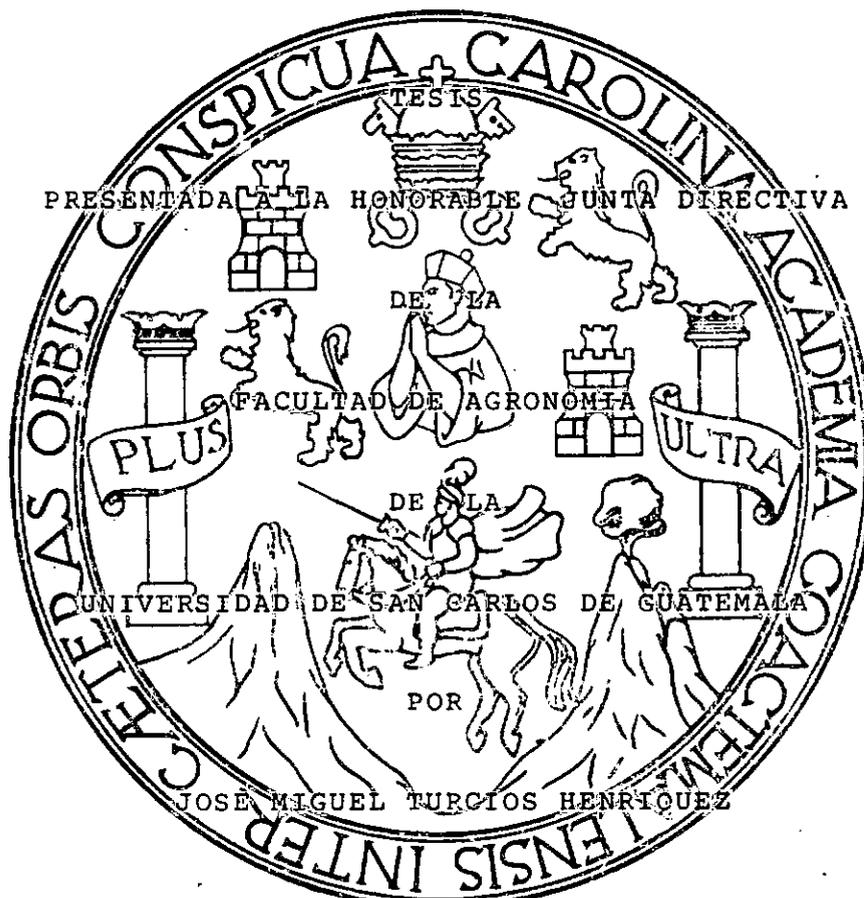


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"ANALISIS FOLIAR Y DE SUELO DE N-P-K EN PALMA AFRICANA
(Elaeis guineensis) (jacq) Y SU CORRELACION CON
RENDIMIENTO EN FRUTO EN FINCA BUENA VISTA"



AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, mayo 1985

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

D. L.
01
T(822)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
VOCAL I:	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
VOCAL II:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL III:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
VOCAL IV:	P.A. Leopoldo Jordán Zavaleta
VOCAL V:	P.A. Axel Gómez Chavarrí
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Aníbal Martínez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. José Miguel Leiva
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Mis fervientes oraciones de gratitud
por su iluminación Divina.

A MIS PADRES:

Ruth Magdalena Turcios Vda. de Henríquez
Miguel Angel Henríquez (Q.E.P.D.)

A MI ABUELA:

María Henríquez

A MIS HERMANOS:

Manuel de Jesús Turcios y Fam.
Dolores Liddell
Hilda Cade
Ruth Noemy Turcios de Guerrero
Elsa Turcios
Guadalupe Turcios de Durán
Luis Armando Turcios
Marlon Ernesto Turcios
Martha Portillo

A MIS CUÑADOS:

Henrique Durán
Héctor Guerrero
Félix Liddell (Q.E.P.D.)
Maurice Cade

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS EN ESPECIAL A:

Rolando Reyes
Luis Peñalongo
Alfonzo Valdiviezo

A MIS TIOS, TIAS, PRIMOS Y SOBRINOS

TESIS QUE DEDICO

A: Mi Patria con lealtad y civismo.

A: La Universidad de San Carlos de Guatemala

A: La Facultad de Agronomía

A: Dios, por quien todo es posible

AGRADECIMIENTOS

Deseo patentizar mi agradecimiento a:

A : Mi Madre, que ha sabido ayudarme en todo momento.

AL: Ing. Agr. Arturo Villeda, por su colaboración en el desarrollo de la investigación.

AL: Ing. Químico, Humberto Giménez G., por su ayuda en el desarrollo del presente trabajo.

AL: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno, por su valiosa ayuda en la tabulación de datos estadísticos del presente trabajo.

AL: Ing. Agr. Ernesto González, por su asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.

A : La Facultad de Agronomía, gracias a la cual vi culminada mi formación académica.

A: ANACAFE, en especial al Ing. Arturo Aguirre, Personal de campo y Administrativo de la Finca "Buena Vista" por su valiosa colaboración para el desarrollo del presente trabajo.

AL: Personal del laboratorio de ANACAFE

A: Mi Hermano Manuel de Jesús Turcios y fam.



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1848

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

15 de mayo de 1985

Ingeniero Agrónomo
César Castañeda
Decano Fac. Agronomía

Señor Decano:

En atención a la designación emanada de esa Decanatura, comunico a usted que he terminado el asesoramiento del trabajo de tesis titulado "ANALISIS FOLIAR Y DE SUELO DE N-P-K, EN PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis*) - (Jacq) Y SU CORRELACION CON REDNIMIENTO EN FRUTO EN LA FINCA BUENA VISTA", desarrollado por el Br. José Miguel Turcios Henríquez, el cual considero es un valioso aporte en el proceso de investigación de palma africana y un segundo paso después de haber realizado la caracterización del cultivo.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. L. Ernesto González G.
ASESOR

Guatemala, 30 de mayo de 1985

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA

De conformidad a las normas establecidas por la Universi
dad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar -
a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"ANALISIS FOLIAR Y DE SUELO EN PALMA AFRICANA (Elaeis guineen-
sis) (jacq) Y SU CORRELACION CON RENDIMIENTO EN FRUTO EN FIN
CA BUENA VISTA".

Presentado como requisito previo a optar el título de In-
geniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Cien-
cias Agrícolas.

