

HN
T 13192
R 1078
S 1

EVALUACION DE LA FERTILIDAD EN INVERNADERO
DE LOS SUELOS CULTIVADOS CON PALMA AFRICANA (Elaeis guineensis)
EN LA REGION DEL MIRA NARIÑO

Por

MARIA PIEDAD ARCINIEGAS PATIÑO

Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son de responsabilidad exclusiva de su autor.
Tesis de Grado presentada como requisito parcial
para optar al título de

ORIRAN INGENIERO AGRÓNOMO

Artículo 10, del Acuerdo No. 32 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Presidente de Tesis

BERNARDO MARTINEZ S. I.A.

Copresidente

HERNAN BURBANO O., I.A., M. Sc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

PASTO - COLOMBIA

1982

FN
T
631.42
A674
Gf. 1

DEDICO A :

LUIS ARCINIEGAS C.
CARMELA PATIÑO DE ARCINIEGAS
ROSALBA ARCINIEGAS P.
MELVA BENAVIDES G.
MIS FAMILIARES

LA FAMILIA INSUASTY BARRABO

"Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son de responsabilidad exclusiva de su autor".

MIS AMIGOS

MI PATRIA CHICA, TUQUERRES

Artículo 10. del Acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Universidad de Nariño

En el centro de la página de la tesis.

Se debe leer con atención y con el mayor cuidado posible la totalidad del presente artículo.

1967
1968
1969

AGRADECIMIENTOS:

- LUIS ARCINIEGAS C. SANTO DOMINGO I.A.
- CARMELA PATIÑO DE ARCINIEGAS HERNAN TORRES ORTEGA I.A., N. Sc.
- ROSALBA ARCINIEGAS P. MARCELO TORRES I.A., Agrónomo, N. Sc.
- MELVA BENAVIDES G. LUIS B. VILLAR SUAREZ I.A., N. Sc.
- MIS FAMILIARES
- LA FAMILIA INSUASTY BURBANO LUIS SUAREZ I.A.
- LA MEMORIA DE QUIEN FUE UN GRAN COMPAÑERO
Y AMIGO, IGNACIO MONTENEGRO HIDALGO IGNACIO MONTENEGRO HIDALGO I.A.
- MIS COMPAÑEROS ORLANDO SUAREZ N.
- MIS AMIGOS ORLANDO SUAREZ N.
- MI PATRIA CHICA, TUQUERRES ROSALBA PATIÑO P. I.A.
- LUCY AGUILERA HERNANDEZ LUIS SUAREZ I.A.

MARIA PIEDAD ARCINIEGAS P. de Ciencias Agrícolas de la
Universidad de Maricao

La empresa Talares de Turismo S.A.

Entre las personas que en una u otra
forma hicieron posible la realización
del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
2.3.1 Deficiencias de nitrógeno	1
2.3.2 Deficiencias de fósforo	2
2.3.3 Deficiencias de potasio	3
2.3.4 Deficiencias de hierro	4
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	2
AGRADECIMIENTOS A :	
2.1 Concepto de suelo y su fertilidad	2
2.2 Evaluación de la fertilidad	2
2.2.1 Método visual	3
2.2.2 El método químico	3
2.2.2.1 El análisis de las plantas	3
2.2.2.2 El análisis de las plantas	4
2.2.3 Pruebas biológicas	4
2.2.3.1 Microbiológicas	6
2.2.3.2 Macrobiológicas	7
2.3 Características generales de los suelos	8
2.4 Requerimientos nutricionales de las plantas	10
2.4.1 Nitrógeno	10
2.4.2 Fósforo	11
2.4.3 Potasio	13
2.4.4 Magnesio	13
2.4.5 Calcio	14
2.4.6 Azufre	14
2.4.7 Elementos menores	15
2.4.8 Hierro	15
2.4.9 Cloro	16
2.5 Necesidades nutricionales de la palma africana	15
2.5.1 Necesidades de nitrógeno	15
2.5.2 Necesidades de fósforo	16
2.5.3 Necesidades de potasio	17
2.5.4 Necesidades de hierro	18

CONTENIDO		Pág.
	2.5.5 Deficiencia de magnesio	19
	2.5.6 Deficiencias de cloro	20
I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISION DE LITERATURA	2
III.	2.1 Concepto de suelo y su fertilidad	2
	2.2 Evaluación de la fertilidad	2
	3.1 localización del área en estudio	22
	3.2 2.2.1 Método visual	3
	3.3 2.2.2 El método químico	3
	3.4 Características 2.2.2.1 El análisis químico del suelo	3
	3.5 Planta 2.2.2.2 El análisis químico de las plan -	24
	3.6 Procedimiento experimental	24
	2.2.3 Pruebas biológicas	26
	3.6.2 Diseño del experimento	26
	2.2.3.1 Microbiológicas	6
	3.6.3 Tratamientos	24
	2.2.3.2 Macrobiológicas	7
	3.6.4 Fuentes y concentraciones de nutrientes	25
	2.3 Características generales de los suelos estudiados	9
	2.4 Requerimientos nutricionales de la palma africana	10
	2.4.1 Nitrógeno	10
	2.4.2 Fósforo	12
IV.	2.4.3 Potasio	13
	2.4.4 Magnesio	13
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14
	2.4.5 Calcio	14
	2.4.6 Azufre	14
	2.4.7 Elementos menores	14
VI.	2.4.8 Boro	14
	2.4.9 Cloro	14
VII.	2.5 Problemas nutricionales de la palma africana	15
	2.5.1 Deficiencias de nitrógeno	15
	2.5.2 Deficiencia de fósforo	16
	2.5.3 Deficiencias de potasio	17
	2.5.4 Deficiencias de boro	18

	ILUSTRACIONES	Pág.
	2.5.5 Deficiencia de magnesio	19
	2.5.6 Deficiencias de cloro	20
FIGURA 1.	2.5.7 Deficiencias de calcio	20
	2.6 Antagonismo, sinergismo y toxicidad	20
III.	MATERIALES Y METODOS	22
FIGURA 2.	Cooperación de los tratamientos de elementos mayo-	
	3.1 Localización del área en estudio	22
	3.2 Muestreo de los suelos	23
FIGURA 3.	3.3 Determinaciones de laboratorio y métodos utilizados	23
	3.4 Características físicoquímicas de los suelos	23
	3.5 Planta indicadora	24
FIGURA 4.	3.6 Procedimiento experimental	24
	3.6.1 Condiciones del ensayo	24
	3.6.2 Diseño del experimento	24
	3.6.3 Tratamientos	24
FIGURA 5.	3.6.4 Fuentes y concentraciones de nutrientes	25
	3.6.5 Dosis de los nutrientes	25
	3.6.6 Semilleros y trasplantes	26
FIGURA 6.	3.6.7 Aplicación de los nutrientes	26
	3.6.8 Evaluación del ensayo	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	28
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
	5.1 Conclusiones	40
	5.2 Recomendaciones	40
VI.	RESUMEN	42
	SUMMARY	43
VII.	BIBLIOGRAFIA	44

ILUSTRACIONES

	Pág.
FIGURA 1. Efecto de los tratamientos sobre el peso de materia seca en g, de las plantas	31
FIGURA 2. Comparación de los tratamientos de elementos mayores y menores	32
en g de cada planta	30
FIGURA 3. Plantas de lechuga romana, donde se observa deficiencia de fósforo	33
FIGURA 4. Muestra del equilibrio de los elementos mayores y la influencia de ciertos elementos secundarios y menores en el crecimiento	34
FIGURA 5. Comparación del tratamiento completo con Cl, sin Cl con el Testigo	37
FIGURA 6. Plantas de lechuga romana donde se aprecia la similitud entre tratamientos comparados con el Testigo	39

TABLAS

TABLA I. Análisis de variancia de los tratamientos en relación al peso de materia seca (g) Pág. 29

TABLA II. Comparación de promedios en base a la prueba de Duncan, para los diversos tratamientos con el peso en g de cada planta 30

EVALUACION DE LA FERTILIDAD EN INVERNADERO
DE LOS SUELOS CULTIVADOS CON PALMA AFRICANA (Elaeis guineensis)

2.1 Concepto de suelo y su fertilidad (1)

Según Cortés citado por Burbano (1) se considera al suelo como una colección de cuerpos naturales ^{Por} sobre la superficie de la tierra, que contiene materia viviente y soportan o son capaces de soportar plantas.

MARIA PIEDAD ARGINIEGAS PATIÑO

La naturaleza bioquímica del suelo controla el suministro y la disponibilidad de los nutrientes para el crecimiento de las plantas por medio de diversas reacciones, en las cuales juegan un papel importante los coloides del suelo.

I. INTRODUCCION

La palma africana en Colombia cubre una área aproximada de 20.338 hectáreas. En la región del Mira, Nariño, existen unas 2.000 hectáreas las cuales han demandado una inversión aproximada de \$ 75.000/ha hasta el quinto año (24).
La palma africana en Colombia cubre una área aproximada de 20.338 hectáreas. En la región del Mira, Nariño, existen unas 2.000 hectáreas las cuales han demandado una inversión aproximada de \$ 75.000/ha hasta el quinto año (24).
Si en plantas jóvenes que apenas comienzan a florecer y a formar sus primeros racimos se presenta clorosis, es probable que cuando las plantas entren a una mayor producción, esta clorosis se extienda a una mayor área, puesto que serán superiores los requerimientos por parte de la palma africana.

El presente trabajo tuvo como objetivo básico determinar a nivel de invernadero, las deficiencias nutritivas de los suelos de la región del Mira, Nariño, para los cuales se han reportado problemas, que quizás están asociados con la fertilidad de los mismos.

(1) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Bernardo Martínez Santacruz, I.A. y la copresidencia de Hernán Burbano Orjuela, I.A., M. Sc.

2.2.1 Método visual

Este método fundamental del análisis de suelos se caracteriza por el factor visual y por consiguiente es uno de los instrumentos más útiles para tomar decisiones en el uso de fertilizantes y pesticidas (10).

