antonio Suchitepéquez, en el cual se evaluó la respuesta del té de limón a la fertilización química y orgánica, a través del rendimiento de materia seca y aceite, con el objeto de aportar resultados que resuelvan en parte el problema de la fertilización en el cultivo de té de limón en Guatemala.

2 OBJETIVOS

Los objetivos fueron los siguientes:

- 2.1 Determinar los niveles óptimos agronómicos y económicos del N, P_2O_5 , K_2O y bagazo de té de limón sobre el rendimiento de materia seca y aceite en el cultivo de té de limón.
- 2.2 Determinar el efecto del fertilizante químico y orgánico sobre el rendimiento de materia seca y aceite de té de limón.

3. HIPOTESIS

- 3.1 H_{01} : La fertilización en general incrementa el rendimiento de materia seca y aceite en el cultivo de té de limón.
- 3.2 H_{02} : No existe diferencia entre el fertilizante químico y el orgánico, sobre el rendimiento de aceite de té de limón.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 Fertilización foliar en té de limón

Cossemans (8), citando a varios autores, indica que la fertilización foliar consiste en la aplicación de sustancias nutritivas al follaje, las cuales después de penetrar, son incorporadas al proceso metabólico, pudiendo ser aprovechadas por las plantas. Además considera el abonado del suelo y el foliar como complementarios, ya que el primero asegura el mantenimiento de la fertilidad potencial del suelo, mientras que el segundo permite la aportación rápida y directa a las plantas, en el momento en que lo requieran, de los elementos cuya absorción en el suelo es lenta o imposible.

La práctica de fertilización foliar se ha realizado en muchos cultivos de importancia económica para el hombre, debido a ésto, A.P.A.E. realizó un estudio en té de limón para tratar de aumentar el rendimiento de aceite utilizando diferentes fertilizantes foliares bajo condiciones climáticas y edáficas similares. Los resultados obtenidos evaluando dos cortes, fueron negativos. Concluyéndose que las clases de fertilizantes aplicados bajo las condiciones en que se efectuó el estudio, no pueden ser recomendados para su uso en té de limón (4).

4.2 Fertilización orgánica e inorgánica en té de limón

La fertilización química en té de limón no ha dado ningún resultado positivo según investigaciones realizadas por A.P.A.E.; sin embargo, la fertilización con bagazo ha sido positiva (1, 2, 3, 5, 8). Lo anterior se

debe en parte a la falta de aprovechamiento de fertilizante por parte de la planta; sin embargo, la fertilización química conjuntamente con la orgánica pueden llegar a mantener el estado de fertilidad del suelo (9).

4.2.1 Fertilización química en té de limón

Los primeros estudios en fertilización química en té de limón en Guatemala, fueron realizados por A.P.A.E. en 1964 (1).

Debido a la gran cantidad de nutrientes que consume el té de limón por ser una gramínea y a la vez por la densidad de siembra que se utiliza; A.P.A.E. (1) realizó un estudio para evaluar fertilizantes químicos aplicados al suelo. Además de las causas anteriores, los análisis de suelos con té de limón siempre reportan bajas cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Los resultados obtenidos del estudio mencionado anteriormente, demostraron una falta de significancia debido a efectos de tratamientos de N , P_2O_5 utilizados. Pero no obstante los resultados anteriores, se recomendó investigar las fórmulas de fertilizantes, tales como potasio en forma de sulfato y nitrógeno en forma de amonio.

En el año 1966, A.P.A.E. (2) realizó un nuevo ensayo en dos diferentes localidades (Estación No. 2 "Chipó" y finca San Marcos), con algunas modificaciones a los tratamientos utilizados en el primer estudio, consistiendo en la adición de elementos menores, además de los macro nutrientes. Los resultados obtenidos en

ambas localidades después de dos cortes de evaluación, fueron no significativos debido a efectos de tratamientos.

En el año 1967, A.P.A.E. y Esso Central América (3) realizaron un estudio en conjunto, tratando de determinar el efecto de los fertilizantes granulados en té de limón, bajo dos tipos diferentes de suelo. En ambos lugares (Estación Experimental "Chipó" y finca San José Quixquil, en Cuyotenango), tanto el sistema de siembra como la aplicación de los fertilizantes fueron diferentes, así como los niveles de potasio usados. En ambos lugares no hubo diferencia significativa en el rendimiento de aceite; sin embargo, en San José Quixquil, con suelos pesados hubo algunos aspectos significativos de importancia; siendo éstos los siguientes:

- a) La diferencia entre tratamientos fueron altamente significativos respecto a rendimiento de materia verde.
- b) El tratamiento de 75 kg. de nitrógeno por hectárea, 200 kg. de fósforo por hectárea, y 25 kg. de potasio por hectárea, fue significativamente superior a todos los demás, exceptuando al tratamiento de 150 kg. de nitrógeno por hectárea, 200 kg. de fósforo por hectárea y 25 kg. de potasio por hectárea.
- c) El tratamiento de 75 kg. de nitrógeno por hectárea, 200 kg de fósforo por hectárea y 25 kg. de potasio por hectárea, produjo 56% más de materia fresca respecto al testigo.

- d) Ningún tratamiento produjo significativamente más aceite que el testigo.

En el año de 1970, se reporta un nuevo estudio realizado por A.P.A.E. (5), sobre fertilización química en té de limón, pero esta vez con una nueva especie que fue Cymbopogon flexuosus Stapf; utilizando la fórmula - 15-15-6-25-4 (N-P-K-S-Mg). Se obtuvieron buenos resultados en cuanto al aumento en rendimiento de materia fresca debido a efectos de forma de aplicación del fertilizante. Se evaluaron tres cortes y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- a) En el segundo corte hubo significancia en cuanto a rendimiento de materia fresca cuando se aplica 4 y 8 quintales de fertilizante por manzana. En cuanto a producción de aceite también se encontró significancia con la dosis de 4 quintales por manzana.
- b) En el tercer corte se obtuvo un ligero aumento, en el contenido de aceite, cuando se aplicó 8 quintales de fertilizante por manzana.

Del estudio anterior, se concluyó que el fertilizante 15-15-6-25-4, puede aplicarse en el mes de noviembre a razón de 4 qq/mz y esperar un alto rendimiento en el segundo corte efectuado en el mes de mayo, ya que la falta de respuesta en el primer corte efectuado en el mes de febrero, se debió a que no hubo suficiente humedad en el suelo por falta de lluvias pa

ra hacer disponible el fertilizante. La falta de respuesta en el tercer corte efectuado en el mes de julio, se le atribuye a la pérdida del fertilizante por lixiviación por las fuertes lluvias caídas durante ese período (5).

4.2.2 Fertilización orgánica en té de limón

En los suelos cultivados, la materia orgánica interviene especialmente en las propiedades físicas y sobre las condiciones que rigen la nutrición vegetal. La función pedogenética es reducida ya que otros factores, las faenas agrícolas por ejemplo, tienen una influencia más directa, por lo tanto, el humus acentúa los efectos del sistema de cultivo, ya degrade o mejore ésta (10).