Atentamente,

José Miguel Turcios Henríquez

CONTENIDO

		Pag. No.
	Resumen-----	i
I.	Introducción-----	1
II.	Hipótesis-----	3
III.	Objetivos-----	4
IV.	Revisión de Literatura-----	5
IV.1.	Introducción	5
IV.2.	Influencia del pH del suelo-----	7
IV.3.	Extracción de nutrientes del suelo---	7
IV.4.	Influencia del N-P-K- en la producción	9
IV.5.	Influencia de la materia orgánica en la producción-----	11
IV.6.	Influencia de elementos menores-----	11
IV.7.	Control de la nutrición mineral a tra- vés de diagnóstico foliar-----	13
IV.8.	Resultados de trabajo de investigación realizados en Guatemala-----	14
IV.9.	Metodología utilizada en análisis fo- liar-----	16
IV.10.	Técnica para la toma de muestras folia res-----	17
V.	Materiales y Métodos-----	22
V.1.	Descripción del área de estudio-----	22
V.2.	Descripción del experimento-----	22
V.3.	Período de conducción de la investiga- ción-----	22
V.4.	Manejo del material experimental-----	23
V.4.1.	Análisis foliar-----	23
V.4.2.	Análisis de suelo-----	23

CONTENIDO

		Pag. No.
V.5.	Técnicas de campo-----	24
V.6.	Técnica estadística-----	26
V.7.	Factores estudiados-----	26
V.8.	VARIABLES A MEDIR-----	26
V.9.	Suministro de información-----	26
VI.	Resultados y Discusión-----	28
	Gráfica 1-----	29
	Gráfica 2-----	30
	Gráfica 3-----	31
	Gráfica 4-----	32
	Gráfica 5-----	33
	Gráfica 6-----	34
	Gráfica 7-----	35
	Gráfica 8-----	36
	Gráfica 9-----	37
	Gráfica 10-----	38
	Gráfica 11-----	39
	Gráfica 12-----	40
VII.	Discusión General-----	41
VIII.	Conclusiones-----	44
IX.	Recomendaciones-----	46
X.	Literatura Citada-----	48
XI.	Apéndice-----	50

RESUMEN

La palma africana, representa en la actualidad una de las fuentes de mayor importancia en producción de aceites al igual que en el aspecto económico; se sabe que en los últimos años - en Guatemala la producción de aceites y grasas vegetales comestibles depende en gran parte de la semilla de algodón, que se obtiene como un subproducto de ese cultivo. Pero a partir de 1980 debido al crecimiento de la población y reducción del área cultivada con algodón la industria aceitera empezó a tener complicaciones en el abastecimiento de materias primas, por lo que el país se vio obligado a recurrir a la importación de aceites y grasas. A esto se agrega que la palma africana es considerada entre todas las plantas oleaginosas la de mayor producción de aceites por unidad de área y por año, lo que vendría a contrarrestar la importación de aceites y grasas evitándose así la fuga de divisas.

Los objetivos del presente estudio fueron:

- Determinar si el contenido de N-P-K, resultado de análisis foliares y de suelo están bajo o sobre los niveles críticos de fertilización y en base a este conocimiento poder deducir recomendaciones de fertilización en palma africana.

La presente investigación se realizó en la finca "Buena Vista" que se localiza en los 14°36' 40" latitud norte y 91°38' 35" longitud oeste; su altura es de 400 m.s.n.m. con una temperatura media anual de 27°C y una precipitación pluvial anual media de 3800mm. distribuida en los meses de mayo a noviembre. Además esta comprendida dentro del bosque muy húmedo tropical; los suelos donde se encuentra enmarcada esta área pertenecen al grupo de los suelos del declive del pacífico, clasificados dentro de

la serie Mazatenango.

La metodología que se siguió en presente estudio, consistió en realizar análisis tanto foliar como de suelo en plantas de palma africana. Se tomó muestras de hojas en número de 25 plantas por manzana de la variedad "Ténera" con edad de 12 años, tomándose la hoja No. 17 en cada planta a muestrear, de las cuales cada muestra estuvo formada por 50 foliolos de los cuales se tomó de 10 a 20 cms. de la parte central de cada uno procediendo a eliminar los bordes marginales y la nervadura central; luego se lavaron con agua destilada; las muestras que se enviaron al laboratorio se colocaron en hieleras manuales herméticamente cerradas que portaban una etiqueta con todas las descripciones del caso, tales como: fecha de toma de muestra, indicación del ensayo, número de parcela (lote) número de plantas muestreadas y edad de la planta. Durante este lapso de tiempo se cosecharon los racimos de fruto de palma africana seleccionadas anteriormente, procediendo luego a tomar su peso respectivo.

Simultáneamente, se tomaron las muestras de suelo en círculo al pie de las mismas plantas a las cuales se les tomó muestra foliar.

De cada lote de 25 plantas se tomaron 5 muestras totales, haciendo un número de 25 muestras totales para el área muestreada.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de correlación, usando modelos de regresiones simples (lineal, Gamma, cuadrática, logarítmica y raíz cuadrada), entre las variables: Rendimiento y contenido foliar de N-P-K- en porcentaje y Rendimiento-contenido de N-P-K en el suelo.

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo determinar en forma estadística que el único nutrimento de los tres analizados, que si tuvo relación con el rendimiento en peso de fruto de palma africana fue el potasio de suelo, obteniéndose para éste una correlación (r) de 0.9.

Las principales recomendaciones que se se deducen del estudio son:

1. Recomendar a la Asociación Nacional del Café, incrementar los estudios de respuesta a diferentes niveles y fuentes de potasio , y épocas de aplicación en la finca "Buena Vista".
2. Que las fertilizaciones en finca "Buena Vista" se realicen con su respectivo respaldo de análisis de muestras representativas tanto de suelo como de follaje, esto con el propósito de conocer su tenor en elementos minerales y deducir el nivel nutricional de la planta, logrando así una fertilización más precisa y adecuada; y su respuesta a elementos secundarios y menores.
3. Se sabe que la palma africana es un cultivo perenne, y que por lo tanto requiere varios años de investigación para determinar su total productividad. Recomendándose a ANACAFE proseguir estudios mas avanzados en lo que a rendimiento se refiere.

I. INTRODUCCION

En los últimos años en Guatemala la producción de aceites y grasas vegetales comestibles depende de la semilla del algodón, que se obtiene anualmente como un subproducto de ese cultivo.

La demanda interna de aceites ha sido satisfecha en su mayor parte con producción nacional, sin embargo, a partir de 1980, debido al crecimiento demográfico de la población y la reducción del área cultivada con algodón, la industria aceitera empezó a tener dificultades en el abastecimiento de materias primas. El país al momento, no cuenta con cantidades industrialmente aprovechables de otras semillas sustitutivas, por lo que tiene que recurrir a la importación de otros países para abastecer el mercado interno. A partir de esto, se plantea la necesidad de adoptar medidas para fomentar la producción de semillas oleaginosas en el país, sabiendo que se dispone de áreas que reúnen condiciones agrícolamente apropiadas para la producción de casi todas las semillas oleaginosas.

La palma africana (*Elaeis guineensis*) (jacq), representa en la actualidad una de las fuentes de mayor importancia en producción y en el aspecto económico, generador de divisas. A todo lo anterior hay que agregar el hecho comprobado de que la palma africana, es entre todas las plantas oleaginosas la mayor productora de aceites por área y por año, lo que determina en mayor grado la importancia de este cultivo, en la obtención de materia prima para la industria aceitera del país. Además puede colocársele en primer plano en todo proyecto de diversificación agrícola. en los países tropicales, para darle aprovechamiento adecuado a aquellas áreas marginales.