El método visual se evalúa por ocurrencia de síntomas, los cuales aparecen en diferentes formas, tales como inhibición del crecimiento, color anormal de las hojas, necrosis del tejido o partes muertas y mala formación de diferentes partes de la planta (10).

son :

La aparición de los síntomas, generalmente se manifiesta

por :

- Evaluar el estado de fertilidad de un suelo determinado

- Pérdida de la cosecha en la fase de los brotes

- Imposibilidad de crecimiento de las plantas

- Síntomas específicos en las hojas, que aparecen en tiempos variables durante la estación

- Anormalidades internas, como la obstrucción de los tejidos conductores

- Madurez anormal

- Diferencias evidentes en la cosecha

- Mala calidad de la cosecha

- Diferencia en la producción (22).

2.2.2 El método químico

Existen dos tipos generales de análisis de plantas; uno es el análisis de tejidos que se realiza con tejidos frescos en el campo. 2.2.2.1 El análisis químico del suelo

El análisis químico del suelo es un método rápido y tiene además la ventaja de que las necesidades de fertilizantes pueden determinarse antes de la siembra (10).

El propósito fundamental del análisis de suelos es caracterizar el factor suelo y por consiguiente es uno de los instrumentos más útiles para tomar decisiones en el uso de fertilizantes y enmiendas (10). es el reflejo de todos los factores que intervienen en su crecimiento y de sus interacciones con el medio ambiente donde crece (10).

Los objetivos del análisis químico del suelo son :

a. Pruebas de tejido

- Evaluar el estado de fertilidad de un suelo determinado

En estas pruebas el jugo procedente de las células rotas es analizado para determinar nitrógeno, fósforo, potasio. También se lo usa para otros. Predecir las posibilidades de obtener una respuesta a la adición de fertilizantes y calificar estas niveles generales (22).

- Proporcionar una base para las recomendaciones de fertilizantes que se debe aplicar (22).

Para lograr los objetivos del análisis de suelos, éste incluye varias fases, todas ellas de mucha importancia para una utilización correcta de los resultados. Tales fases son : toma de muestras para analizar; correlación del análisis con ensayo de fertilizantes; los procedimientos de laboratorio; la interpretación del análisis y las recomendaciones de fertilizantes y enmiendas (10).

2.2.2.2 El análisis químico de las plantas

Se emplean dos tipos generales de análisis de plantas; uno es el análisis de tejido que suele hacerse con tejidos frescos en el campo, el otro es el análisis total realizado en el laboratorio con técnicas analíticas precisas (22).

La combinación de los análisis foliares y de los suelos es de suma utilidad para establecer una base científica las

causas de la deficiencia. El análisis químico de la planta es una herramienta muy valiosa en la práctica de fertilización de los cultivos. Sirve para determinar más exactamente el estado nutricional de la planta, puesto que ésta es el reflejo de todos los factores que intervienen en su crecimiento y de sus interacciones con el medio ambiente donde crece. (10).
Los métodos químicos son substituidos por técnicas espectrográficas, con las cuales se puede determinar simultáneamente los distintos elementos (22).

a. Pruebas de tejido

2.2.3 Pruebas biológicas

En estas pruebas el jugo procedente de las células rotas es analizado para determinar nitrógeno, fósforo, potasio. También se lo usa para otros elementos como magnesio y manganeso. El objetivo no es dar un resultado exacto sino determinar estos niveles generales (22).
Los métodos biológicos, tal como lo sugiere su denominación, utilizan organismos como indicadores de la disponibilidad de los nutrientes. Estos organismos pueden ser micro o macro, pero en general se utilizan plantas (6).

b. Prueba de análisis total

Se entiende por prueba biológica de la fertilidad del suelo, aquella que evalúa la disponibilidad de nutrientes mediante el uso de indicadores orgánicos. Se realiza sobre toda la planta o diversas partes de la misma. Se emplean técnicas analíticas precisas para medir los diversos elementos después que el material vegetal se ha secado, triturado o incinerado (22).
De acuerdo al tipo de indicadores, los ensayos biológicos de la fertilidad se pueden clasificar así:

Con estos métodos cuantitativos se puede detectar diferencias mucho más pequeñas que la prueba de tejido. Con el análisis total se puede determinar los elementos, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, manganeso, zinc, boro, cobre, hierro, molibdeno, silicio y aluminio. En las pruebas de tejido, la parte de la planta seleccionada es de primordial importancia y debe ser representativa de la planta (22).

La combinación de los análisis foliares y de los suelos es de suma utilidad para establecer con bases científicas las

causas de la deficiencia. Frecuentemente, es preciso estudiar simultáneamente el suelo y la planta y comparando los resultados entre sí, será posible resolver el problema de deficiencias nutricionales (22).

Los métodos químicos son sustituidos progresivamente por técnicas espectrográficas, con las cuales se puede determinar simultáneamente los diecisiete elementos (22).

2.2.3 Pruebas biológicas

Los métodos biológicos, tal como lo sugiere su denominación, utilizando organismos como indicadores de la disponibilidad de los nutrimentos. Estos organismos pueden ser micro o macro, pero en general se utilizan plantas (6).

Se entiende por prueba biológica de la fertilidad del suelo, aquella que evalúa la disponibilidad de nutrimentos mediante el uso de indicadores orgánicos vivos (6).

De acuerdo al tipo de indicadores, los ensayos biológicos de la fertilidad se pueden clasificar así :

2.2.3.1 Microbiológicas

Estas pruebas utilizan como indicador un microorganismo, generalmente Azotobacter y Aspergillus, el cual desarrolla micelios rápidamente bajo condiciones aeróbicas. El principio o fundamento de este método es el hecho de que el mayor o menor desarrollo de los microorganismos será función de la concentración del elemento que se encuentre a niveles limitantes en el suelo (22).

Pese a que los métodos microbiológicos son relativamente rápidos y confiables, su utilización en la actualidad es muy limitada, posiblemente debido a que los métodos que utilizan plantas, ya sea en invernadero o en el campo, permiten hacer una evaluación directa más eficiente y aplicable aunque un poco más demorada (6).

Permite controlar en parte las fuentes de variación inherentes a las pruebas microbiológicas de la planta, semilla, suelo, condiciones sanitarias, etc., circunstancia ésta que se reflejará en el error experimental y por lo tanto en una alta sensibilidad o precisión de la prueba.

a. Ensayos en invernadero

Los ensayos en invernadero se hacen bajo condiciones controladas, pero tienen la desventaja de alterar las propiedades físicas de los suelos, especialmente la estructura. Por su naturaleza son métodos cualitativos (10).

Debido a las limitaciones, estas pruebas biológicas constituyen únicamente la primera y la segunda etapa dentro del programa de investigación de la fertilidad de los suelos de una región o país. Una vez obtenida la información sobre cuál elemento constituye el problema en los suelos, la investigación tendiente a obtener tecnología adecuada sobre tipo. Reciben el nombre de ensayos en invernadero aquellas pruebas biológicas que se desarrollan en recintos cerrados con vidrio y en los cuales normalmente se puede controlar en alguna forma la temperatura ambiental. Usualmente, los ensayos se establecen en materos, y las características y alcances se resumen así (6):

Los ensayos de invernadero se presentan muy bien para realizar las primeras etapas de lo que se denomina "calibración del análisis" para el diagnóstico químico de la fertilidad. Las pruebas biológicas de invernadero son cortas. Las variables de respuesta que se utilizan son el rendimiento de la materia seca y/o la absorción por la planta del nutrimento objeto de la evaluación (mg/planta ó mg/maceta).

Existen diferentes métodos para estos ensayos como: Colwell, Mitscherlich, Jenny, Neubauer, técnica del elemento les a nivel cualitativo únicamente. Es decir, del ensayo se puede concluir sobre el elemento o elementos deficientes o tóxicos en el suelo, pero es difícil en base a los resultados obtenidos bajo tales condiciones, formular recomendaciones sobre dosis de fertilizantes. Existen diferentes métodos para estos ensayos como planta indicadora la lechuga como (*Lactuca parris* Island, Des) debido a su rá-

En invernadero es posible controlar los factores de crecimiento, luz, temperatura y humedad. Si bien es una ventaja ya que se elimina su interacción con los niveles nutricionales que se exploren, es una desventaja porque se aleja de la realidad del campo. (10).

Permiten controlar en parte las fuentes de variación inherentes a múltiples factores de la planta, semilla, suelo, condiciones sanitarias, etc., circunstancia ésta que se reflejará en el error experimental y por lo tanto en una alta sensibilidad o precisión de la prueba. (10).

Debido a las limitaciones, estas pruebas biológicas constituyen únicamente la primera y la segunda etapa dentro del programa de investigación de la fertilidad de los suelos de una región o país. Una vez obtenida la información sobre cuál elemento constituye el problema en los suelos, la investigación tendiente a obtener tecnología adecuada sobre tipo, dosis, sistemas y época de aplicación de fertilizantes y emiendas se debe realizar en el campo. (10).

Los ensayos de invernadero se presentan muy bien para realizar las primeras etapas de lo que se denomina "calibración del análisis" para el diagnóstico químico de la fertilidad. (10).

Los ensayos de invernadero tienen la particularidad de poder evaluar a la vez varios suelos. (10).

Existen diferentes métodos para estos ensayos como : Colwell, Mitschlich, Jenny, Neubauer, técnica del elemento faltante (10, 22).

En el método de Jenny se usa como planta indicadora la lechuga roma (Lattuce parris Island. Cos) debido a su rá-

pido desarrollo, a que relativamente está libre de plagas y enfermedades y a que es muy sensible a la deficiencia de nutrimentos del suelo, especialmente a la del fósforo. Sirve para determinar las necesidades de fósforo, nitrógeno, potasio, azufre y los requerimientos de cal en el suelo (10).

Los Oxisoles son generalmente suelos más antiguos, más meteorizados, mejor drenados y con pH más alto. En la técnica del elemento faltante el fundamento consiste en que cada tratamiento tendrá la totalidad de los elementos esenciales mayores y menores en estudio, excepto uno de ellos, circunstancia ésta que le da el nombre a la técnica. Además se tiene un tratamiento completo y el Testigo (6). El Litoral Pacífico presenta una relación Ca/Mg desequilibrada (17).

b. Ensayos de campo

La presencia de una capa de cenizas volcánicas cementada que se encuentra a diferentes profundidades. Se puede considerar como el método biológico más antiguo y más adecuado para evaluar la fertilidad de los suelos (10).