El bagazo descompuesto es más rico en minerales que el bagazo fresco, éste último ha dado mejores resultados por las siguientes razones:

- a) No acarrea semillas de hierbas nocivas a la plantación.
- b) No lleva larvas de insectos nocivos a la plantación.

El bagazo fresco o semidescompuesto actúa primeramente como cobertura en las plantaciones, evitando la desecación del suelo en la época seca y la salida de malas hierbas. Este bagazo eventualmente se pone a disposición de las

plantas como abono (2).

La fertilización orgánica no tiene sólo provecho para el mantenimiento de la fertilidad y mejoramiento de la estructura del suelo, sino también para elevar la producción (9).

A.P.A.E. (2) realizó un ensayo utilizando bagazo y Cowpea (Vigna unguiculata Walp), como fertilizantes donde se obtuvieron rendimientos de aceite de 49 Lbs/Ha. más que el testigo. En el caso de tierra más Cowpea se obtuvo el rendimiento más alto de aceite, aunque el peso fresco por planta, rendimiento de materia fresca y seca, fueron similares al testigo que era sólo tierra.

En otra evaluación de bagazo como fertilizante, se utilizó bagazo fresco y descompuesto. Los resultados obtenidos indican que la aplicación de 1 ton./279.72 m², fue significativamente alta a los demás tratamientos de materia fresca y aceite en varios cortes de evaluación (2).

4.23 Fertilización química más orgánica en té de limón

El único estudio existente en cuanto a fertilización química más orgánica indica que el bagazo constituye una buena fuente de nutrientes para el té de limón (2). El mismo autor encontró que el fertilizante 13-28-28 más 5% de Fritted Trace Elements (N-P-K-FTE) superó considerablemente al testigo de sólo tierra. El por

centaje de aceite en base seca para el tratamiento de tierra fue de 2.33%, mientras que para el testigo fue de 1.65%. Además, el peso de la planta del primer corte para tierra con fertilizante casi duplicó el peso del testigo. Los efectos positivos fueron atribuidos al FTE.

4.3 Forma de aplicación de los fertilizantes granulados en té de limón:

Para poder determinar la mejor forma de aplicación de fertilizantes al suelo en plantaciones de té de limón, se instaló un ensayo en el cual se utilizó el fertilizante 15-15-6-25-4 (N-P-K-S-M-Mg). Los resultados en cuanto a materia fresca fueron rendimientos altamente significativos entre los tratamientos fertilizados y el testigo; sin embargo, en cuanto al rendimiento de aceite no hubo significancia debido a efecto de tratamiento, aunque se observó un ligero aumento en el tratamiento, cuando el fertilizante se aplicó en forma directa sobre la planta. Por lo tanto, se recomienda que cualquiera de las tres formas de aplicación (banda, directa y tres agujeros), pueden ser utilizados en la fertilización en té de limón, pero es preferible la aplicación directa (3).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Descripción del sitio experimental:

El experimento se llevó a cabo en la finca San Agustín Ixtacapa, ubicada en el municipio de San Antonio, del Departamento de Suchitepéquez, su localización geográfica corresponde a $14^{\circ}32'18''$ latitud norte y $91^{\circ}24'56''$ longitud oeste.

5.1.1 Condiciones climáticas:

Las condiciones climáticas donde se realizó el ensayo de acuerdo con la estación Chojojá*, localizada en el municipio de Mazatenango son:

Temperatura media:	24.85°C
Precipitación pluvial:	3819.25 mm
Humedad relativa:	82 %
Altura:	399 m.s.n.m

5.1.2 Condiciones del suelo

Los suelos donde se estableció el ensayo pertenecen a la serie Chicolá (11), los cuales fueron muestreados de 0-20 cm de profundidad antes de la siembra para determinar su estado de fertilidad. Los resultados de laboratorio se presentan en el Cuadro No. 1.

* Promedio de 11 años de registro.

Cuadro No. 1
Resultados de Laboratorio de 3 Muestras Compuestas
de Suelo Correspondiente a 3 Repeticiones

Muestra	pH	ppm			Meg/100ml		ppm			
		NO ₃ ⁻	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
1	6.40	2.70	3.46	272	8.86	1.68	13.50	6.50	22.2	4.3
2	6.20	3.14	1.90	216	9.36	1.76	8.50	11.00	21.9	7.2
3	6.50	2.93	2.57	220	9.61	1.76	7.50	5.25	21.0	6.4

Fuente: Laboratorio de suelos de ANACAFE.

5.2 Factores y niveles estudiados:

5.2.1 Factores: Los factores estudiados fueron: nitrógeno, fósforo, potasio y bagazo de té de limón. Los niveles estudiados de cada factor fueron:

- a) Nitrógeno (N): 0-50-150-200-250-300 Kg/ha
- b) Fósforo (P₂O₅): 0-70-100-135-170-200 Kg/ha
- c) Potasio (K₂O): 0, 25, 50, 75, 100 y 125 Kg/ha
- d) Bagazo de té de limón: 0, 3.6, 21.6, 36, 56.6 y 68.4 ton./ha.

5.3 Fuentes de nutrimentos

Las fuentes de N, P y K que se utilizaron fueron:

Urea (46% de N), triple superfosfato (46% de P_2O_5) y muriato de Potasio (60% de K_2O). En el caso de bagazo se utilizó el residuo de té de limón en estado semidescompuesto proveniente de la misma finca en donde se instaló el ensayo. El análisis químico de dicho material se ilustra en el Cuadro No. 2.

Cuadro No. 2
Resultados del Análisis de Muestra de Bagazo
en Té de Limón Semidescompuesto

		%				ppm				
Humedad	Proteína	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
10	11.25	1.8	0.13	1.37	0.1	0.28	7.5	147.5	41	75.5

Fuente: Laboratorio de Suelos de ANACAFE

5.4 Tratamientos:

La distribución de los tratamientos se realizó de acuerdo con la matriz experimental Plan Puebla II, y se utilizó una prolongación de cuatro tratamientos más, además del testigo absoluto de 0 kg/ha para cada factor. Los tratamientos resultantes se ilustran en el Cuadro No. 3

Cuadro No. 3
Tratamientos de Acuerdo con la Matriz Plan Puebla II

	Kg/ha			Bagazo (ton/ha)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1.	150	100	50	21.6
2.	150	100	50	57.6
3.	150	100	100	21.6
4.	150	100	100	57.6
5.	150	170	50	21.6
6.	150	170	50	57.6
7.	150	170	100	21.6
8.	150	170	100	57.6
9.	250	100	50	21.6
10.	250	100	50	21.6
11.	250	100	100	21.6
12.	250	100	100	57.6
13.	250	170	50	57.6
14.	250	170	50	57.6
15.	250	170	100	21.6
16.	250	170	100	57.6
17.	200	135	75	36
18.	50	100	50	21.6
19.	300	170	100	57.6
20.	150	70	50	21.6
21.	250	200	100	57.6
22.	250	100	25	21.6
23.	250	170	125	57.6
24.	150	100	25	3.6
25.	250	170	100	68.4
26.	0	0	0	0
27.	300	100	50	21.6
28.	0	0	0	3.6
29.	50	70	25	0
30.	150	100	50	68.4

5.5 Época y forma de aplicación de los fertilizantes químicos:

La aplicación de los fertilizantes se realizó de acuerdo con los tratamientos. El nitrógeno, fósforo y potasio se aplicaron a los 30 días después de la siembra en bandas laterales.