El presente estudio consistió en analizar el estado nutricional del suelo en plantaciones de palma africana de la finca "Buena Vista" propiedad de ANACAFE (Asociación Nacional del Café) ubicada en el municipio de San Sebastián, departamento de Retalhuleu. Además se realizó el análisis foliar de las mismas plantaciones para determinar el nivel de aprovechamiento de los nutrimentos minerales. Estos dos análisis sirvieron para establecer correlación con el rendimiento.

II. HIPOTESIS

El contenido de N-P-K expresado en porcentajes de materia seca guardan una correlación positiva con los rendimientos obtenidos en peso de fruto maduro de palma africana.

En base a este estudio se puede afirmar que el contenido de N-P-K en la materia seca de la palma africana guarda una correlación positiva con los rendimientos obtenidos en peso de fruto maduro de palma africana.

En base a este estudio se puede afirmar que el contenido de N-P-K en la materia seca de la palma africana guarda una correlación positiva con los rendimientos obtenidos en peso de fruto maduro de palma africana.

III. OBJETIVOS

- Conocer el contenido de N-P-K expresado en porcentaje de materia seca para poder determinar si estos contenidos - están abajo o sobre el nivel crítico de fertilización es tablecidos para palma africana en otros países.
- En base a este conocimiento poder deducir recomendaciones de fertilización en palma africana, extrapolados para Guatemala.

IV. REVISION DE LITERATURA

IV.1. Introducción

La palmera aceitera como se sabe responde mejor en rendimiento en suelos permeables, profundos y carentes de obstáculos para el desarrollo del intenso sistema radicular. Especialmente los suelos; aluviales, semipesados y los suelos sedimentarios jóvenes de origen volcánico. Con abundante suministro de nutrientes, la palmera oleaginosa responde también en suelos arenosos y aún en suelos gravosos.

Un alto contenido de humus es muy ventajoso, razón por la cual la aplicación de composta, estiércol, abonos verdes y la implantación de cultivos de cobertura; es de suma importancia en este cultivo. Los tipos de suelo como lo son los cenegosos u orgánicos, en los cuales tiene un buen desarrollo la palmera, son: el contrario, no muy deseables ya que la palmera encuentra en ellos un deficiente anclaje, conduciendo a un posible hundimiento. Los suelos de foresta tropical recién desmontados son particularmente favorables. Otro factor muy importante en este cultivo es la necesidad de oxígeno y es por eso que no suelen tolerar la humedad estagnante (perenne); de ahí que los buenos palmares se localicen generalmente en suelos rojos o café rojizos, cuyo color es indicador de una aireación satisfactoria. Y es muy raro, que las palmeras aceiteras se les encuentren en suelos de tipo pardo-blancuzcos. (7).

Se ha comprobado, que es mas importante la condición física que la condición química de los suelos de la palma africana, porque es determinante para este cultivo una bue

na relación de aprovechamiento del agua disponible en los suelos. Un suelo profundo, permeable, buena estructura y rico en nutrientes es el tipo de suelo mas favorable para la palma africana. Pero, estas características ideales son difíciles de encontrar en las zonas del trópico húmedo. Sin embargo, si se cuenta con una condición física óptima, se podrán establecer normas para regular las otras condiciones químicas desfavorables de los suelos mediante la tecnología de desarrollo de drenajes, sistemas de irrigación y métodos adecuados de aplicación de fertilizantes (5).

Una textura excesivamente ligera, es decir, casi en su totalidad de arena es definitivamente desfavorable, ya que estos suelos no tienen la capacidad de retención de humedad necesaria para este cultivo. Asimismo, suelos con una textura excesivamente pesada, como la naturaleza de ciertas arcillas de tipo caolinítico, son también desfavorables por construir una densidad de capacidad de retención de humedad demasiado fuerte en la estación seca. Los suelos de tipo de arcilla montmorrilliníticas, que se caracterizan por un buen dominio en la cantidad disponible del agua, son los favorables. (1).

Los niveles adecuados de nutrimentos para este cultivo a nivel nacional son los siguientes:

(*) N-----	0.2%
P-----	20 a 25 (PPM)
K-----	180 a 250 (PPM)

(*) consulta personal con el Ing. Agr. José Jesús Chonay P.

IV.2. Influencia del pH del suelo

La reacción edáfica más favorable para este cultivo está en la zona ligeramente ácida. No obstante, este cultivo prospera también satisfactoriamente en suelos con reacción neutra a ligeramente alcalina. Kortleve en Java, comprobó que la palmera aceitera puede desarrollarse muy bien aún en suelos con pH entre 8.0 y 8.5. No obstante ello, la presencia de una enfermedad de la copa (pudrición de la hoja), en la cual las hojas jóvenes no se desarrollan y comienzan a podrirse, y se atribuye al efecto de una alcalinidad edáfica muy alta. Un valor de pH muy bajo, especialmente cuando va acompañado de una deficiencia de potasio (K) reduce la capacidad de resistencia de las palmeras a la sequía (7). En cambio con un pH entre 6.07 y 6.43. También se puede desarrollar la palmera de aceite (3). En Sumatra, las palmeras producen bien con un pH de 4.0 a 4.5 cuando el abastecimiento de agua y nutrientes es correcto (7).

IV.3. Extracción de nutrientes del suelo

La extracción de nutrimentos en este cultivo está en base a la distancia y profundidad a que se encuentran las raíces de donde el sistema radicular de este tipo de palmera es muy intensivo, expandiéndose más allá del área que abarca la copa de las mismas. En Malaya se encontraron raíces aún a una distancia de 19 mts. del tronco. Buchner y Fickendey comprobaron, en Sumatra, una expansión y penetración radicular de 15 y 9 mts. respectivamente. La masa radicular, sin embargo, ocupa las capas superiores del suelo a una profundidad de 0.5 m. Vanderijat nos da una detallada descripción de la fisiología y morfología de las raíces de la palmera oleaginosa. Como se sabe esta planta extrae

cantidades considerables de nutrientes del suelo.

Gorgi, en investigaciones que realizase del contenido y la extracción de nutrientes en palmeras aceiteras de 6-7 años de edad, obtuvo las siguientes cifras: (7).

Contenido de nutrientes de las distintas partes de la planta

	Humedad en %	N en %	P ₂ O ₅ en %	K ₂ O en %
Hojas	65.5	0.312	0.048	0.255
Inflorescencias	72.1	0.573	0.175	0.613
Inflorescencias	51.2	0.263	0.098	0.692

Si se considera que en un año una palmera forma 30 hojas y 10 inflorescencias masculinas de 5 y 1.8 Kg, cada una, así como de que 138 palmeras por hectárea producen - 18.050 inflorescencias femeninas se obtienen entonces las siguientes extracciones.

Extracción de nutrientes por la palmera oleaginosa en kgs/ha

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Hojas	65	10	53
Inflorescencias	15	5	16
Inflorescencias	22	8	58
Total	102	23	127

En lo que concierne a la producción, si se admite la

reincorporación de la materia de las hojas al suelo, una cosecha de 15 toneladas de racimo por hectárea, extrae - cada año, de acuerdo con los análisis practicados por el I.R.H.O. en Costa de Marfil y Dahomey, un peso del orden de:

70 kg de N y de K;

10 kg de P, Ca y de Mg.