2.4 Requerimientos nutricionales de la palma africana

Estos experimentos son de gran ayuda en la formulación de recomendaciones generales. Cuando se realiza un gran número de pruebas en suelos que están bien caracterizados, las recomendaciones basadas en estos estudios puedan extrapolarse a otros suelos con características semejantes (22).

2.3 Características generales de los suelos estudiados

Los suelos dedicados en el país al cultivo de la palma africana son de origen muy diferente, pero en conjunto se dice que han sido formados por aluviones y/o sedimentos marinos antiguos o recientes, con o sin influencia de materiales de origen volcánico (16).

La nutrición vegetal; el nitrógeno es la cantidad más importante. La mayor parte de las especies vegetales cultivadas la requieren en más cantidad que cualquier otro elemento nutritivo (1).

Según Muñoz (16) se describe a estos suelos con buenas condiciones físicas de textura, estructura, porosidad, movimientos de agua muy buenos, así como un perfil profundo bien desarrollado. Estos suelos en conjunto se podría asimilar a Oxisoles y Ultisoles. Estos suelos en conjunto se podría asimilar a Oxisoles y Ultisoles reguladores del crecimiento, seafclipidos, alcaloides y clorofilas. En resumen, el nitrógeno está involucrado en la mayoría, si no en todas las reacciones bioquímicas que determinan la vida (16).

Los Oxisoles son generalmente suelos más antiguos, más meteorizados, mejor drenados y con propiedades físicas más favorables que los Ultisoles y Alfisoles. Los Oxisoles y en menor grado los Ultisoles se caracterizan por una baja capacidad de intercambio catiónico (14). En la primera edad y corresponde a una carencia frecuentemente advertida, cuya intensidad varía según la naturaleza y antecedentes del suelo (18).

El 75% de los suelos del Litoral Pacífico presenta una relación Ca/Mg desequilibrada a (17).

En palmerales adultos se observa poca carencia de nitrógeno, si no es, relativamente. Después de la fase de intensa necesidad encuentra a diferentes profundidades, influye en el amarillamiento de las hojas de la palma africana (16). El nitrógeno que experimenta cuando es joven el palmeral parece estar en equilibrio en este elemento (18).

2.4 Requerimientos nutricionales de la palma africana

Las palmeras de aceite necesitan nitrógeno en grandes cantidades no solo para el crecimiento vegetativo, particularmente durante los primeros años, sino también para la formación de los frutos.

De los elementos que existen en la naturaleza solamente 16 ó 17 son considerados esenciales para las plantas superiores. Estos elementos son : carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, flúor, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, cloro, molibdeno, hierro, zinc, cobre y manganeso. De estos nutrimentos el nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, boro y cloro, parecen ser los más importantes para los palmerales colombianos (16). El nitrógeno ejerce cierta influencia sobre la relación entre el número de flores de ambos sexos. El suministro abundante durante las primeras fases iniciales de la palmera puede estimular el crecimiento vegetativo a costo de la productividad siguiente. Hay efecto negativo del nitrógeno sobre la formación de las flores femeninas y positiva sobre las masculinas (23).

2.4.1 Nitrógeno

Desde el punto de vista de la ciencia del suelo y de la nutrición vegetal, el nitrógeno se lo considera como el elemento más importante. La mayor parte de las especies vegetales cultivadas lo requieren en más cantidad que cualquier otro elemento nutritivo (1).

da de lluvia. Después del carbono, hidrógeno y oxígeno, es el elemento más abundante en las plantas, hasta 6% en la materia seca y forma parte de las estructuras de compuestos biológicamente importantes como los aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, vitaminas, reguladores del crecimiento, fosfolípidos, alcaloides y clorofila. En resumen, el nitrógeno está involucrado en la mayoría, si no en todas las reacciones bioquímicas que determinan la vida (16).

3.4.2 Fósforo

Las necesidades del nitrógeno en la palma son elevadas con excepción del nitrógeno, ningún otro elemento influye en la primera edad y corresponde a una carencia frecuentemente advertida, cuya intensidad varía según la naturaleza y antecedentes del suelo (18, 26). Una carencia de este elemento es dolosamente seria, ya que perjudicaría a la planta y evitaría que ésta aproveche los otros nutrientes (16).

En palmerales adultos se observa poca carencia de nitrógeno, al menos, relativamente. Después de la fase de intensas necesidades cualitativamente, debido a que la extracción de fósforo es alta des de nitrógeno que experimenta cuando es joven el palmeral parece establecer un equilibrio en este elemento (18).

Las palmeras de aceite necesitan nitrógeno en grandes cantidades no solo para el crecimiento vegetativo, particularmente durante los primeros años, sino también para el crecimiento reproductivo, debido a la fuerte cantidad de nitrógeno extraído por los racimos frutales (25).

El nitrógeno ejerce cierta influencia sobre la relación entre el número de flores de ambos sexos. El suministro abundante durante las primeras fases iniciales de la palmera puede estimular el crecimiento vegetativo a costo de la productividad siguiente. Hay efecto negativo del nitrógeno sobre la formación de las flores femeninas y positivo sobre las masculinas (25).

Se ha postulado que bajo condiciones de insuficiente radiación solar y consecuente restricción fotosintética durante la tempora

da de lluvia, en Nigeria, la proporción de órganos sexuales es afectada adversamente por la abundante presencia de nitrógeno inorgánico en relación con los carbohidratos. De esta manera puede explicarse también el efecto favorable ejercido por los cultivos intercalados sobre el rendimiento (25). aceites vegetales (4).

2.4.2 Fósforo desempeña un papel muy importante en la nutrición de las palmeras oleaginosas. Este nutriente no solamente es esencial para la fotosíntesis y la síntesis del protoplasma, sino que también es un regulador de la economía de agua de la planta. El fósforo puede ser tan notoriamente en el crecimiento de las plantas como el nitrógeno. Una carencia de este elemento es doblemente seria, ya que perjudicaría a la planta y evitaría que ésta aproveche los otros nutrientes (16). Las necesidades de este elemento en las palmeras oleaginosas, dada que las necesidades del potasio de la palmera oleaginosas son grandes y la deficiencia potásica es muy generalizada (25).

Las necesidades del fósforo en las palmeras son más importantes cualitativamente, debido a que la extracción de fósforo es apenas una sexta o una décima parte en comparación con las del nitrógeno y del potasio (16). Las necesidades de este elemento en las palmeras oleaginosas, dada que las necesidades del potasio de la palmera oleaginosas son grandes y la deficiencia potásica es muy generalizada (25).

El fósforo aún cuando la palmera lo requiere en cantidades más pequeñas que el nitrógeno y el potasio, afecta no solo el crecimiento sino, sobre todo la productividad. Los fosfatos incrementan el número total de inflorescencias, masculinas y femeninas, reduciendo así el aborto floral (25).

El fósforo aún cuando la palmera lo requiere en cantidades más pequeñas que el nitrógeno y el potasio, afecta no solo el crecimiento sino, sobre todo la productividad. Los fosfatos incrementan el número total de inflorescencias, masculinas y femeninas, reduciendo así el aborto floral (25).

En vista de que el nitrógeno y el fósforo son componentes de las proteínas vegetales en una proporción bastante constante, existe por ello una relación entre los contenidos de nitrógeno y de fósforo en la hoja, para determinar el nivel del fósforo. Así mismo sus deficiencias en la palmera de aceite precisan considerar las relaciones foliares N/P y K/P (25). Junto con el nitrógeno, el fósforo es un constituyente de la clorofila, receptor de varias sustancias de las diferentes rutas metabólicas de las plantas incluyendo la fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, etc. (25).

Junto con el nitrógeno, el fósforo es un constituyente de la clorofila, receptor de varias sustancias de las diferentes rutas metabólicas de las plantas incluyendo la fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, etc. (25).

2.4.3 Potasio líquidos y transformaciones del nitrógeno. Todas las reacciones que involucran la transferencia del fósforo son activadas por el magnesio. Tiene influencia en el metabolismo del nitrógeno y en los hidratos de carbono, interviniendo así en la síntesis de proteínas, almidones y aceites vegetales (4).

El potasio desempeña un papel muy importante en la nutrición de las palmeras oleaginosas. Este nutriente no solamente es esencial para la fotosíntesis y la síntesis del protoplasma, sino que también es un regulador de la economía de agua de la planta. El potasio puede ser considerado como el nutriente más importante con respecto a la capacidad de producir aceite de palmera oleaginosa, dado que las necesidades del potasio de la palmera oleaginosa son grandes y la deficiencia potásica es muy generalizada (25).

2.4.4 Azufre
La importancia del potasio está en relación con la proporción de los órganos sexuales, por el efecto que este elemento ejerce el decisivo en la síntesis de aceites. La deficiencia de azufre aparece en la economía hídrica y la fotosíntesis de la palmera (25).

Es raro en la práctica, debido a que el suministro natural es suficiente, a la vez que muchos fertilizantes contienen este elemento como también calcio. En Nigeria se ha encontrado que el grado de aparición de las enfermedades potencialmente peligrosas, causadas por Fusarium oxysporum, pueden ser reducidas con el uso del potasio. Los resultados obtenidos demuestran que las correlaciones de agua en el suelo, la planta y el aire, especialmente durante la temporada de sequía puede influir sobre el grado de susceptibilidad del huésped, pudiendo, a la vez, estar ligados con el papel desempeñado por el potasio (25).

2.4.4 Magnesio

Junto con el nitrógeno, el magnesio es un constituyente de la clorofila, activador de varios sistemas de las diferentes rutas metabólicas de las plantas incluyendo la fotosíntesis, respiración, síntesis de suplementos continuamente a la planta para un mayor crecimiento (16).

sis y degradación de los líquidos y transformaciones del nitrógeno. Todas las reacciones que involucran la transferencia del fósforo son activadas por el magnesio (16).

El calcio es un elemento que no cumple exactamente los criterios de esencialidad para todas las plantas. Por lo menos, en algunas especies como en remolacha azucarera, algodón, zea mays, tomate, palmas africanas, etc. (16).