5.6 Diseño experimental:

Los tratamientos se dispusieron en un Láctice Rectangular 5 x 6 con tres repeticiones.

5.6.1 Tamaño de parcela y parcela útil

El tamaño de parcela fue de 5 m x 8 m (40 m²). Tomándose para la época de corte una parcela útil de 3 m x 6 m (18 m²), ésto se hizo quitando un metro por lado de la parcela como se ilustra en la Figura No. 1.

5.7 Material experimental

El material vegetativo que se utilizó fue el Clón 1546 de Cymbopogon flexuosus Stapf, que se obtuvo de la misma finca.

5.8 Manejo del ensayo

5.8.1 Preparación del suelo y aplicación del bagazo:

La preparación del suelo consistió en una

pasada de arado y dos se rastra. La incorporación del bagazo se hizo de acuerdo con los tratamientos antes de la segunda pasada de rastra para lo cual se incorporó al suelo uniformemente distribuido en cada parcela.

5.8.2 Siembra:

La siembra se llevó a cabo después de la preparación del suelo y la incorporación del bagazo. La distancia de siembra usada fue de 0.84 m al cuadro, lo cual dio una densidad de siembra de 14,250 plantas por hectárea; de 57 plantas por parcela de 40 m² y de 26 plantas en la parcela útil de 18 m².

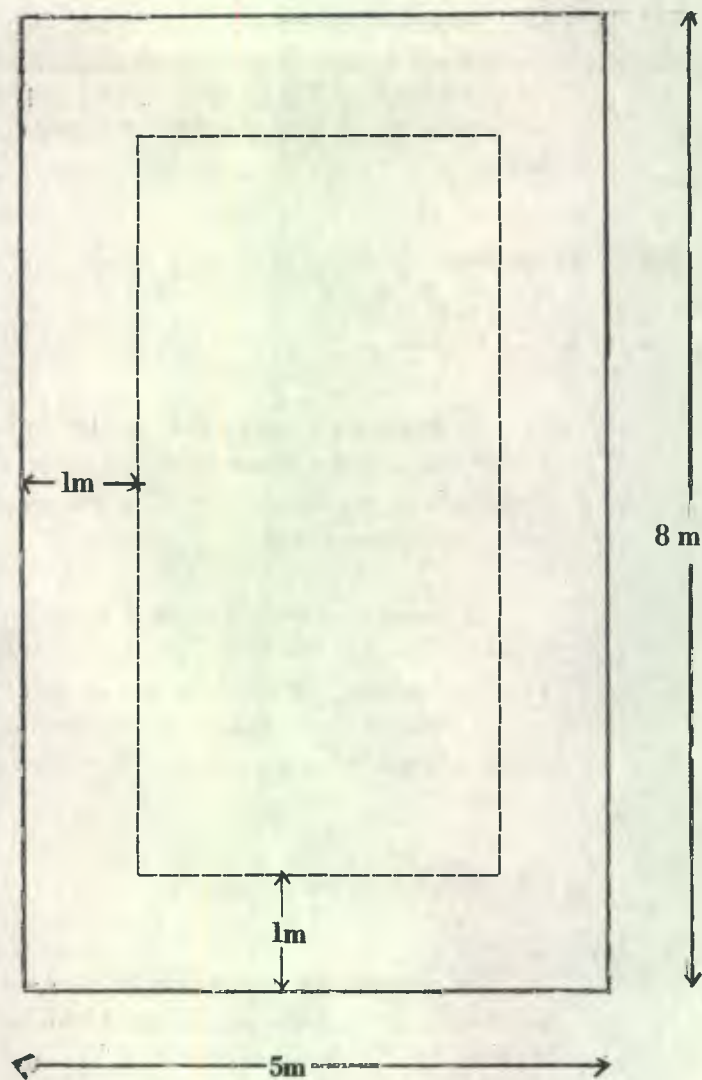


Figura No. 1. Tamaño de la unidad experimental

5.8.3 Cuidados culturales:

Dentro de éstos se efectuaron riegos, re-siembra a los 15 días y limpiezas cuando fue necesario.

5.9 Evaluaciones:

5.9.1 Cortes:

Se evaluaron dos cortes, teniendo lugar el primer corte a los cinco meses después de la siembra y el segundo corte a los dos meses después del primer corte.

El material cortado se pesó y luego se dejó en el campo por tres días, posteriormente se llevó a la fábrica y se pesó de nuevo para determinar la pérdida de humedad en el campo luego ser picado para el proceso de extracción de aceite.

5.9.2 Extracción del aceite:

La extracción del aceite se hizo en la misma finca, utilizando para esto el equipo de A.P.A.E.

El equipo consistió en un cilindro de cocción con su respectivo condensador y la caldera de leña de la finca.

La extracción de aceite de té de limón se

efectuó por medio de vapor, a una presión de 60-80 lbs/pie² con un tiempo promedio de 25 minutos y una muestra de 25 lbs. de zacate proveniente de la parcela útil.

El vapor de agua al ingresar al cilindro de cocción proveniente de un ramal de la caldera, efectuaba una cocción del aceite, éste estaba contenido con el vapor de agua y pasaba al condensador enfriado por el agua. Al condensarse este vapor, era recibido en un envase de galón de aceite y por decantación se separaba el agua del aceite de té de limón, el cual se introducía a frascos previamente marcados con el número de tratamiento y repetición para luego ser pesadas y cubicadas las muestras y por último ser enviadas al laboratorio de A.P.A.E., para determinar por análisis cromatográfico el porcentaje de aceite citral contenido en cada muestra.

5.10 Variables evaluadas

5.10.1 Rendimiento de materia seca

5.10.2 Rendimiento de aceite

5.11 Análisis de la información

5.11.1 Análisis de varianza para el rendimiento de materia seca.

5.11.2 Análisis de varianza para el rendimiento de aceite.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Rendimiento de materia seca de té de limón :

De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 1A y 3A) para el primero y segundo corte de té de limón no hubo diferencia significativa entre tratamientos para la variable rendimiento de materia seca; sin embargo el nivel de 250-200-100 y 57.6 kg de N, P₂O₅, K₂O y ton/ha de materia orgánica (M.O.) - respectivamente superó en 6.21 ton/ha de materia seca al tratamiento testigo absoluto (Cuadro No. 4). - Resultados similares fueron obtenidos por A.P. A.E. (1,2,3,4,5).