Estas extracciones han sido estimadas de una manera muy variable por cada autor, cada uno de los cuales trabaja ciertamente en un país y con un material diferente. En la literatura que trata de ello se encuentran cifras que van, por ejemplo para el nitrógeno de 40 a 120 kg. Basta rá recordar que en la recolección hay dos elementos que son extraídos en gran cantidad: el nitrógeno y la potasa (12).

IV.4. Influencia del N-P-K en la producción

Las cantidades de nutrientes extraídas del suelo indican la buena reacción que habrá de esperarse de la palmera aceitera al tratamiento con fertilizante. Esto lo confirman los numerosos experimentos realizados en las regiones de cultivo actualmente importantes de Africa Occidental y Malaya.

Como se puede ver que la aplicación de fertilizante juega un papel muy importante en la producción por ejemplo: la potasa parece desempeñar un papel particularmente importante en el cultivo de la palmera oleaginosa. Si ello ha de ser atribuído a una necesidad alta de potasa (elevada capacidad de intercambio de las raíces) o al hecho de que este cultivo se realice frecuentemente en suelos deficien-

tes en potasa (7). Haines y Benzian reportaron que en 10 experimentos de fertilización realizados en Nigeria, Camerón y el Congo Belga, la potasa fue, de los tres nutrientes capitales, el elemento más eficaz. Con ello se elevó el número promedio anual de palmeras con fruto, así como el número y peso de los racimos y muchos otros investigadores en regiones de cultivo de palmera en Africa han obtenido resultados similares ya sea duplicando o triplicando la superficie de asimilación de las hojas.

Es obvio, que en relación con la palmera oleaginosa debe prestársele fundamentalmente atención al tratamiento fertilizante balanceado. Los resultados locales obtenidos con el uso de un fertilizante simple deberá conducir al abandono de los demás nutrientes. El rendimiento como se sabe es el resultado de la acción conjunta de todos los nutrientes, principalmente los elementos mayores como N-P-K en donde, naturalmente, según la planta y suelo de que se trate, los nutrientes alternan en importancia en el tratamiento fertilizante del vegetal (7). El principal elemento necesario para la palma es el potasio; un tenor mínimo de 0'15 a 0'20 meq. es indispensable en los primeros 20cm. bajo ese valor la deficiencia de K es evidente y las palmas deberán recibir una fórmula de abono potásico, lo cual es muy frecuente.

En cuanto al fósforo (P) total puede esperarse valores muy débiles, del orden de 30PPM. sin provocar deficiencias, pero conviene señalar que las interpretaciones de resultados analíticos concernientes al P son pocos seguros porque los análisis no diferencian las formas bajo las cuales al P es fijado en el suelo (1).

IV.5. Influencia de la materia orgánica en la producción

Dentro de este contexto debe de considerarse también el efecto benéfico de la materia orgánica. Al igual que el efecto de los fertilizantes depende frecuentemente de la presencia de materia orgánica en el suelo. Como ejemplo se cita un experimento realizado por la estación experimental principal del West African Institute of Oil-Palm Rescarch, en donde una estercoladura única, así como una aplicación unilateral de nitrógeno redujeron el rendimiento, habiéndolo incrementado; por el contrario al aplicársele conjuntamente con frecuencia, el raquítico desarrollo de los palmares puede ser atribuído a una deficiencia nutritiva o al empleo unilateral del fertilizante (7). Es evidente la importancia de un buen contenido de materia orgánica en el suelo para la palma africana en suelos tropicales del tipo caolinítico (4).

IV.6. Influencia de elementos menores

La aparición de síntomas cloróticos, de origen parasitario e imposible de eliminar con el tratamiento fertilizante NPK, indican la necesidad de aplicar elementos menores.

En Malaya, Rosenquist observó que las palmeras aceiteras experimentan con frecuencia una mejor respuesta a la aplicación de cenizas de racimos que a la cantidad equivalente de fertilizante potásico, hecho que puede ser explicado como un efecto de los elementos menores.

Por aparte Ferrand, Bach y Ollangnier comprobaron que en un suelo arenoso burdo de Africa, un tratamiento NPK permaneció inefectivo mientras que una fertilización con los

Mg, Ca, Zn, Mn y Bo produjo un considerable mejoramiento en el estado de salud de las plantas. Los síntomas comunes de deficiencia son la presencia de manchas foliares cloróticas de coloración amarilla a café castaño. las cuales le dan a la enfermedad de nombre "bronceado" Waterson propuso llamarle a esta enfermedad con el nombre de "mancha anaranjada" (7).

Como se sabe no se pueden establecer reglas fijas de materia de fertilización; la selección del o de los elementos nutritivos principalmente los elementos menores o de las dosis a suministrarse no pueden estar definidas más que en función de las condiciones locales tales como: riqueza más o menos grande del suelo, vigor de las plantas jóvenes y edad de las mismas (11).

A la diferencia el "follaje verde limón" y el "manchado bronceado", atribuyendo este último a una deficiencia potásica, dado que los síntomas son más marcados con un color amarillo encendido.

Los tenores en (Ca) y (Mg) parecen indiferentes en los límites normales con tal que las relaciones Mg/K y Ca/K - sean iguales o superiores a 2. Por el contrario el Na no tiene efecto dentro de los límites normales ya que se tiene poco conocimiento del comportamiento de la palma en suelos salinos y alcalinos, van siempre asociados con una gran depresión del contenido foliar de potasa y con un aumento simultáneo del contenido de calcio (1).

En el Africa Occidental Bull, describe los síntomas del "follaje anaranjado" el cual es causado por una deficiencia de manganeso. La aplicación de 4.5 kgs. de sulfa-

to de magnesio por palmera es un buen método de control de esta enfermedad. Mediante la inyección de una solución de sal de magnesio en la hojilla de la planta, dichos síntomas desaparecen en un lapso de 19 días (7).

La carencia en magnesio es relativamente frecuente, sobre todo en Africa Central; pero es de consecuencia menos grave que las de carencia potásica.

El fósforo y el calcio suelen faltar raramente en los palmares. Obstantemente se han señalado casos de carencia en Nigeria, Congo, Leopodville y en el Oeste de Costa de Marfíl (12).

IV.7. Control de la nutrición mineral a través de diagnóstico foliar

Análisis foliares empleados frecuentemente en el cultivo de la palmera oleaginosa, han mostrado que la totalidad de los síntomas de deficiencia dependen en menor grado del contenido absoluto de nutrientes, que del equilibrio que guarden los distintos iones entre sí. En el Congo Belga, Homes ha demostrado la necesidad de un determinado equilibrio de los iones para la formación de la clorofila en las palmeras jóvenes. En cultivos experimentales en arena, Van School varió la composición de los cationes en el follaje en un grado mucho mayor que el de la composición de los cationes; y como resultado, el nitrógeno fomentó la absorción de K, el azufre la del P y la del fósforo la del Mg (4).