Las funciones del calcio en el metabolismo de la palma son en amplio grado de naturaleza químico-coloidal, en vista de que la palmera solo requiere una pequeña cantidad de este elemento y a pesar del bajo contenido causado generalmente por los suelos propicios para el desarrollo de la palmera oleaginosa. La deficiencia de este nutriente solo aparece en forma esporádica (25).

2.4.6 Azufre

2.5.1 Deficiencias de nitrógeno

El azufre es de vital importancia por desempeñar un papel decisivo en la síntesis de aceites. La deficiencia de azufre aparece raramente en la práctica, debido a que el suministro natural es suficiente, a la vez que muchos fertilizantes contienen este elemento como también calcio (25).

2.4.7 Elementos menores

La deficiencia del nitrógeno se presenta en plantas jóvenes, especialmente en suelos arenosos, con bajo contenido de materia orgánica, sin cobertura de leguminosas o en terrenos cultivados frecuentemente. La función de los elementos menores en la nutrición de la palmera oleaginosa es aún incierto (25).

2.4.8 Boro

El boro es relativamente inmóvil en la planta, por lo que las deficiencias aparecen primero en las hojas más nuevas y en los puntos de crecimiento activo. Debido a esta inmovilidad, el boro se debe suplementar continuamente a la planta para un normal crecimiento (16).

2.4.9 Cloro. Los síntomas se reflejan en una decoloración de las hojas, el verde oscuro de los limbo cambia a verde amarillento, llegando a amarillo paja.

El cloro es un elemento que no cumple exactamente los criterios de esencialidad para todas las plantas. Por lo menos, en algunas mejora la producción como en remolacha azucarera, algodón, cebada, tomate, palma africana, etc. (16).
En la altura de las plantas, también hay adelgazamiento de los peciolo (16).

2.5 Problemas nutricionales de la palma africana

Especialmente después del trasplante de las palmeras puede presentarse deficiencia de nitrógeno que se exterioriza por una clorosis general de las hojas y la inhibición del crecimiento vegetativo de origen no parasitario, es imposible de eliminar con la aplicación de N, P y K, manifestándose así la necesidad de aplicar también elementos menores.

2.5.2 Deficiencia de fósforo

2.5.1 Deficiencias de nitrógeno

Las funciones del fósforo y del nitrógeno parecen estar interrelacionadas, ya que los compuestos inorgánicos de nitrógeno son rápidamente absorbidos y acumulados por la planta cuando los fosfatos orgánicos son bajos; cuando son abundantes se reducen (16).
La falta de nitrógeno se puede deber a la deficiencia real del elemento, condiciones del suelo desfavorables y sequías prolongadas (5).

Entre las causas de la deficiencia del fósforo están el bajo contenido de la fracción orgánica en el suelo, deficiente nutrición nitrogenada que generalmente provoca bajo contenido de fósforo en las hojas. En la palma existe estrecha relación entre el nitrógeno y el fósforo, dado que estos elementos son constituyentes de la proteína vegetal. Anteriormente estuvieron ocupados por bosques y con cobertura bien establecida de leguminosas, como el kudzu (Pueraria sp.). En plantas adultas es menos frecuente (16).

El amarillamiento de las hojas es uno de los síntomas de la deficiencia de nitrógeno que puede ser causada por la inadecuada fertilización y la competencia de nutrientes con Imperata cylindrica y Mekania cardata que retrasan y disminuyen el crecimiento (23).

ducción del vigor. Los síntomas se reflejan en una decoloración de las hojas, el verde oscuro de los limbos cambia a verde amarillento, llegando a amarillo paja cuando la deficiencia es aguda y en algunos casos presenta necrosis de los tejidos afectados. El amarillo afecta indistintamente a las hojas más jóvenes como a las adultas. Además, se presenta reducción considerable en el número y tamaño de las hojas, lo mismo que en la altura de las plantas; también hay adelgazamiento de los peciolo (16). El potasio es el único catión monovalente que es generalmente indispensable para todos los seres vivos y su concentración en los tejidos vegetales excede a cualquier otro catión (9).

Especialmente después del trasplante de las palmeras puede presentarse deficiencia de nitrógeno que se exterioriza por una clorosis general de las hojas y la inhibición del crecimiento vegetativo (25). Entre las causas de la deficiencia del potasio, están la acidez y la composición del suelo, el medio ecológico, la relación del potasio con otros elementos (calcio, magnesio, sodio) y los antecendentes del cultivo (16).

2.5.2 Deficiencia de fósforo

Los síntomas se presentan de dos maneras. La decoloración se manifiesta por aparición en las hojas de una zona de un color interrelacionadas, ya que los compuestos inorgánicos de nitrógeno son rápidamente absorbidos y acumulados por la planta cuando los fosfatos aprovechables son bajos; cuando son abundante se reducen (16).

Entre las causas de la deficiencia del fósforo están el bajo contenido de la fracción orgánica en el suelo, deficiente nutrición nitrogenada que generalmente provoca bajo contenido de fósforo en las hojas. En la palma existe estrecha relación entre el nitrógeno y el fósforo, dado que estos elementos son constituyentes de la proteína vegetal en proporción constante para un mismo órgano. Hay disminución en el contenido de fósforo por las aplicaciones masivas del ión potasio al suelo (16). La complejidad de la sintomatología en cuestión se refleja en múltiples descripciones de la diversidad de los síntomas de la deficiencia de potasio en las hojas. Igualmente, parece que las diferencias en los síntomas foliares de deficiencia se deben más a las variaciones en los niveles de otros nutrientes que al potasio (16).

En condiciones normales de cultivo no se ha observado deficiencias de fósforo en palmas de suelos de Africa, Asia y Colombia. Pero en medios nutritivos artificiales sobre cuarzo purificado se ha logrado desarrollar los síntomas, los cuales se han caracterizado por re -

ducción del vigor y del crecimiento acompañado de clorosis. En hojas de más edad aparece necrosis en la parte terminal y manchas cloróticas (16).

El boro interviene en la división celular, floración, fructificación. 2.5.3 Deficiencias de potasio. Los ácidos nucleicos, ADN y ARN y del nitrógeno en la conversión a sustancias más complejas como las proteínas (16).

El potasio es el único catión monovalente que es generalmente indispensable para todos los seres vivos y su concentración en los tejidos vegetales excede a cualquier otro catión (9). En suelos de cobertura liviana bajos en materia orgánica, suelos altamente calcáreos y a la disminución de la solubilidad de los cationes de base (16).

Entre las causas de la deficiencia del potasio, están el origen y la composición del suelo, el medio ecológico, la relación del potasio con otros elementos (calcio, magnesio, sodio) y los antecedentes del cultivo (16). Entre los síntomas de los folíolos en bayonetas, deformaciones acentuadas de las hojas o de la flecha, interrupción a veces completa de la emisión foliar, necrosis de bayonetas y bandas blancas (16).

Los síntomas se presentan de dos maneras. La decoloración se manifiesta por aparición en las hojas de más edad de un aclaramiento marginal difuso de color verde, que posteriormente vira al verde amarillento y luego a amarillo pálido. O bien aparecen manchas pequeñas amarillas o anaranjadas en el limbo de las hojas viejas (16).

En ambos casos, la deficiencia se observa como una dese- aceleración de las hojas adultas y reducción de la altura de las palmas acompañada de la disminución del número de las hojas, cuando la carencia es acentuada (16).

Entre las causas de la deficiencia están: la relación débil entre el aparato absorbente y el total de la planta joven, suelos frías y áridas.

La complejidad de la sintomatología en cuestión se refleja en múltiples descripciones de la diversidad de los síntomas de la deficiencia de potasio en las hojas. Igualmente, parece que las diferencias en los síntomas foliares de deficiencia se deben más a las variaciones en los niveles de otros nutrientes que al potasio (25).

En las plantas jóvenes, el síntoma de deficiencia de potasio se manifiesta en las flechas de las hojas más viejas. La decoloración se inicia a nivel de las partes más expuestas a la luz, como las extremidades de los folíolos y

las hojas. 2.5.4 Deficiencias de boro característica de la deficiencia de magnesio (16).

El boro interviene en la división celular, floración, fructificación, metabolismo de carbohidratos, de los ácidos nucleicos ADN y ARN y del nitrógeno en la conversión a sustancias más complejas como las proteínas (16).

Entre las causas de la deficiencia están: suelos de textura liviana bajos en materia orgánica, suelos altamente calcáreos y/o a la disminución de la solubilidad de los compuestos de boro (16).

El clima interviene en los procesos metabólicos de las plantas al incrementar la deficiencia de boro produce una disminución de la longitud de las hojas, extremidad de los folíolos en bayoneta, deformaciones acentuadas de las hojas o de la flecha, interrupción a veces completa de la emisión foliar, asociación de bayonetas y bandas blancas (16).

2.5.5 Deficiencia de magnesio

El catión magnesio mejora la utilización y movilidad del fósforo al formar con éste fosfatos de magnesio (PO_4Mg). Existe además una íntima relación entre el magnesio y la formación de aceites vegetales (16).

Entre las causas de la deficiencia están: relación débil entre el aparato absorbente y el total de la planta joven, suelos ferralíticos arenosos muy saturados de alta precipitación (16).

2.5.7 Deficiencias de calcio

La deficiencia de magnesio aparece por lo general en las plantas jóvenes; el síntoma más característico de la carencia de este elemento es la decoloración uniforme de amarillo anaranjado en los folíolos de las hojas más viejas. La decoloración se sitúa a nivel de las partes más expuestas a la luz, como las extremidades de los folíolos y

las hojas. El efecto de la sombra es característico de la deficiencia de magnesio (16).

En la hoja existe un estricto antagonismo entre los cationes potasio, calcio y La deficiencia de magnesio impide el crecimiento de la palmera por la reducción del desarrollo foliar, estimula el aborto de los racimos, puede afectar adversamente la relación sexual y disminuir así mismo el rendimiento de los racimos (25).

2.5.6 Deficiencias de cloro

Con respecto a las relaciones de nutrientes, varios investigadores han demostrado el antagonismo existente entre el potasio y el calcio, como también entre el potasio y magnesio. Mediante el análisis del metabolismo de los carbohidratos, interviene en la producción de la clorofila y la fotosíntesis y afecta la concentración osmótica de la savia celular (16).