6.1.1 Respuesta a nutrimentos

- a) Nitrógeno: El efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de materia seca se ilustra en la Figura No. 2. Como puede observarse, la mejor respuesta se obtiene cuando se aplica 250 kg de N/ha acompañado con niveles altos de fósforo. Este comportamiento ha sido observado en otros cultivos como caña de azúcar, en donde las mejores respuestas a la aplicación de nitrógeno se han obtenido aplicándolo con altos niveles de fósforo y potasio como sucede en este caso con té de limón.
- b) Fósforo: La respuesta a la aplicación de fósforo se aprecia en la Figura No. 3; como era de esperarse la mejor respuesta

se obtuvo en los niveles altos como 200 kg de P_2O_5 /ha, debido a los bajos niveles de este nutriente en el suelo (Cuadro No. 1) y a la alta capacidad de fijación que tienen los suelos en donde se instaló el experimento.

Cuadro No. 4
Rendimiento de Materia Seca y Aceite de
Té de Limón en 30 tratamientos de N, P₂O₅, K₂O y M.O.

No.	Tratamientos			Rendimiento Materia Seca			Rendimiento de Aceite		
	NP ₂ O ₅	K ₂ O	M.O.	1 Corte	2 Corte	Prome- dio	1 Corte	2 Corte	Prome- dio
	Kg/ha			ton/ha			Kg/ha		
01	150-100-	50-21.6		12.06	4.61	8.34	42.97	11.48	27.23
02	150-100-	50-57.6		14.20	5.76	9.98	55.84	21.62	38.73
03	150-100-100-	21.6		11.68	4.48	8.08	39.41	17.58	28.50
04	150-100-100-	57.6		8.79	2.35	5.57	33.68	12.93	23.31
05	150-170-	50-21.6		14.49	3.45	8.97	64.12	12.70	38.41
06	150-170-	50-57.6		12.33	5.54	8.94	43.77	20.63	32.20
07	150-170-100-	21.6		9.93	4.57	7.25	60.11	14.50	37.31
08	150-170-100-	57.6		9.39	3.33	6.36	28.47	11.72	20.10
09	250-100-	50-21.6		11.82	5.56	8.69	45.01	18.00	31.51
10	250-100-	50-57.6		9.76	4.65	7.21	37.50	19.71	28.61
11	250-100-100-	21.6		8.59	3.61	6.10	32.91	13.29	23.10
12	250-100-100-	57.6		12.83	3.46	8.15	49.71	12.57	31.14
13	250-170-	50-21.6		10.76	4.63	7.70	41.72	12.83	27.28
14	250-170-	50-57.6		9.67	3.83	6.75	31.46	17.90	24.68
15	250-170-100-	21.6		10.41	4.30	7.36	32.46	15.73	24.10
16	250-170-100-	57.6		13.39	5.59	9.49	44.00	22.11	33.06
17	200-135-	75-36.0		13.11	4.92	9.01	48.40	17.35	32.88
18	50-100-	50-21.6		11.20	5.35	8.28	31.80	14.33	23.07
19	300-170-100-	57.6		10.47	4.99	7.73	53.46	14.23	33.85
20	150- 70-	50-21.6		11.23	4.48	7.86	36.11	12.99	24.55
21	250-200-100-	57.6		16.33	6.57	11.45	52.58	22.96	37.77
22	150-100-	25-21.6		8.66	3.12	5.89	31.73	10.34	21.04
23	250-170-125-	57.6		9.03	3.43	6.23	28.50	13.06	20.78
24	150-100-	25- 3.6		10.32	3.80	7.06	47.95	18.15	33.05
25	250-170-100-	68.4		6.00	3.10	4.55	19.25	15.22	17.24
26	0 - 0 - 0 - 0			10.12	5.84	7.98	42.94	26.15	34.55
27	300-100-	50-21.6		9.62	3.57	6.60	26.75	14.01	20.38
28	0 - 0 - 0 - 3.6			10.99	5.09	8.04	27.28	23.80	25.54
29	50- 70-	25- 0		12.00	6.01	9.01	42.35	25.07	33.71
30	150-100-	50-68.4		8.62	2.87	5.75	20.93	9.96	15.45

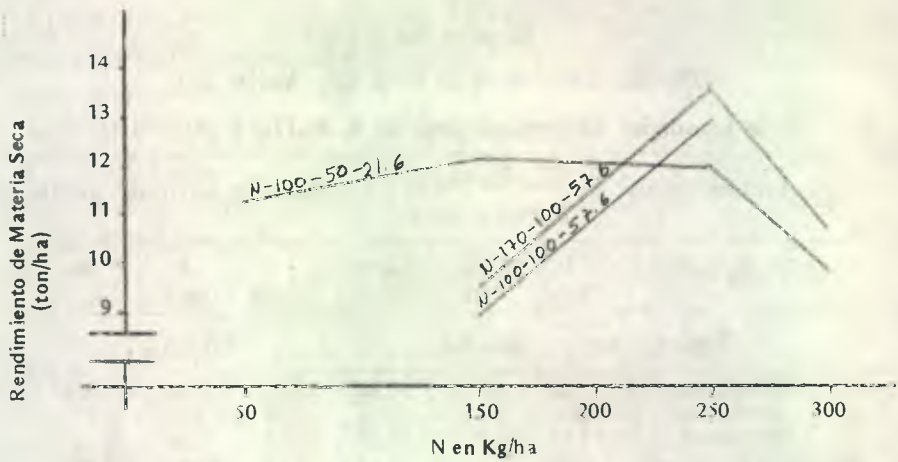


Figura No. 2

Efecto del N sobre el Rendimiento de Materia Seca de Té de Limón en el Primer Corte

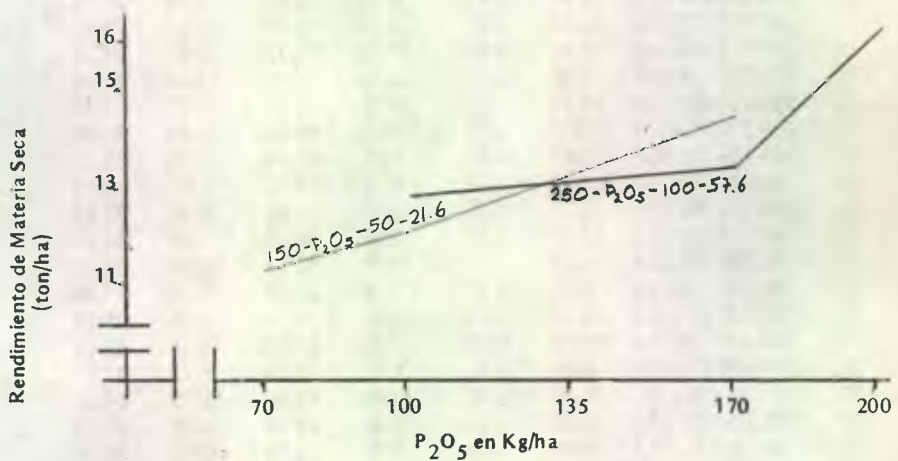


Figura No. 3

Efecto del P₂O₅ sobre el Rendimiento de Materia Seca de Té de Limón en el Primer Corte

c) Potasio: En relación al potasio, la mejor respuesta en rendimiento de materia seca de té de limón se obtuvo cuando se aplicó 100 kg de K_2O /ha, debido al alto contenido de potasio de dicho suelo. Estos niveles de potasio estuvieron asociados con niveles altos de nitrógeno y fósforo como se observa en la Figura No. 4, en donde el potasio se aplicó con niveles de 250 y 170 kg de N y P_2O_5 /ha respectivamente.