Chapman y Gray encontraron que, bajo ciertas circunstancias, la fertilización potásica aumentó el contenido de

nitrógeno foliar y que las manchas óptimas están asociadas con una relación $K_2O : P_2O_5$ entre 2,5 y 3,5. Si la relación desciende abajo de 2,0 la aplicación unilateral de ácido fosfórico produce efectos desfavorables. Con una relación $K_2O:P_2O_5$ menor de 2,5 puede esperarse una reacción positiva de la potasa; con una relación entre 2,5 y 3,5 la respuesta de la potasa y del ácido fosfórico, en tanto que, con una relación mayor de 3,5 la respuesta del ácido fosfórico (7).

Las necesidades que una planta muestra en su crecimiento y producción dan ya una primera indicación de los elementos que se le habían de aportar para que dé un elevado rendimiento y mantenga una buena producción. El análisis químico de los suelos, al determinar los elementos que son asimilables por la planta, puede prestar sus servicios en elayocultura, notablemente cuando se trata de plantaciones nuevas en las que no existen palmares. Se ha demostrado, por ejemplo, que es de notable carencia en potasio cuando los contenidos del suelo en K intercambiables son inferiores a 0.2 meq. por 100 gramos de tierra (12).

IV.8. Resultados de trabajo de investigación realizados en Guatemala

Se hace necesario generalmente mejorar la nutrición de las palmas jóvenes, por medio de aportes de fertilizantes, lo más corriente a usarse es el nitrógeno para facilitar su desarrollo vegetativo. Ciertas decoloraciones del follaje o la aparición de manchas características, pueden permitir a un técnico experimentado, establecer un desequilibrio en la nutrición de la planta (9).

Uno de los procedimientos mas eficaz, realizado por ANACAFE (3) consiste en el análisis de los fragmentos de las hojas por laboratorio especializados, constituyéndose en el método del diagnóstico foliar a la vista de este análisis se puede precisar el o los elementos que la planta tiene en cantidad insuficiente en el suelo y en consecuencia determinar los aportes de estos, para el buen desarrollo de las plantas. Hay que desconfiar de los abonamientos mal seleccionados, en vista que ellos pueden ocasionar efectos nocivos a la plantación.

Las fertilizaciones deben suministrarse a la entrada de la estación seca, cuando el suelo se encuentra aún con suficiente humedad para solubizarlos, pero cuando ya no se tenga el temor de lluvias torrenciales que pueden arrastrar los mismos, fuera al alcance de las raíces de la planta. Para reducir la infiltración es necesario que el fertilizante sea esparcido sobre la más grande superficie posible en donde se encuentra la zona de extensión de las raíces. Durante los primeros cuatro años estos serán expandidos sobre la superficie de la ronda, donde el límite exterior será la zona vertical de la extremidad de las hojas. Al año de plantación, la corona de expansión para el abonamiento será de 50 cms. de ancho.

Los fertilizantes deberán ser enterrados con una ligera escarda del suelo. Se velará por acoplar la limpia de las rondas con la aplicación del abono, de esta manera se evita una limpia o escarda suplementaria de la ronda; se calcula como promedio tres jornales/Ha para el suministro del abono comprendido el establecimiento del mismo (2).

IV.9. Metodología utilizada en análisis foliar

El diagnóstico foliar aplicado a la palma africana, consiste en analizar determinada hoja de la palma de aceite, con el propósito de conocer su tenor en elementos minerales y deducir el nivel nutricional de la planta. Este es un método de investigación rápido que puede ser aplicable a pequeñas y grandes extensiones de palma. El diagnóstico foliar, rinde un mejor conocimiento de la nutrición en una plantación de Palma de Aceite y permite orientar los programas de fertilización anual, logrando con esto una fertilización más precisa y económica es deseable que, como complemento del diagnóstico foliar se disponga en cada plantación, de los resultados de las experiencias de la fertilización para precisar los contenidos óptimos en las hojas. El diagnóstico foliar ayuda a conocer mejor la situación nutricional de las diferentes parcelas en una plantación de palma de aceite, permitiendo utilizar juiciosamente los resultados de la experimentación y elegir los fertilizantes más adecuados a cada caso. (4).

Las bases del diagnóstico foliar establecidas en Francia hacia 1925 por (Legato y Maume) fueron aplicadas a Elaeis por (Chapman y Gray) en 1949; posteriormente el I.R. H.O. ha desarrollado ampliamente dicha técnica; las comparaciones entre los múltiples ensayos de abono mineral han permitido relacionar con el rendimiento los porcentajes de elementos minerales. De esta forma se llega a establecer los niveles críticos; es decir, el tanto por ciento de un elemento, por debajo del cual una aplicación del mismo tiene muchas probabilidades de ser eficaz (12).

Los niveles críticos que han sido determinados en una palma adulta se toman para la hoja 17ª, tal como la defini

remos.

N-----	2.5%	Ca-----	0.6%
P-----	0.15%	Mg-----	0.24%
K-----	1.0%		

En las palmas jóvenes se toma la hoja número 9, y sus niveles críticos son los siguientes: (en porcentaje de materia seca)

N-----	2.70%
F-----	0.16%
K-----	1.25%
Ca-----	0.50%
Mg-----	0.23% (2).

IV.10. Técnica para la toma de muestras foliares

En el transcurso del año se observan diferencias en los porcentajes de los diversos elementos; por ello es necesario tomar las muestras en períodos comparables. Con preferencia se optará por la estación seca, en parte porque es la más adecuada para el trabajo, y además, debido a que esta estación es la que presenta más carencia (en particular la de K), son más acusadas (4).

El agua de lluvia provoca una lixiviación de los elementos minerales de la hoja, por lo tanto se esperará no menos de 36 hrs. para efectuar el muestreo, si la lluvia alcanza 20mm. o más. Existen diferencias en la composición de la hoja de palma entre la mañana y tarde, que influye en la actividad fotosintética de la misma. Por esa razón las tomas de muestras foliares deben efectuarse entre las 7 y 11 de la mañana (2).

Para tener una muestra-promedio, las muestras para el diagnóstico foliar deberán obtenerse de unas 25 palmeras; una toma de muestras solamente dos o tres árboles no tiene, por lo general, valor alguno. Llamamos hoja de categoría 1 o 1ª a la hoja de la palma más cercana a la flecha cuyos foliolos medianos y superiores al menos están completamente separados. Las hojas de palmeras nacen insertadas en el tronco siguiendo una espiral cercana a $3/8$ que gira tan pronto hacia la derecha como hacia la izquierda. Cada hoja forma un ángulo de 137° con la precedente, lo que permite determinar la segunda hoja a partir de la primera y así sucesivamente (8).

Los raquis de las hojas 1,9,17, se hallan situados aproximadamente sobre una misma recta que se inclina levemente, bien sea hacia la derecha o hacia la izquierda, siguiendo el sentido de la espiral filotáctica.