El cloro interviene en los procesos metabólicos de las plantas al incrementar el contenido de agua en los tejidos, afecta el metabolismo de los carbohidratos, interviene en la producción de la clorofila y la fotosíntesis y afecta la concentración osmótica de la savia celular (16).

Las deficiencias se presentan en las regiones más apartadas de los océanos o de los mares; no obstante que las burbujas de aire al dejar la superficie del mar transportan cloruro de sodio al formar nubes continentales y precipitarse, pueden aportar en la lluvia de 15 a 40 Kg/Ha de cloro (16).

Los síntomas se manifiestan por un marchitamiento, clorosis y broncreamiento, seguido por necrosamiento y reducción del sistema radicular (16).

2.5.7 Deficiencias de calcio

La literatura indica que la deficiencia de calcio aparece en forma esporádica en el cultivo de la palma africana (16).

La aplicación del tén cloro en forma de sal, produce un efecto negativo en los niveles del catión potasio, acompañado por un efecto positivo de los niveles del tén calcio; este último efecto podrá originarse en el antagonismo potasio/calcio que explica el por qué disminuye el catión potasio (16).

2.6 Antagonismo, sinergismo y toxicidad/uso de cloruro de potasio
aumenta el contenido de cloro en las hojas y el rendimiento de las raci-
nos/planta, pero reduce el contenido de potasio y de aceite, situación

En la hoja existe un estricto antagonismo entre los cationes
que se atribuye al efecto negativo en el potasio o a un exceso de cloro
potasio, calcio y magnesio. Algunos autores señalan el antagonismo K/P
(15).
en la hoja, es decir, el fósforo en general disminuye el contenido de
potasio en la hoja dieciséis, pero parece más razonable atribuir este e-
fecto al catión calcio contenido en los fosfatos y no al propio fósforo-
(16).
deficiencia del catión calcio y/o catión magnesio por efecto del ión
complementario en el suelo o por el efecto antagonico de estos cationes
en la planta (16). Con frecuencia se observan efectos antagónicos entre

Con respecto a las relaciones de nutrientes, varios investiga-
dores han demostrado el antagonismo existente entre el potasio y el cal-
cio, como también entre el potasio y magnesio. Mediante el análisis fo-
liar se encontró que la suma en porcentajes de potasio, magnesio y cal-
cio en la materia seca es bastante constante, aproximadamente 2, así como
la existencia de un antagonismo potasio/magnesio a bajos niveles de pota-
sio y de potasio/calcio a elevados niveles de potasio. La relación que
se presenta a niveles normales de potasio puede ser alterada por exceso
de magnesio en el suelo (25).
originar deficiencias de potasio, así co-
mo también de elementos menores (23).

De las experiencias en varios países se puede indicar que la
fertilización del suelo con magnesio, influye positivamente sobre el con-
tenido del catión magnesio y fósforo en las hojas, en la producción, con
el peso medio de racimos por árbol, pero influye negativamente en el con-
tenido del catión potasio en las hojas. Este antagonismo no parece más
acentuado en el catión potasio/magnesio (el catión potasio deprime al ca-
tión magnesio). En este caso es muy posible que las deficiencias del ca-
tión magnesio sean inducidas, en algunos suelos, por una fertilización
potásica excesiva o viceversa (16).

La aplicación del ión cloro en forma de KCl, presenta un efec-
to negativo en los niveles del catión potasio, acompañado por un efecto
positivo de los niveles del ión calcio; este último efecto podrá origi-
narse en el antagonismo potasio/calcio que explica el por qué disminuye
el catión potasio (16).

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
INSTITUTO DE DOCUMENTACIÓN
BIBLIOTECA TÉCNICA

Las aplicaciones de 4 a 8 Kg/planta/año de cloruro de potasio aumentan el contenido de cloro en las hojas y el rendimiento de los racimos/planta, pero reduce el contenido de potasio y de aceite, situación que se atribuye al efecto negativo en el potasio o a un exceso de cloro (16). El presente trabajo se realizó en el Invernadero de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Maricao, entre los meses de Febrero y Agosto de 1961.

Las aplicaciones masivas de potasio, KCl ó K_2SO_4 , pueden inducir deficiencia del catión calcio y/o catión magnesio por efecto del ión complementario en el suelo o por el efecto antagónico de estos cationes en la planta (16). Con frecuencia se observan efectos antagónicos entre el potasio y el calcio y el magnesio (25).

Tunaco se encuentra ubicado a $1^{\circ}48' LN$ y $78^{\circ}46' LS$ al Oeste de Greenwich. El exceso de nitrógeno puede incrementar la incidencia de disturbios fisiológicos, tales como las enfermedades de penacho (Crowen disease) y la pequeñez de las hojas (Little leaf) (25).

Limita al Norte con el Océano Pacífico, al Oriente con Mosquera y Robo. Un exceso de calcio por ejemplo, resultante de una fuerte aplicación de roca fosfatada, puede originar deficiencias de potasio, así como también de elementos menores (25).

Luna (15) en su trabajo concluye que los suelos de Tunaco se formaron sobre material sedimentario, que en épocas distintas fueron erosionados en mayor o menor grado por la acción de los ríos de la región y por el mar. Desde el punto de vista geográfico, estos suelos se pueden agrupar en: depósitos volcánicos, sedimentos aluviales, sedimentos mixtos (marino-aluviales) y sedimentos marinos, sin descartar la posibilidad de sedimentos triplos (volcánico-aluvial-marino).

Los mejores suelos dedicados al cultivo de la palma africana deben ser permeables, profundos, suaves de estructura para el desarrollo del sistema radicular, aluviales, bien drenados (19, 17).

Las palmeras cultivadas en Maricao están ubicadas en suelos fértiles, bajos en fósforo y en bases intercambiables como calcio, magnesio,

potasio, con un contenido de **III. MATERIALES Y METODOS** orgánicos. Estos suelos se los puede clasificar dentro de los Oxisolas y Ultisoles (16).

El presente trabajo se realizó en el Invernadero de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, entre los meses de Febrero y Agosto de 1981.

Las muestras de suelo se tomaron en el área donde se presentó un **3.1 Localización del área en estudio** en plantaciones de dos años y medio de edad; las muestras fueron tomadas a una profundidad de 20 cm.

Municipio de Tumaco, Vereda Tangaríal

3.3 Determinaciones de laboratorio y métodos utilizados

Tumaco se encuentra ubicado a 1°48' LN y 78°46' LS al Oeste de Greenwich; con una temperatura media de 28°C, precipitación promedio de 2.531 mm anuales y 2 msnm (12). (2), densidad aparente por el cilindro graduado (7), carbono orgánico y materia orgánica por el método de Wal-

Limita al Norte con el Océano Pacífico, al Oriente con Mosquera y Roberto Payán y Barbacoas; al Sur con el Ecuador y al Occidente con el Océano Pacífico (12).

Luna (15) en su trabajo concluye que los suelos de Tumaco se formaron sobre material sedimentario, que en épocas distintas fueron erodados en mayor o menor grado por la acción de los ríos de la región y por el mar. Desde el punto de vista geogenético, estos suelos se pueden agrupar en : depósitos volcánicos, sedimentos aluviales, sedimentos mixtos (marino-aluviales) y sedimentos marinos, sin descartar la posibilidad de sedimentos triples (volcánico-aluvial-marino). . . . 40,84

Arcillas, 30,24

Los mejores suelos dedicados al cultivo de la palma africana de ben ser permeables, profundos, carentes de obstáculos para el desarrollo del sistema radicular, aluviales, semipesados (13, 19). 0,93

Factor conversión ppm a Kg/ha 1,06

Las palmeras cultivadas en Nariño están ubicadas en suelos aci- dos, bajos en fósforo y en bases intercambiables como calcio, magnesio, 6,43

potasio, con un contenido medio a alto de materia orgánica. Estos suelos se los puede clasificar dentro de los Oxisoles y Ultisoles (16).

Potasio, mg/100 g de suelo	1,09
Sodio, mg/100 g de suelo	0,09
3.2 Muestreo de los suelos	
Calcio, mg/100 g de suelo	1,14
Magnesio, mg/100 g de suelo	1,14

Las muestras de suelo se tomaron en el área donde se presentó un problema de clorosis de palma africana, en plantaciones de dos años y medio de edad; las muestras fueron tomadas a una profundidad de 20 cm.

3.3 Planta indicadora

3.3 Determinaciones de laboratorio y métodos utilizados

Se utilizó la lechuga romana (*Lactuca parva* Island (Coe.) por ser sensible a la clorosis. La textura se determinó por medio del hidrómetro de Bouyoucos (2), el pH por el potenciómetro (2), densidad aparente por el cilindro graduado (7), carbono orgánico y materia orgánica por el método de Walkley-Black (2), nitrógeno aprovechable por medio del Micro-Kjendahl (2), fósforo aprovechable por el método Bray II (2), magnesio de cambio por el espectroscopio de absorción (3), sodio de cambio por el espectrofotómetro (3), calcio de cambio por medio del espectrofotómetro de absorción atómica (3), capacidad de intercambio catiónico por medio del método del acetato de amonio (2). Se utilizó el plástico con una capacidad aproximada de 3 Kg. Se prefirió el plástico por considerarlo libre de contaminación; sin embargo se utilizó el plástico por seguridad.

3.4 Características físico-químicas de los suelos

Humedad, Pw, %	6,20
Arenas, %	40,04
Arcillas, %	30,24
Limos, %	29,72
3.4.3 Textura	Franco arcilloso
Densidad aparente	0,93
Factor conversión ppm a Kg/Ha	1,86
3.4.3 Tratamientos	
pH	4,45
Carbono orgánico, %	4,04
Materia orgánica, %	6,27

Nitrógeno intercambiable, ppm	89,20
Fósforo intercambiable, ppm	6,70
Potasio, me/100 g de suelo	1,09
Sodio, me/100 g de suelo	0,09
Calcio, me/100 g de suelo	1,14
Magnesio, me/100 g de suelo	1,14
CIC, me/100 g de suelo	21,34
Bases totales, me/100 g de suelo	3,46

3.5 Planta indicadora

Se utilizó la lechuga romana (Lattuce parris Island (Cos.) por ser sensible a las deficiencias nutricionales.