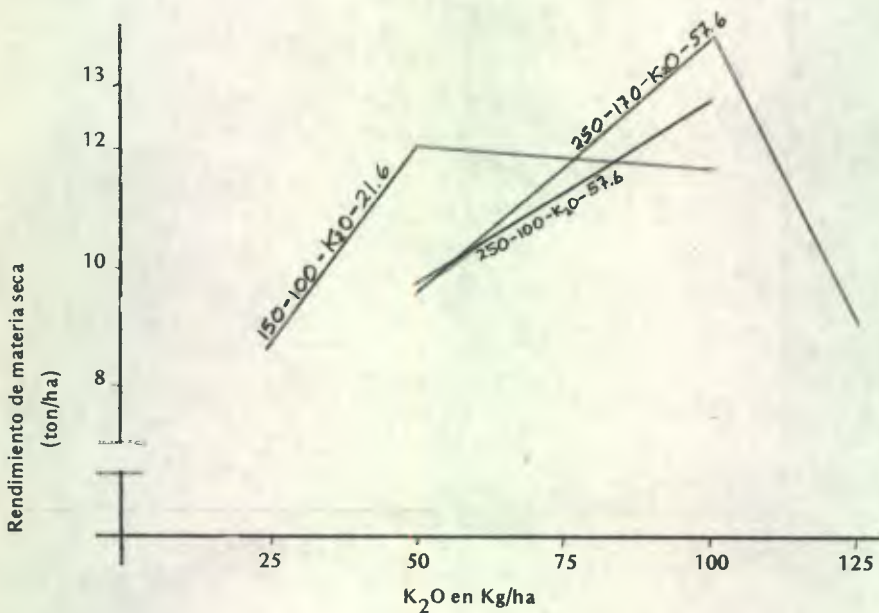


Figura No. 4

Efecto del K_2O sobre el Rendimiento de Materia Seca de Té de Limón en el Primer Corte

- d) **Materia Orgánica:** La respuesta a la aplicación de materia orgánica para la obtención de altos rendimientos de materia seca de té de limón estuvo determinada por los niveles de nitrógeno aplicados (Figura No. 5); es decir que la mejor respuesta a M.O. se obtuvo a niveles bajos de nitrógeno.

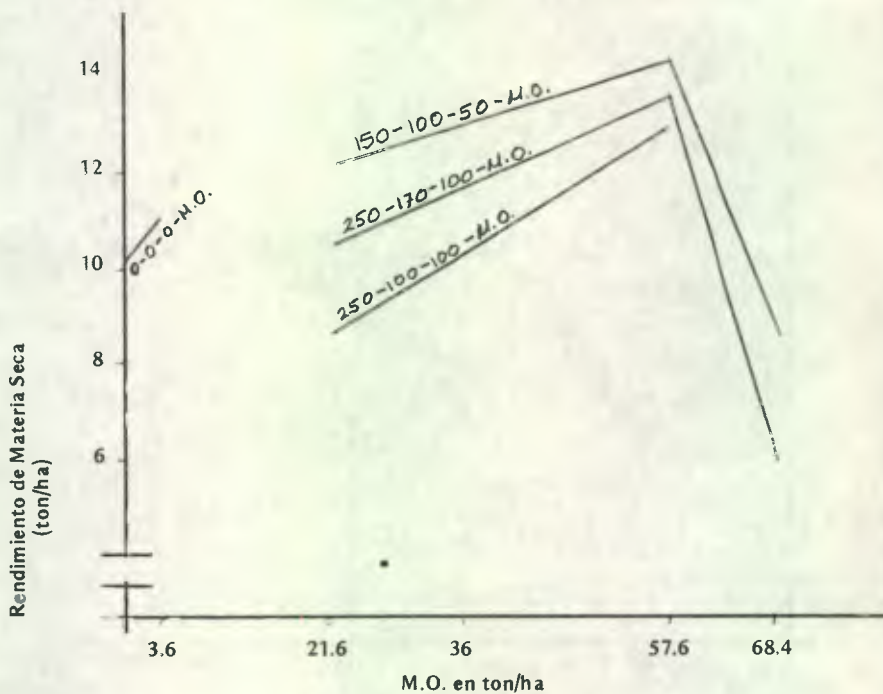


Figura No. 5

Efecto de la M.O. sobre el Rendimiento de Materia Seca de Té de Limón en el Primer Corte

El rendimiento de materia seca en el segundo corte experimentó tendencia similar que para el primero en cuanto a la aplicación de N, P₂O₅, K₂O y M.O.

6.2 Rendimiento de aceite de té de limón

De acuerdo con el análisis estadístico no hubo diferencia significativa entre tratamientos para la variable rendimiento de aceite (Cuadros 2A y 4A); sin embargo, el máximo rendimiento se obtuvo cuando se aplicó 150-100-50-57.6 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y ton/ha de M.O. respectivamente, con valor de 38.73 kg de aceite/ha promedio de dos cortes (Cuadro No. 5).

En cuanto a calidad de aceite, el máximo porcentaje de citral se obtuvo con el tratamiento de 50-70-25-0 kg de N, P₂O₅, K₂O y ton de M.O. por hectárea respectivamente con valor de 88.68% de citral (Cuadro No. 5).

6.2.1 Respuesta a nutrientes

a) Nitrógeno

El efecto de nitrógeno sobre el rendimiento de aceite se ilustra en la Figura No. 6. Las máximas respuestas se obtuvieron con los niveles de 250 y 300 kg de N/ha - principalmente cuando el nitrógeno se combinó con niveles altos de fósforo, potasio y M.O., aunque hubo casos con niveles de 150 kg de N/ha en donde se obtuvo un ren

dimiento hasta 64.2 kg de aceite/ha (Cuadro No. 4).