El diagnóstico foliar se efectúa, en principio, respecto a la hoja de categoría 17, la que, en palmeras de 3 a 12 años de edad, será fácil de señalar contando desde la 1ª según la norma ya indicada anteriormente. Puesto que el árbol no será demasiado alto, tomaremos entonces los foliolos sin cortar la hoja. Para las palmeras de más de 12 años se hace difícil encontrar la 17ª, partiendo de la 1ª. Es frecuente que el tercio inferior del raquis forme con el tronco un ángulo de 45° . En la axila de esta hoja se advierte en ocasiones una inflorescencias todavía cerrada. La toma de muestras en el palmeral adulto se harán siguiendo el criterio del ángulo de 45° , pero previamente y por sondeo se habrá determinado la categoría que mas frecuente corresponde a este ángulo.

Esta categoría de hojas puede variar en efecto con el estado fisiológico de la plantación, el origen genético de los árboles y las técnicas de cultivo empleadas (aclareos de hojas o más o menos estrictos) (12).

Se hacen dos muestras, una se envía al laboratorio para el análisis y la otra queda en la plantación como reserva hasta la recepción de los resultados, por si la primera sufriera extravío o accidente, evitando así tener que tomar nuevas muestras de la planta. Por ejemplo, de la parte central de la hoja 17ª, si se toman 4 folíolos de la hoja, la muestra número 1 tendrá 50 folíolos y la muestra número 2 también con 50 folíolos. Se toman de 10 a 20 cms. de la parte central de cada folíolo.

Se eliminan los bordes marginales y la nervadura central luego se lavan las muestras con agua destilada o con agua de lluvia; la desecación se hace después de obtener las muestras y no más allá de 48 horas; procediendo luego a colocar sobre una estufa a una temperatura de 105°C. por el tiempo de 3 horas.

Las muestras que son enviadas al laboratorio deberán estar en cajas metálicas bien cerradas o en paquetes rígidos, las cuales portarán una etiqueta con los siguientes datos:

- a) Vegetal
- b) Estación
- c) Indicación de toma de muestra (fecha)
- d) Número de block
- e) Indicación del ensayo o la experiencia

- f) Número de parcela
- g) Tratamiento
- h) Número de palmas muestreadas
- i) Rango de la hoja tomada.

El análisis foliar puede ser uno de los métodos más efectivos para diagnosticar problemas nutricionales de las plantas. El análisis foliar determina el contenido total de nutrimentos en las plantas, mientras que el análisis de suelo determina el contenido de nutrimento disponible para la planta. El último es únicamente una parte del contenido total y la cantidad medida depende de la solución - extractora utilizada, la temperatura y el tiempo que dure la extracción (10).

Por lo tanto, el análisis foliar da resultados que - pueden ser comparables de un lugar a otro en mayor grado que los resultados obtenidos del análisis de suelo; por - tal razón, es aceptado casi universalmente como el método más conveniente para la determinación de la nutrición óp- timas de las plantas, especialmente en cuanto a elementos menores. Sin embargo, debido a que los niveles de nutri- mentos varían bastante en las diferentes partes de la plan- ta y cambian de acuerdo a su estado de crecimiento, es muy importante utilizar métodos uniformes de muestreo. Además para hacer comparaciones dentro de un ensayo, o para hacer comparaciones con datos que se obtienen al revisar la lite- ratura es necesario tomar las muestras de las mismas partes de la planta y en la misma etapa de crecimiento (1).

En general, para reducir contaminaciones, el mejor - tiempo para la toma es en época seca cuando las muestras están menos contaminadas con polvo y más representativas

son las hojas más suaves que han completado su desarrollo normal en la parte superior de la planta. Si se toman muestras para estudios sobre deficiencias o toxicidad de algunos elementos se puede tomar muestras de plantas sanas y de plantas afectadas teniendo en cuenta que la parte de la planta y el estado de crecimiento de las plantas tienen que ser comparables (4).

En la interpretación de los análisis de plantas sanas y de plantas que no son normales se debe tomar en cuenta que las últimas a veces contienen niveles más altos de nutrimentos que las plantas normales para la concentración de elementos en plantas pequeñas. Así, el contenido de nutrimentos podría ser mas alto en plantas muy deficientes y achaparradas que en plantas deficientes. Para tomar muestras de parcelas correspondiente a ensayos de campo se toma material de toda la parcela, excepto de plantas en los surcos de borde, en los dos extremos, o de áreas que no sean uniformes (8).

V. MATERIALES Y METODOS

V.1. Descripción del área de estudio

La finca "Buena Vista" se localiza en los 14°36' 40" latitud norte y 91°38' 35" longitud oeste; su altura es de 400 m.s.n.m. con una temperatura media anual de 27°C y una precipitación pluvial anual media de 3800 mm. distribuída en los meses de mayo a noviembre según las condiciones ecológicas, está comprendida dentro del bosque muy húmedo sub tropical (4).

Los suelos donde se encuentra enmarcada esta área, pertenece al grupo de los suelos del declive del pacífico. Subgrupo suelos profundos sobre material volcánico, en terrenos suavemente inclinados, escarpados, friables y profundos con contenido adecuado de materia orgánica y además carecen de pedregosidad. Los suelos de la finca desde el punto de vista de su origen, están clasificados dentro de la serie Mazatenango, caracterizándose estos por ser bien drenados, profundos y desarrollados sobre material volcánico de color claro en un clima cálido húmedo seco (4).

V.2. Descripción del experimento

Se realizó análisis tanto foliar como de suelo en plantaciones de palma africana de doce años de edad con propósito de determinar niveles de N-P-K y su correlación con rendimiento en peso de fruto maduro.

V.3. Período de conducción de la investigación

La presente investigación tuvo una duración de 10 meses comprendida entre el mes de enero (1984) a octubre del mismo año.

V.4. Manejo del material experimental

V.4.1. Análisis foliar (técnica utilizada en apéndice 1)

Se tomaron muestras de hojas de palma africana, 25 plantas por manzana de la variedad "Tenera" con edad de 12 años, tomándose en la plantación la hoja 17 para cada planta a muestrear; luego se tomaron dos muestras; una - que se llevó al laboratorio para su respectivo análisis y la otra quedó en la finca como reserva, en el caso que se extraviara la primera. La muestra 1, formada por 50 foliolos y la muestra 2 también tendrá 50 foliolos. Luego se tomó de 10 a 20 cms. de la parte central de cada - foliolo; procediendo a eliminar los bordes marginales y la nervadura central; luego se lavaron las muestras con agua destilada. Las muestras que se enviaron al laboratorio fueron colocadas en hieleras manuales totalmente cerradas, que portaban una etiqueta llevando todas las descripciones del trabajo, tales como: fecha de toma de muestra, indicación del ensayo, número de parcela, número de palmas muestreadas y edad de la hoja muestreada.

Durante el lapso de este ensayo se cosecharon los racimos de fruto de las plantas seleccionadas procediendo luego a tomar su peso respectivo.