3.6 Procedimiento experimental

3.6.1 Condiciones del ensayo

Los suelos se secaron y luego se tamizaron, se depositaron en las materas de plástico con una capacidad aproximada de 3 Kg. Se prefirió el plástico por considerarlo libre de contaminación; sin embargo se recubrió el interior con emulsión asfáltica para mayor seguridad.

3.6.2 Diseño del experimento

Se utilizó el diseño completamente al azar con 4 replicas. Para analizar y medir las diferencias entre los tratamientos se siguió la prueba de Duncan.

3.6.3 Tratamientos

1. Testigo
2. N, P, K

3. Se aplicó 15 ml que equivale a 134 Kg/ha
4. N, P, K Kg/ha
5. N, P
6. N, P, K, Ca Se aplicó 250 ml que equivale a 134 Kg/ha
7. N, P, K, Ca, Mg
8. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu
9. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu (*) Se aplicó 15 ml que equivale a 134 Kg/ha
10. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu (*)
11. N, P, K, Ca, Mg, Zn, B, Mo, Cu (*)
12. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu (*)
13. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu, Cl Se aplicó 15 ml que equivale a 134 Kg/ha

3.6.4 Fuentes y concentraciones de nutrientes

Cl : 100 ppm

	NH ₄ NO ₃	17,49% de nitrógeno
3.6.6	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ · H ₂ O	24,59% de fósforo
	K ₂ SO ₄	22,37% de potasio
	CaCO ₃	40,04% de calcio
	MgSO ₄ · 7H ₂ O	19,73% de magnesio
	Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O	2,83% de boro
	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	22,73% de zinc
	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ · 4H ₂ O	7,76% de Mo
	CuSO ₄ · 5H ₂ O	25,44% de cobre
	MnCl ₂ · 4H ₂ O	35,82% de cloro

Se aplicó 15 ml que equivale a 134 Kg/ha

3.6.5 Dosis de los nutrientes, 6 Kg de suelo y una planta por matero.

N : 12,37 g/lit. Se aplicó 15 ml que equivale a 134 Kg/ha

3.6.7 Aplicación de nutrientes

P : 7,69 g/lit. Se aplicó 15 ml que equivale a 134 Kg/ha

(*) El signo menos indica que no se aplicó el elemento

bido a la insolubilidad: 2,6 g/lit. Se aplicó 15 ml que equivale a 134 Kg/Ha en la prueba.

Ca : 2,6 g/lit. Se aplicó 250 ml que equivale a 134 Kg/Ha con un promedio de 300 ml/lit. durante dos meses; el agua fue desionizada.

Mg : 9,84 g/lit. Se aplicó 15 ml que equivale a 134 Kg/Ha

B : 100 ppm
Zn : 100 ppm
Mo : 100 ppm
Cu : 100 ppm

Cl : 100 ppm

3.6.6 Semilleros y trasplante

Los semilleros se hicieron en vasos de plástico con capacidad de 100 g de suelo, depositando en cada uno 5 semillas, las cuales fueron adheridas a papel higiénico, cubriéndolas con una capa mullida de suelo.

A los 20 días ocurrió la germinación. Luego se realizó el raleo, dejando dos plantas por vaso, donde permanecieron hasta el momento del trasplante, el cual se hizo 8 días más tarde a los materos, depositando en cada uno 900 g de arena y 1,6 Kg de suelo y una planta por matero.

3.6.7 Aplicación de los nutrientes

Los nutrientes se aplicaron en solución de acuerdo al método de Jenny modificado, dos días después de efectuado el trasplante, a excepción del calcio y magnesio que se adicionaron 4 días más tarde de-

bido a la insolubilidad que generan con algunos de los elementos empleados en la prueba.

Al realizar el análisis de variancia para conocer el efecto de los tratamientos sobre el peso de la materia seca, se suministró agua cuando lo requirió el cultivo, con un promedio de 300 ml/día, durante dos meses; el agua fue desionizada. Se suministró agua cuando lo requirió el cultivo, con un promedio de 300 ml/día, durante dos meses; el agua fue desionizada. Para comparar las medias de esos tratamientos se utilizó la prueba de Duncan (Tabla II), que mostró diferencias significativas (Tabla I). Por esta razón, para comparar las medias de esos tratamientos se utilizó la prueba de Duncan (Tabla II), que mostró diferencias significativas (Tabla I). Por esta razón, para comparar las medias de esos tratamientos se utilizó la prueba de Duncan (Tabla II), que mostró diferencias significativas (Tabla I).

3.6.8. Evaluación del ensayo

Para proceder a la evaluación estadística, previamente se consiguieron los valores de materia seca de la planta indicadora, recurriendo al secado de los resultados a una temperatura de 70°C, por espacio de 24 horas. Este ensayo, produjo los mejores resultados con un valor promedio de materia seca igual a 2,89 g. El tratamiento 4, en el cual se aplicaron únicamente nitrógeno y potasio estuvo asociado con los valores más bajos de materia seca, ya que en promedio solo alcanzó a 0,03 g (Figura 2).

Los resultados anteriores ponen de manifiesto, en principio, que los suelos estudiados tienen un bajo nivel de fertilidad, porque al presentar los dos tratamientos más contrastantes, se halló una respuesta evidente a la aplicación del tratamiento completo. En la Figura 3 se puede visualizar la diferencia entre estos tratamientos, una planta bien desarrollada con bastante follaje y altura normal, que contrasta con otras de características opuestas.

La información de la prueba de Duncan (Tabla II) permite hacer las siguientes consideraciones: existen diferencias estadísticas altamente significativas entre el tratamiento 13 (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mo, Cu, Cl) que produjo mayor rendimiento de materia seca y los tratamientos 4 (N, K), 1 (Testigo), 3 (P, K), 5 (N, P) y 2 (N, P, K) que en su orden produjeron rendimientos de materia seca iguales a 0,03, 0,17, 0,34, 0,72 y 0,73 g.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Al realizar el análisis de variancia para conocer el efecto de los tratamientos sobre el peso de la materia seca, se encontró diferencias estadísticas significativas (Tabla I). Por esta razón, para comparar las medias de esos tratamientos se utilizó la prueba de Duncan (Tabla II), que mostró los resultados que se presentan a continuación. La información gráfica acerca del efecto de los tratamientos aparece en la Figura 1.

ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LOS TRATAMIENTOS EN RELACION AL PESO

El tratamiento 13 que lleva todos los elementos mayores y menores utilizados en el ensayo, produjo los mejores resultados con un valor promedio de materia seca igual a 2,89 g. El tratamiento 4, en el cual se aplicaron únicamente nitrógeno y potasio estuvo asociado con los valores más bajos de materia seca, ya que en promedio sólo alcanzó a 0,03 g (Figura 2).

Tratamiento	13	37,32	3,11	2,83**
-------------	----	-------	------	--------

Los resultados anteriores ponen de manifiesto, en principio, que los suelos estudiados tienen un bajo nivel de fertilidad, porque al presentar los dos tratamientos más contrastantes, se halló una respuesta evidente a la aplicación del tratamiento completo. En la Figura 3 se puede visualizar la diferencia entre estos tratamientos, una planta bien desarrollada con bastante follaje y altura normal, que contrasta con otras de características opuestas.

La información de la prueba de Duncan (Tabla II) permite hacer las siguientes consideraciones: existen diferencias estadísticas altamente significativas entre el tratamiento 13 (N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu, Cl) que produjo mayor rendimiento de materia seca y los tratamientos 4 (N, K), 1 (Testigo), 3 (P, K), 5 (N, P) y 2 (N, P, K) que en su orden produjeron rendimientos de materia seca iguales a 0,03, 0,17, 0,34, 0,72 y 0,73 g.

TABLA I
ANALISIS DE VARIANCA DE LOS TRATAMIENTOS EN RELACION AL PESO DE MATERIA SECA (g)

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Tratamientos	12	37,32	3,11	2,83**
Error	37	40,57	1,096	
Total	49	77,85		

** : Altamente significativo

M.S. = Diferencias estadísticas no significativas
 ** = Diferencias estadísticas altamente significativas

COMPARACION DE PROMEDIOS EN BASE A LA PRUEBA DE DUNNAN PARA LOS

DIVERSOS TRATAMIENTOS CON EL PESO DE MALEZA SECA (gram.) POR CADA PLANTA.

TRATAMIENTO	13	12	6	8	10	9	7	11	2	5	3	1	4
4	2,891025	2,6533	2,11297	1,717575	1,343915	1,26128	1,119647	1,0519225	0,72054	0,72054	0,349155	0,171717	0,0335
1	2,65732	2,6498	2,07947	1,68407	1,310415	1,22778	1,116147	1,01792	0,70272	0,68704	0,31565	0,138217	—
3	2,719308	2,511593	1,941253	1,548858	1,172198	1,089563	0,94793	0,879708	0,564902	0,548823	0,177438	—	—
5	2,54187	2,333414	1,36842	0,99475	0,912125	1,36842	0,770492	0,7022675	0,387065	0,01568	—	—	—
2	2,1704	1,96275	1,39243	0,997035	0,623375	0,54074	0,399107	0,3508825	0,01568	—	—	—	—
11	2,154805	1,94700	1,37675	0,981315	0,607695	0,52506	0,363427	0,315200	—	—	—	—	—
7	1,839602	1,631877	1,061547	0,6661525	0,296492	0,209857	0,06824	—	—	—	—	—	—
9	1,771378	1,42202	0,993323	0,597918	0,224268	0,141633	—	—	—	—	—	—	—
10	1,629745	1,42202	0,85169	0,456295	0,082635	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1,54711	1,339313	0,796055	0,37306	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1,717575	1,7345	0,96572	0,395395	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	2,1297	0,7780	0,57033	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	2,6833	0,207725	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	2,891025	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

NS. = Diferencias estadísticas no significativas

* = significativas

*** = altamente significativas

TRATAMIENTOS

- 1º - Testigo
- 2º - N, P, K₀
- 3º - P, K
- 4º - N, K
- 5º - N, P
- 6º - N, P, K, Ca

- 7. N, P, K, Ca, Mg
- 8. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu
- 9. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu (7)
- 10. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu (9)
- 11. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu (1)
- 12. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu (1)
- 13. N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu, e l.