- b) Fósforo: El efecto del fósforo sobre el rendimiento de aceite de té de limón fue similar que para el rendimiento de materia seca; es decir que las mejores respuestas se obtuvieron con niveles mayores de 170 kg de P_2O_5 /ha (Figura No. 7). Esto se debió a los bajos niveles de fósforo en los suelos en donde se instaló el experimento demostrándose el efecto positivo de dicho elemento sobre el rendimiento de aceite.

Cuadro No. 5

**Rendimiento de Aceite de Té de Limón y Porcentaje de
Cítral Promedio de dos Cortes en 30 Tratamientos de
Fertilización Química y Orgánica**

No.	Tratamientos			ton/ha M.O.	Rendimien- to de Aceite de Té de Li- món Prome- dio de 2 cortes (kg/ha)	Porcentaje de Cítral en el aceite pro- medio de 2 cortes (o/o)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
01	150	100	50	21.6	27.23	86.05
02	150	100	50	57.6	38.73	87.23
03	150	100	100	21.6	28.50	86.75
04	150	100	100	57.6	23.31	85.47
05	150	170	50	21.6	38.41	86.87
06	150	170	50	57.6	32.40	87.42
07	150	170	100	21.6	37.31	86.92
08	150	170	100	57.6	20.10	86.37
09	250	100	50	21.6	31.57	87.65
10	250	100	50	57.6	28.61	85.65
11	250	100	100	21.6	23.10	86.48
12	250	100	100	57.6	31.14	86.00
13	250	170	50	21.6	27.28	86.53
14	250	170	50	57.6	24.68	86.32
15	250	170	100	21.6	24.10	86.60
16	250	170	100	57.6	33.05	87.47
17	200	135	75	36.0	32.88	85.83
18	50	100	50	21.6	23.07	87.33
19	300	170	100	57.6	53.85	88.03
20	150	70	50	21.6	24.55	86.08
21	250	200	100	57.6	37.77	86.62
22	150	100	25	21.6	21.04	85.52
23	250	170	125	57.6	20.78	85.92
24	150	100	25	3.6	33.05	87.75
25	250	170	100	68.4	17.24	86.63
26	0	0	0	0	34.55	87.02
27	300	100	50	21.6	20.38	86.47
28	0	0	0	3.6	21.54	87.35
29	50	70	25	0	33.71	88.68
30	150	100	50	68.4	15.45	86.02

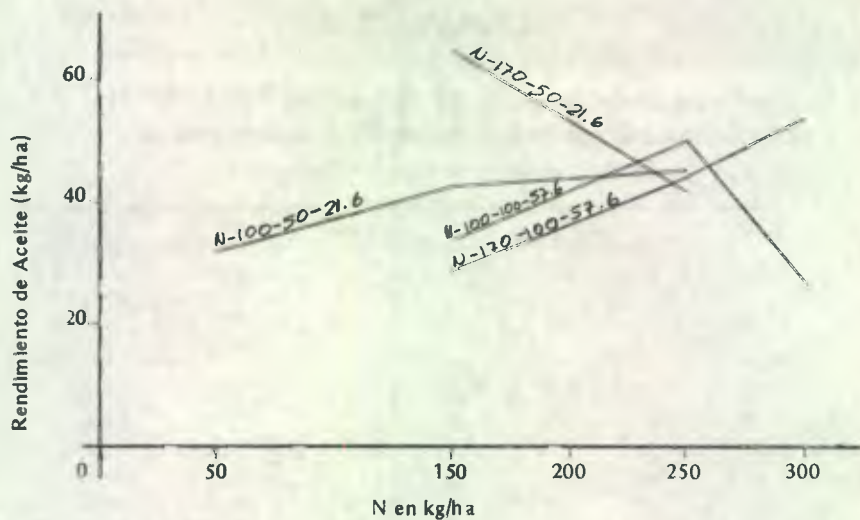


Figura No. 6

Efecto del N sobre el Rendimiento de Aceite de Té de Limón en el Primer Corte

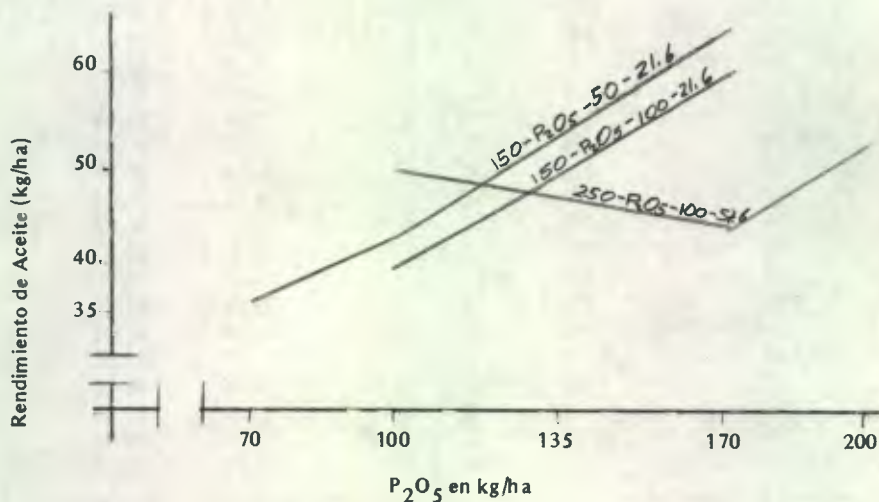


Figura No. 7

Efecto de P₂O₅ sobre el Rendimiento de Aceite de Té de Limón en el Primer Corte

- c) Potasio: Debido a los niveles altos de potasio en el suelo el máximo rendimiento de aceite se obtuvo con el nivel de 50 kg de K_2O /ha, 170 kg de P_2O_5 /ha 150 kg de N/ha y 21.6 ton. de M.O./ha, el rendimiento de aceite aumenta especialmente cuando se combina con niveles altos de nitrógeno y fósforo (Figura No. 8).