V.4.2. Análisis de suelo (Técnica utilizada en apéndice 2)

Se tomaron muestras de suelo al pie de las mismas plantas de palma africana a las cuales anteriormente se les tomó muestras foliar, el procedimiento a seguir fue el siguiente: como primer paso se procedió a tomar muestras individuales en número de 5, formando así 5 submuestras para completar 1 muestra compleja. Completando así

un número de 25 submuestras para un total de 5 muestras complejas; ya que el número de plantas muestreadas en total fue de 125, para conformar así lotes de 25 plantas por lote (1 Mz) formando 5 lotes en total.

V.5. Técnicas de campo

Selección de plantas:

Se seleccionaron 25 plantas por manzana llenando requisitos tales como: representatividad, azar, edad (12 años), igual variedad (Ténera) y uniformidad de suelos; - haciendo un total de 125 plantas muestreadas, para completar así un área de 5 manzanas.

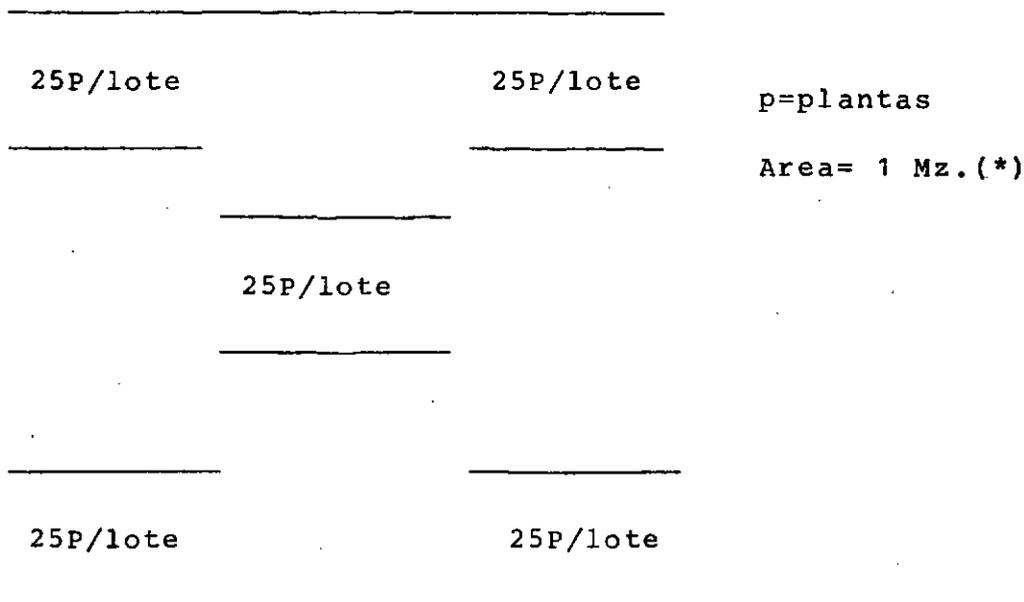
Todo el mecanismo de como se llevó a cabo la toma de muestra en el campo se ilustra en la siguiente página.

Esto con el objetivo de entender mejor el procedimiento que se siguió para la toma de las mismas.

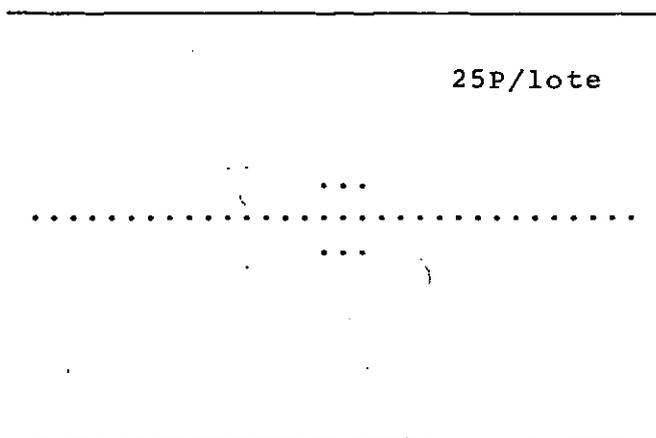
La toma de muestras se realizó de la siguiente manera:

Se uso un caminamiento en forma de X, llamado "1 al 5" como se ilustra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Forma de seleccionar parcelas



Cuadro 2. Forma de seleccionar plantas por parcela



El área total de planta sembrada de palma africana en la finca "Buena Vista", es de 77.75 Has. siendo una parte del área total donde se realizó el trabajo de investigación. La cual se ilustra en la figura 1, a la vez en el mismo ma-

(*) 1 Manzana tiene aproximadamente 7000 mts².

pa se da a conocer el área total de la finca y el área ocu
pa el cultivo de palma africana.

V.6. Técnica estadística

Se aplicó la técnica estadística denominada análisis
de correlación entre las siguientes variables:

Rendimiento/ contenido de N-P-K en % en las hojas

Rendimiento/ contenido de N-P-K de suelo

Modelo a usar: "Modelo de Regresiones Simples".

V.7. Factores estudiados

Los factores estudiados fueron, la correlación entre
contenido foliar y de suelo de N-P-K expresado en porcen-
taje y rendimiento en peso de fruto de palma africana.

V.8. VARIABLES A MEDIR

Las variables fueron, contenido de N-P-K en porcentaje
en las hojas-suelo-rendimiento en peso de fruto. Las
técnicas de laboratorio para cada variable utilizadas fueron.