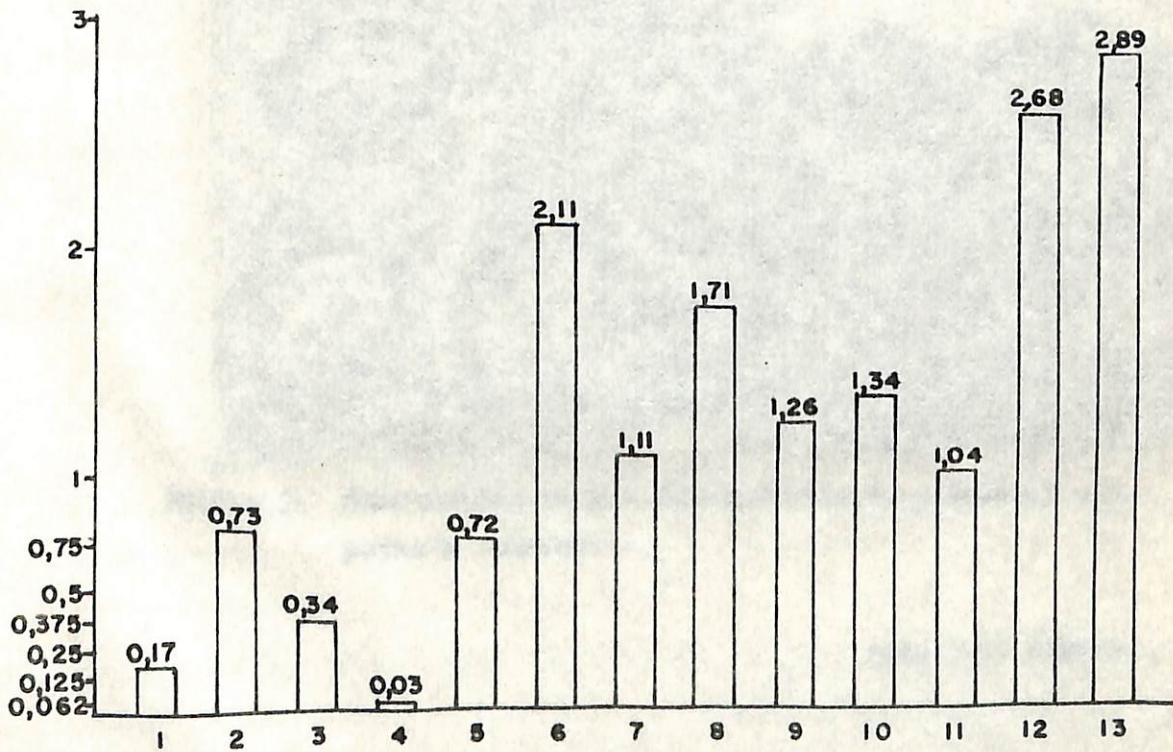


Figura 1 - EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL PESO SECO DE LA PLANTA INDICADORA (gr./maceta).

(-) El signo menos indica que no se aplico el elemento.

Los valores que se acaban de resaltar sirven para indicar que dentro del grupo de los elementos mayores, el fósforo es el más limitante, y que la situación se hace más crítica cuando se aplican nitrógeno y potasio sin dicho elemento, que es el caso del tratamiento 4 que produjo menos materia seca que el Testigo. En efecto, el análisis del suelo que reportó 6,7 ppm de fósforo aprovechable, hace que se catalogue como deficiente (11). La baja disponibilidad de fósforo para el cultivo se debe, en parte, por la reacción fuertemente ácida de este suelo, pH 4,4 que permite suponer que la mayor parte del fósforo en estas condiciones está ligada al hierro.

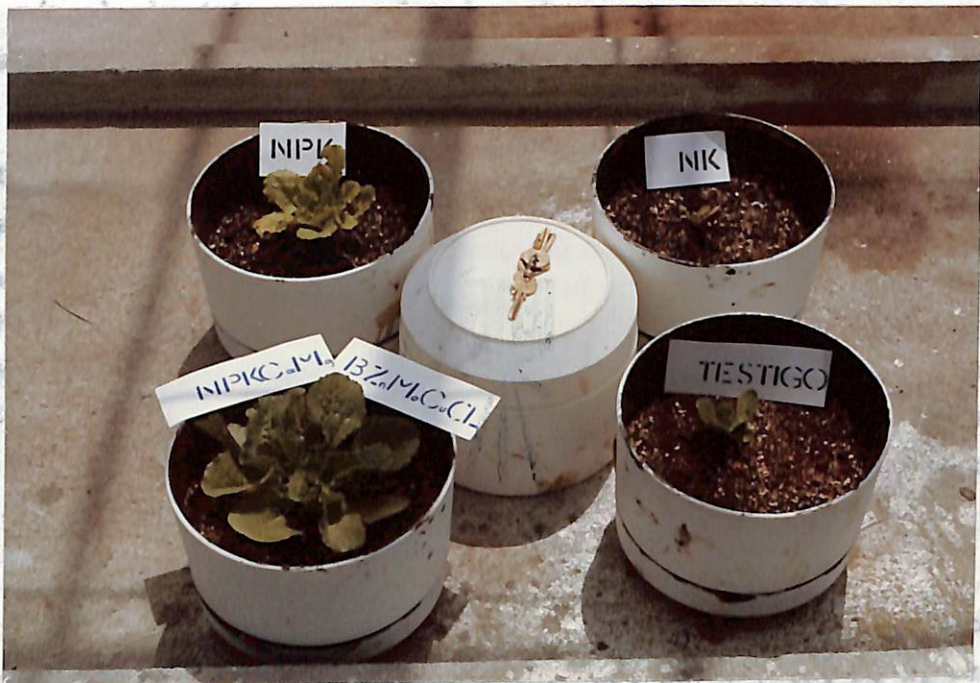


FIGURA 3. Plantas de lechuga romana, donde se observa deficiencia de fósforo.

La anterior información confirma que el problema Foto: R. Arturo. los limitivos en los suelos de esta zona se sitúa que resolver con la aplicación de los elementos mayores y menores. Además, la adición de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio junto con el calcio y el magnesio, en dosis que permitan un adecuado balance nutricional, a pesar de que las concentraciones de estas bases en el suelo son igualmente bajas, 1,1 mg/100 g para el calcio y el magnesio (8). En términos generales, los resultados experimentales estarían indicando que hay algún problema en los suelos con la

Los valores que se acaban de reseñar sirven para indicar que dentro del grupo de los elementos mayores, el fósforo es el más limitante, y que la situación se hace más crítica cuando se aplican nitrógeno y potasio sin dicho elemento, que es el caso del tratamiento 4 que produjo menos materia seca que el Testigo. En efecto, el análisis del suelo que reportó 6,7 ppm de fósforo aprovechable, hace que se catalogue como deficiente (11). La baja disponibilidad de fósforo para el cultivo se debe, en parte, ^o por la reacción fuertemente ácida de este suelo, pH 4,4 que permite suponer que la mayor parte del fósforo en estas condiciones esté ligada al hierro y/o al aluminio que serían los elementos responsables de su insolubilidad.

En atención a los resultados (Figura 4), se puede decir que la secuencia del problema de los elementos mayores, en este caso, el fósforo, nitrógeno, potasio, y que además, la sola aplicación de estos nutrientes no resuelve totalmente el problema de fertilidad del suelo estudiado. En definitiva, la producción de las palmas en este suelo será limitada, si no se realiza un cuidadoso programa de fertilización fosfórica, máxime cuando se sabe que tienen que ocurrir unas adecuadas relaciones foliares N/P y P/K para que los rendimientos del cultivo sean buenos (25).

Al nivel del 5% el tratamiento 13 (completo) mostró diferencias con los tratamientos 11 (N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, -Mo, Cu) y 7 (N, P, K, Ca, Mg) que dieron rendimientos promedios de materia seca de 1,83 y 1,77 g, respectivamente. *y la influencia de ciertos elementos secundarios y...*

La anterior información confirma que el problema nutricional de los cultivos en los suelos de esta zona se tiene que resolver con la aplicación de los elementos mayores y menores. Además, la adición de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio junto con el calcio y el magnesio, no garantiza un adecuado balance nutricional, a pesar de que las concentraciones de estas bases en el suelo son igualmente bajas, 1,1 meq/100 g para el calcio y el magnesio (8). En términos generales, los resultados en contrados estarían indicando que hay algún problema en los suelos con la

disponibilidad del molibdeno que, para el caso puede estar asociada con la reacción fuertemente ácida, que determina la pérdida de solubilidad de este micronutriente.

El hecho de no existir diferencias entre el tratamiento 13 (completo) y los tratamientos 9 (N, P, K, Ca, Mg, -B, Zn, Mo, Cu), 10 (N, P, K, Ca, Mg, B, -Zn, Mo, Cu), 8 (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mo, Cu) y 12 (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mo, -Cu), enfatizaría lo expresado sobre el problema del molibdeno o indicaría que, si acaso por el momento, no hay situación

de deficiencia particularmente grave para este elemento.

Si el efecto de los nutrientes secundarios es tan importante como se ha mencionado, se puede esperar que la adición de ciertos elementos al tratamiento completo pueda hacer una diferencia en el crecimiento de las plantas.



FIGURA 4. Muestra del desequilibrio de los elementos mayores y la influencia de ciertos elementos secundarios y menores en el crecimiento.

Aun mismo, la aplicación de los tres elementos mayores y del calcio, que en forma excepcional no haga evidente la deficiencia de molibdeno, quizá esté indicando que el efecto de esa dosis de calcio se traduce en una mayor solubilidad de este micronutriente por un incremento en el pH del suelo (22).

Foto : R. Arturo.

Al comparar los tratamientos 11 y 13 se observa que no solo hay problema con el Mo sino también con el Cl, es decir, que al quitar el Mo y

disponibilidad del molibdeno que, para el caso puede estar asociada con la reacción fuertemente ácida, que determina la pérdida de solubilidad de este micronutriente.