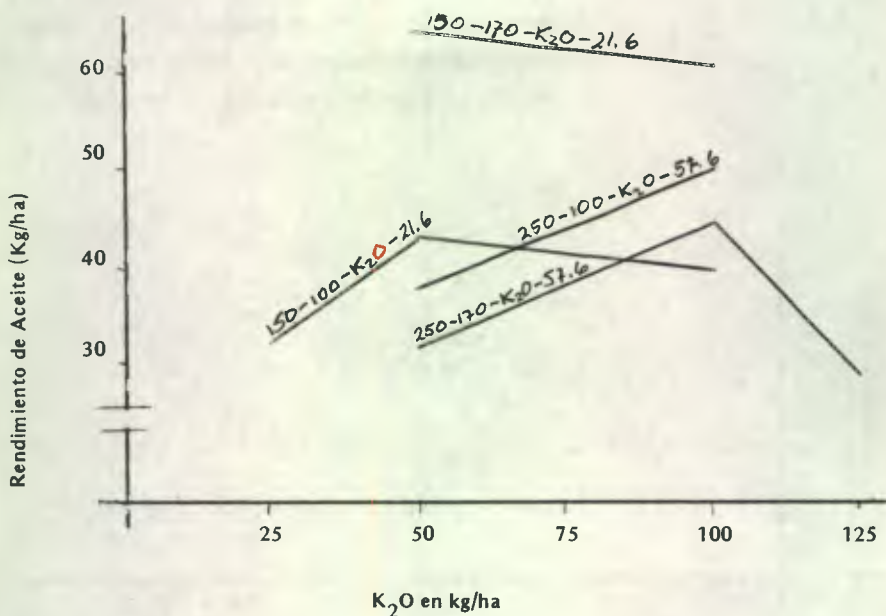


Figura No. 8

Efecto del K_2O sobre el Rendimiento de Aceite de Té de Limón en el Primer Corte

d) **Materia orgánica:** El efecto de M.O. sobre el rendimiento de aceite de té de limón se ilustra en la Figura No. 9. Como puede observarse a niveles mayores de 57.6 ton. de M.O./ha, el rendimiento disminuye - principalmente cuando se combina con altos niveles de nitrógeno, debido posiblemente al consumo de lujo de nitrógeno por la planta. Con niveles de 21.6 ton. de M.O./ha. y 150 kg de N/ha se obtuvo rendimiento de 64.12 kg. de aceite/ha, lo cual podría interpretarse como adecuado en términos de disponibilidad de nitrógeno como producto de la descomposición de la M.O.

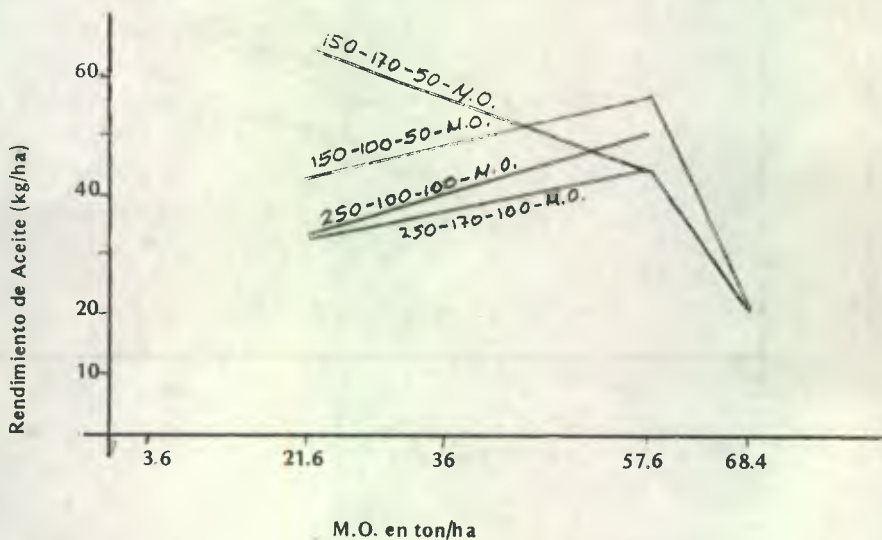


Figura No. 9

Efecto de la M.O. sobre el Rendimiento de Aceite de Té de Limón en el Primer Corte

El máximo rendimiento de aceite en el segundo corte se obtuvo con el tratamiento testigo; sin embargo, en términos de promedio de dos cortes, éste fue superado por el tratamiento de 150-100-50-57.6 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y ton./ha, como se indicó anteriormente.

6.3 Efecto de la fertilización química y orgánica sobre el rendimiento de materia seca y aceite de té de limón:

El efecto de los diferentes tipos de fertilización utilizados, se ilustra en el Cuadro No. 6, en el cual puede notarse que la fertilización química superó a la fertilización orgánica, química más orgánica y tratamiento testigo en 0.97, 1.03 y 1.4 ton. de materia seca/ha respectivamente. Sin embargo, el rendimiento de aceite se comportó en forma diferente; es decir que el tratamiento sin fertilización superó a los demás tipos de fertilización (Cuadro No. 6). Resultados similares fueron obtenidos por A.P.A.E. (2), quienes no obtuvieron respuesta a la aplicación de mezclas entre fertilizante químico y orgánico en el cultivo de té de limón; sin embargo, estos mismos autores han obtenido respuestas positivas a la aplicación únicamente de M.O., indicando que en determinado momento la M.O. podría suplir los requerimientos de nutrimentos por la planta de té de limón prescindiendo de la fertilización química.

Cuadro No. 6

Rendimiento de Materia Seca y Aceite de
Té de Limón en Diferentes Tipos de Fertilización

Tipo de Fertilización	Rendimiento de Materia Seca (ton./ha)	Rendimiento de Aceite (kg/ha)
Fertilización química*	9.01	33.71
Fertilización orgánica **	8.04	25.54
Sin fertilización	7.98	34.55
Fertilización química más orgánica***	7.61	27.75

* Se utilizó el tratamiento de 50 kg/ha de N, 70 kg/ha de P_2O_5 y 25 kg/ha de K_2O

** Se usó con el tratamiento de 3.6 ton./ha de M.O.

*** Incluye todos los tratamientos de N, P_2O_5 , K_2O y M.O.

6.4 Análisis económico

Debido a la falta de significancia estadística en el análisis de varianza de las diferentes variables respuestas, el análisis económico no se realizó; sin embargo el máximo rendimiento de materia seca se obtuvo con el tratamiento de 250-200-100 y 57.6 kg de N- P_2O_5 y ton. de M.O./ha., respectivamente con valor de 11.45 ton. de materia

seca a promedio de dos cortes. En cuanto al rendimiento de aceite, el máximo se obtuvo con el tratamiento de 150-100-50 y 21.6 kg de $N-P_2O_5-K_2O$ y ton. de M.O./ ha, respectivamente con un valor promedio de dos cortes de 38.73 kg. de aceite/ha.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a. Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, no hubo respuesta a la aplicación de fertilizantes inorgánicos y materia orgánica; esto se debió probablemente al estado nutricional en que se encontraba el suelo al momento de realizar la presente investigación.
- b. El mejor rendimiento de materia seca se obtuvo cuando se aplicó 250 kg de N/ha, 200 kg de P_2O_5 /ha, - 100 kg de K_2O /ha y 57.6 ton. M. O/ha; en cuanto a aceite el mejor rendimiento se obtuvo cuando se aplicó 150 kg de N/ha, 100 kg de P_2O_5 /ha, 50 kg de K_2O /ha y 57.6 ton. de M.O./ha.
- c. Altas aplicaciones de materia orgánica tiende a disminuir el rendimiento de materia seca y aceite principalmente cuando se aplican altas cantidades de nitrógeno inorgánico.
- d. La respuesta a la aplicación de fósforo aunque no fue significativa estadísticamente, aumentó el rendimiento de materia seca y aceite de té de limón principalmente cuando se aplicó 100 y 200 kg de P_2O_5 /ha, debido a la capacidad de fijación que tienen los suelos en donde se instaló el experimento.
- e. De acuerdo con la metodología de las matrices Plan Prueba se recomienda el tratamiento con los niveles - más bajos, el cual corresponde al testigo; es decir sin fertilización.
- f. Es necesario determinar niveles críticos de nutrientes para el té de limón en diferentes series de suelo en donde se siembra dicho cultivo.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIACION DE PRODUCTORES DE ACEITES ESENCIALES. GUATEMALA Experimentos e investigaciones, resultados analíticos. Boletín No. 1. 1965. 35 p.
2. _____ Experimentos e investigaciones, resultados analíticos. Boletín No. 2. 1966. 38 p.
3. _____ Experimentos e investigaciones, resultados analíticos. Boletín No. 3. 1967. 44 p.
4. _____ Experimentos e investigaciones, resultados analíticos. Boletín No. 4. 1968. 51 p.
5. _____ Experimentos e investigaciones, resultados analíticos. Boletín No. 5. 1970. 35 p.
6. BANCO DE GUATEMALA. Características de los principales cultivos del país. Informe económico. 26 (2-3): 60-61. 1979
7. _____ Intercambio comercial Guatemala-Japón. Informe económico. 28 (4): 17-26 y 33-43. - 1981.
8. COSSEMANS NORIEGA, J.F. Efecto de la fertilización foliar en la aceleración de la maduración y rendimiento en el cultivo de la piña -