El hecho de no existir diferencias entre el tratamiento 13 (completo) y los tratamientos 9(N, P, K, Ca, Mg, -B, Zn, Mo, Cu), 10 (N, P, K, Ca, Mg, B, -Zn, Mo, Cu), 8(N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, Cu) y 12 (N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Mo, -Cu), confirmaría lo expresado sobre el problema del molibdeno e indicaría que, al menos por el momento, no hay situación de deficiencia con los micronutrientes boro, zinc y cobre. Para el caso particular del cloro, que según la literatura (16) es un elemento importante para el normal desarrollo de la palma africana, tampoco existiría problema, ya que los rendimientos del tratamiento 13 con cloro y el 8 sin este elemento no difieren estadísticamente.

El efecto del tratamiento 6 (N, P, K, Ca) que no difirió significativamente del 13 (completo), probablemente dependa de la relación calcio/magnesio que para el suelo del trabajo es anormal: 1:1. Esto implicaría que la adición de magnesio, tratamiento 7(N, P, K, Ca, Mg) que sí difirió del tratamiento 13 (completo), incide negativamente, por cuanto tendería a desequilibrar aún más dicha relación. Se debe tener presente que para hacer una interpretación correcta sobre la disponibilidad de las bases, hay que tener en cuenta no solo la concentración sino también la saturación y sus relaciones (8). Como en este caso el calcio y el magnesio tienen valores anormales para estas tres características, en el futuro, para el manejo de estos suelos se debe tener mucho cuidado en este sentido. Así mismo, la aplicación de los tres elementos mayores y del calcio, que en forma excepcional no hace evidente la deficiencia de molibdeno, quizás esté indicando que el efecto de esa dosis de calcio se traduce en una mayor solubilidad de este micronutriente por un incremento en el pH del suelo (22).

Al comparar los tratamientos 11 y 13 se observa que no solo hay problema con el Mo sino también con el Cl, es decir, que al quitar el Mo y

el Cl, (tratamiento 11) la producción disminuye. Por el contrario, cuando se los adicione (tratamiento 13) se obtiene la máxima producción, si se compara el tratamiento 8 (sin Cl) con el tratamiento 13 (completo) se observa una tendencia positiva en los rendimientos a favor de este último, aunque no a nivel significativo, por lo que se provee una interacción wolfdano-clare.

El tratamiento 12 (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mo, -Cu, -Cl) (Figura 5), fue el que produjo los mejores rendimientos después del tratamiento 13 que contiene



FIGURA 5. Comparación del tratamiento completo con Cl, sin

Cl, con el Testigo estadísticas a nivel del 5% de probabilidad entre el tratamiento 12 y los tratamientos 3 (P, K), 5 (N, P) y 2 (N, P, K) que a su vez se difieren entre sí. Estos resultados vienen a ser concluyentes respecto a los niveles deficientes de Cl en los suelos estudiados, aunque para tratar de buscar una situación de equilibrio de este elemento con el nitrógeno y el potasio, se tendrá que recurrir indispensablemente a los análisis de fertilización en el campo.

Foto : R. Arturo.

Los resultados del tratamiento 6 (N, P, K, Ca) que ocuparon el tercer lugar en la producción de materia seca, difirieron significativamente de los tratamientos 4 (N, P) y 1 (Testigo), confirmando una vez más la importancia para el tratamiento 13 y el tratamiento 12 (Figura 6).

el Cl, (tratamiento 11) la producción disminuye. Por el contrario, cuando se los adiciona (tratamiento 13) se obtiene la máxima producción, si se compara el tratamiento 8 (sin Cl) con el tratamiento 13 (completo) se observa una tendencia positiva en los rendimientos a favor de este último, aunque no a nivel significativo, por lo que se prevee una interacción molibdeno-cloro.

El tratamiento 12 (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mo, -Cu, -Cl) (Figura 5), fue el que produjo los mejores rendimientos después del tratamiento 13 que contenía además cobre y cloro. Sin embargo, estadísticamente no hubo diferencias significativas en los rendimientos de materia seca, corroborándose lo que se planteaba anteriormente, sobre una adecuada disponibilidad de cobre y cloro para las condiciones actuales de manejo de los suelos estudiados.

Al igual que en el caso del tratamiento completo, en esta oportunidad el tratamiento 12 tuvo diferencias significativas con los tratamientos 4 (N, K) y 1 (Testigo), en este orden, reiterando de esta manera que en el grupo de los elementos mayores el fósforo es el más limitante para la producción de cultivos en esta zona, y que así mismo, los programas de fertilización a base de nitrógeno y potasio no podrán resolver los problemas de la nutrición de las plantas en estos suelos, mientras no se aplique conjuntamente con el fósforo y algunos de los micronutrientes.

Además, se encontró diferencias estadísticas a nivel del 5% de probabilidad entre el tratamiento 12 y los tratamientos 3 (P, K), 5 (N, P) y 2 (N, P, K) que a su vez no difieren entre sí. Estos resultados vienen a ser concluyentes respecto a los niveles deficientes de fósforo en los suelos estudiados, aunque para tratar de buscar una situación de equilibrio de este elemento con el nitrógeno y el potasio, se tendrá que recurrir indispensablemente a los ensayos de fertilización en el campo.

Los resultados del tratamiento 6 (N, P, K, Ca) que ocuparon el tercer lugar en la producción de materia seca, difirieron significativamente de los tratamientos 4 (N, K) y 1 (Testigo), confirmando una vez más lo expresado para el tratamiento 13 y el tratamiento 12 (Figura 6).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

3.1.1 En general, los suelos estudiados tienen un bajo nivel de fertilidad



FIGURA 6. Plantas de lechuga romana, donde se aprecia la similitud entre tratamientos comparados con el Testigo.

Foto : R. Arturo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.2.2 Realizar ensayos de fertilización en el campo para tratar de buscar unas relaciones adecuadas de nitrógeno, fósforo y potasio

5.1 Conclusiones

5.2.3 Establecer ensayos con diferentes dosis de molibdeno y cloro

5.1.1 En general, los suelos estudiados tienen un bajo nivel de fertilidad

5.1.2 El elemento más limitante para la producción en estos suelos es el fósforo

5.1.3 El nitrógeno y el potasio, aunque en menor proporción, también son limitantes para la producción

5.1.4 El calcio y el magnesio en los suelos estudiados tienen bajas concentraciones, 1,14 y 1,14 me/100 g de suelo, y una relación a normal (1:1)

5.1.5 Dentro del grupo de los elementos menores y para las condiciones del ensayo, parece que existiera una interacción positiva molibdeno-cloro

5.1.6 En el trabajo se encontró efecto positivo entre el grupo de los elementos mayores y el grupo de los elementos menores.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 Incluir en los programas de fertilización que se adelanten en estos suelos, la aplicación en niveles altos de fósforo y aumentar los niveles nitrógeno y potasio. Así mismo, realizar estudios con diferentes fuentes de los elementos mencionados

5.2.2 Realizar ensayos de fertilización en el campo para tratar de buscar unas relaciones adecuadas de nitrógeno, fósforo y potasio

El presente trabajo se realizó durante los meses de Abril a Julio de 1961 en el Departamento de Nación, en el Invernadero de la Facultad de Ciencias Agrícolas (FACIA) de la Universidad de Mariño.

5.2.3 Establecer ensayos con diferentes dosis de molibdeno y cloro

5.2.4 Dosificar convenientemente las aplicaciones que se hicieron de calcio y magnesio, a fin de no agravar el problema del calcio y mejorar la disponibilidad del molibdeno

Se midió la fertilidad a partir de un ensayo en invernadero, usando como planta indicadora lechuga romana (*Lactuca parris* Island Cos.), siguiendo el método de Jenny modificada y la del elemento faltante, con 13 tratamientos de los elementos mayores y menores, cuatro repeticiones y un diseño completamente al azar.

Los resultados mostraron que el elemento más limitante para la producción de esta especie es el fósforo y en menor proporción el nitrógeno y el calcio. Se han concentraciones y relaciones inadecuadas de calcio y magnesio y parece existir una interrelación positiva molibdeno-cloro y un efecto positivo entre el grupo de los elementos mayores y menores.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se realizó durante los meses de Abril a Julio de 1981 en el Departamento de Nariño, en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrícolas (FACIA) de la Universidad de Nariño.

Se efectuó un estudio de fertilidad en suelos de la Región del Mira, Nariño, al Suroeste de Colombia, que pertenece al Municipio de Tumaco, situado a 2 msnm, con un promedio anual de lluvias de 2.531 mm y una temperatura promedio anual de 28°C.

Se evaluó la fertilidad a partir de un ensayo en invernadero, usando como planta indicadora lechuga romana (Lattuce parris Island Cos.), siguiendo la técnica de Jenny modificada y la del elemento faltante, con 13 tratamientos con elementos mayores y menores, cuatro repeticiones y un diseño completamente al azar.

Los resultados mostraron que el elemento más limitante para la producción en estos suelos es el fósforo y en menor proporción el nitrógeno y el potasio, que hay concentraciones y relaciones inadecuadas de calcio y magnesio y parece existir una interrelación positiva molibdeno-cloro y un efecto positivo entre el grupo de los elementos mayores y menores.

SUMMARY

This work was carried out during April and July 1981, in the Department of Nariño at the Green house of the Agronomical Sciences Faculty of the Nariño University.

It was carried out a study on soils fertility of the Mira area in the Nariño Department, South-west of Colombia, this region belongs to Tumaco Municipality situated at an altitude of 2 masl and with a mean rainfall of 2,531 mm and with an annual temperature of 28°C.

It was evaluated its fertility starting from an assay made in Green house using as indicator plant the lettuce (Lattuce parris Island Cos.) following the lacking element technique of and the modified Jenny method using thirteen treatments with major and minor elements, four replications and a completely at random design.

The results showed that the more limiting element for palm production in those soils is P and in smaller proportion N and K; there are undesirable concentrations and correlations of Ca and Mg and it seems exist positive interrelation between Mo-Cl and a positive effect between the major and minor elements group.