(*Ananas comosus* Merr.) Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 48 p.

9. DROEGE, H.P. Anbau, Verarbeitung und Bedeutung der gramineae: Cymbopogon nardus L., Cymbopogon citratus St. und Cymbopogon flexuosus St. Hausarbeit für die Diplomprüfung zur Erlangung des Grades: Diplom-Agraringenieur der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität zu Bonn, 1974.- 71 p.
10. GAUCHER, G. Tratado de pedología agrícola; el suelo y sus características agronómicas. Trad. del francés por J. Pérez Malla, Barcelona, Omega, 1971. 647 p.
11. SIMONS, C.S., TARANO T., J.M. Y PINTO Z., J.H. Clasificación y reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.

9. APENDICE

Cuadro 1 A

Análisis de Varianza para el Rendimiento de Materia Seca
en el Primer Corte de Té de Limón

Fuentes de Variación	G.L.	S. C.	C. M.
Repeticiones	2	266709820	
Tratamientos	29	392652430	13539738.97
Bloques	15	433668156.3	28911210.42 Eb
Error intrabloques	43	344288574	8006711.02 Ee
Total	89	1437318980	

Suma de cuadrados debido a bloques dentro de repeticiones
S C (B D R) = 474136410

Suma de cuadrados debido a tratamientos, eliminando bloques
S C (T E B) = 352184176.3

Cuadrado medio debido a tratamientos, eliminando bloques
C M (T E B) = 12144281.94

$$F_c = 1.52$$

0.05 0.01

n.s n.s

F_t (29) 1.74 2.10

n.s. n.s

F_t (38) 1.69 2.11

Cuadro 2 A

Análisis de Varianza para el Rendimiento de
Materia Seca en el Segundo Corte de Té de Limón

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.
Repeticiones	2	53414817.00	
Tratamientos	29	99516241	6634416.07
Bloques	15	160118376.3	10674558.42 Eb
Errores intrabloques	43	148965718.7	3464319.04 Ee
Total	89	462015153	

$$S C (B D R) = 185161307$$

$$S C (T E B) = 74473310.30$$

$$C M (T E B) = 2568045.18$$

$$F_c = 0.74$$

	0.05	0.01
	n.s.	n.s.
Ft (29)	1.74	2.20
	n.s.	n.s.
Ft (38)	1.69	2.11

Cuadro 3 A

Análisis de Varianza para el Rendimiento de
Aceite en el Primer Corte de Té de Limón

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	C. M.
Repeticiones	2	10242.02	
Tratamientos	29	10975.20	378.46
Bloques	15	7036.79	469.12 Eb
Error intrabloques	43	13334.68	310.11 Ee
Total	89	41588.66	

C. V. = 29.43%

S_c (B D R) = 8142.24

S_c (T E B) = 9869.79 CM (T E B) = 340.34

F_c = 1.10 0.05 0.01
 n.s. n.s.

F_t (29) 1.79 2.10
 n.s. n.s.

F_t (38) 1.69 2.11

Cuadro 4 A

Análisis de Varianza para el Rendimiento de
Aceite en el Segundo Corte de Té de Limón

Fuentes de Variación	G. L.	S. C.	
Repeticiones	2	66.22	
Trotamientos	29	1790.69	61.75
Bloques	15	1867.31	124.49 Eb
Error intrabloques	43	2214.12	51.49 Ee
Total	89	5936.34	

C. V. = 18.66%

S C (B D R) = 2381.40

S C (T E B) = 1276.59

CM (T E B) = 44.02

F c = 0.85

0.05 0.01

n.s. n.s.

F t (29) 1.79 2.10

n.s. n.s.

F t (38) 1.69 2.11

CUADRO 5-A

Análisis Químico del suelo después del último corte de Té de Limón en 30 tratamientos en N, P₂O₅, K₂O y M.O.

Muestra		Microgramos/ml		Meq/100 ml de suelo	
No.	pH	P	K	Ca	Mg
01	6.7	3.00	385	19.32	2.10
02	6.6	3.00	190	12.72	2.37
03	6.6	0.83	133	15.60	1.68
04	6.4	0.38	283	13.59	2.37
05	6.6	0.83	210	13.59	2.46
06	6.4	0.83	238	11.22	1.68
07	6.4	0.38	265	13.59	2.83
08	6.4	3.00	253	14.34	3.04
09	6.4	0.38	270	16.32	3.48
10	6.5	0.38	290	17.70	3.33
11	6.4	2.08	215	11.46	2.16
12	6.4	4.17	125	13.59	2.28
13	6.4	0.38	215	14.31	3.60
14	6.4	3.00	318	16.32	2.10
15	6.5	0.38	245	17.59	2.55
16	6.4	2.08	283	13.87	1.77
17	6.4	2.08	238	13.59	2.28
18	6.5	0.83	130	15.21	1.86
19	6.5	0.83	88	16.32	1.92
20	6.4	0.83	138	14.97	2.28
21	6.2	2.08	93	16.32	1.77
22	6.3	3.00	290	12.72	3.04
23	6.4	3.00	283	15.21	2.16
24	6.4	2.03	328	15.96	1.92
25	6.4	3.00	290	13.83	2.37
26	6.4	2.08	283	14.10	2.75
27	6.4	3.00	245	13.23	2.37
28	6.4	3.00	163	14.97	2.01
29	6.4	3.00	283	14.10	2.10
30	6.4	4.17	138	14.32	3.12

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 10,

Apartado Postal No. 1540

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Revisado _____
Firma _____

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'C.A. Castaneda S.'.



ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
DECANO