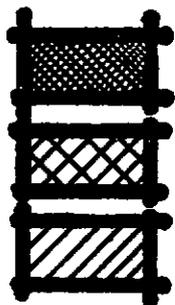
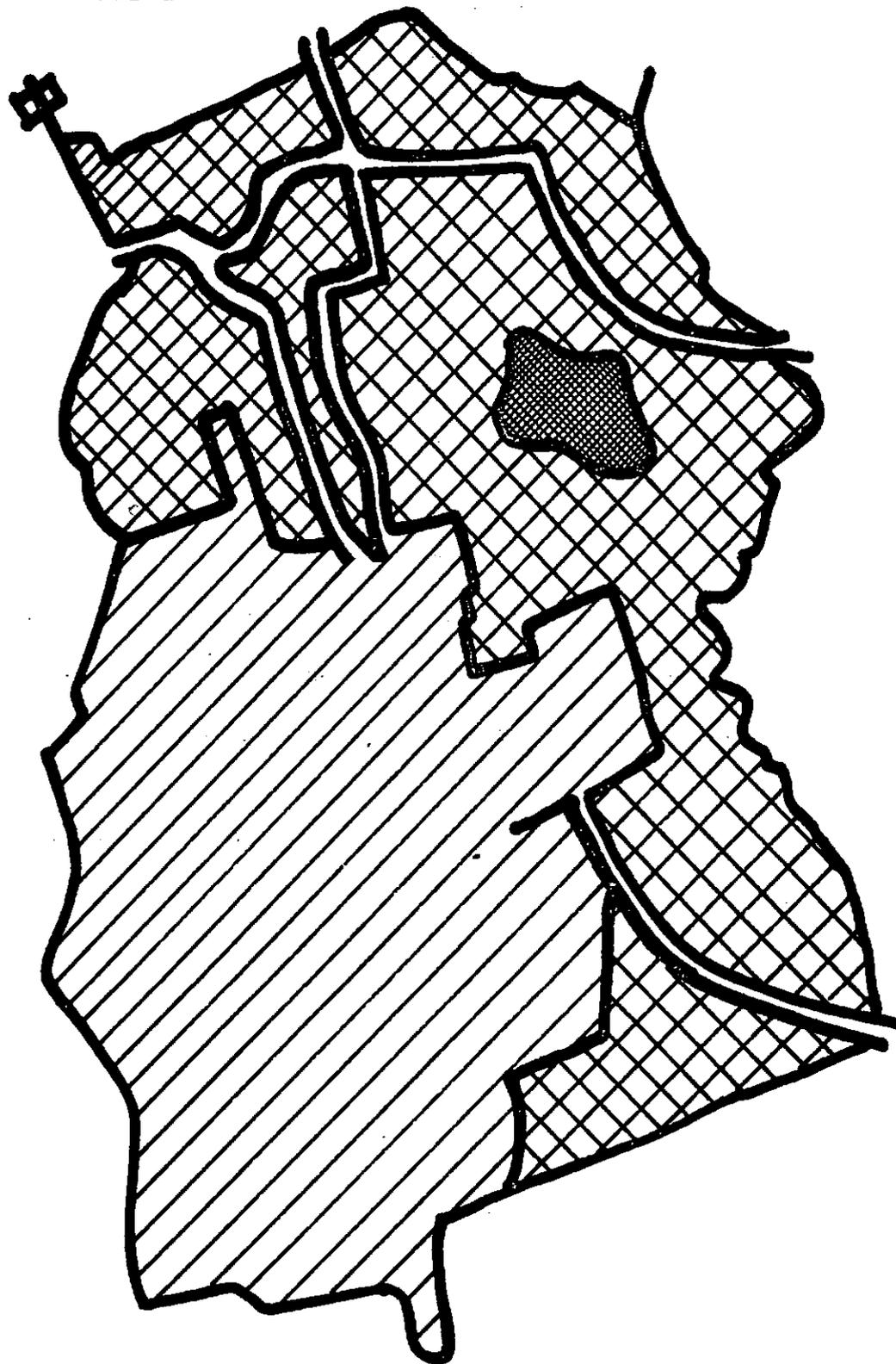
-Para la determinación del nitrógeno se uso: el método
modificado de Kjeldahl. (ver apéndice 1)

-Para la determinación del potasio y fósforo se uso: el
método de digestión seca. (ver apéndice 2).

V.9. Suministro de información

Se realizó toma de muestras de hojas y de suelo. Ade-
más se tomó el peso de fruto de palma africana en "Buena
Vista".

Figura 1. Distribución de siembra de palma africana y ubicación del área de estudio.



a = Area a trabajar = 5 M_z

b = Area sembrada con palma africana = 77.75 Has.

c = Area sembrada con otros cultivos, entre ellos: café, mango, etc.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

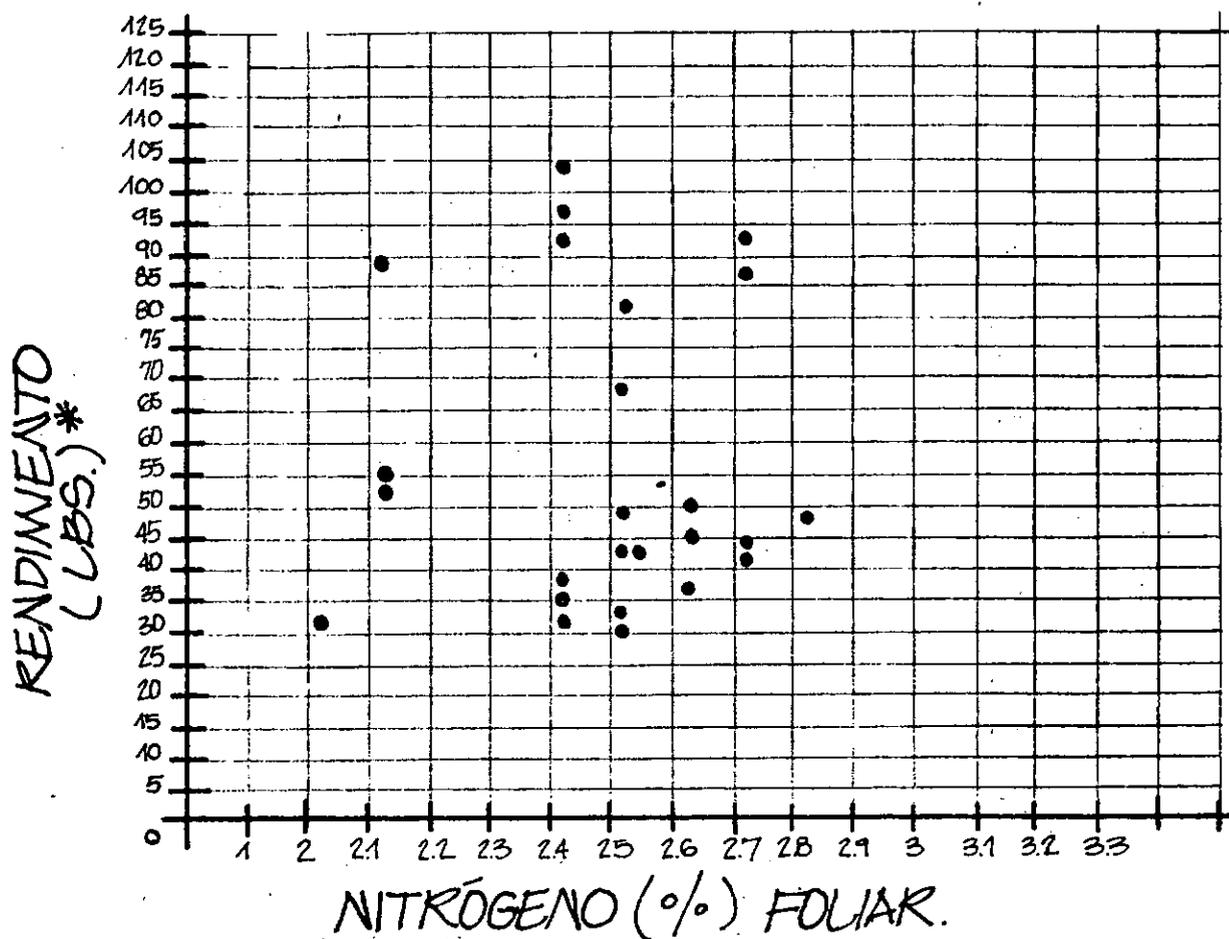
A continuación se presentan las gráficas de los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio, con su respectivo rendimiento.

Los resultados de laboratorio están indicados en el apéndice 3.

Gráfica 1. Coeficientes de correlación (r) y coeficiente de de terminación (r^2) para las variables nitrógeno (%) y rendimiento (Lbs) para la muestra foliar No. 1. Usando el "Modelo lineal" $Y = b_0 + b_1 * X$

$$r = 0.06018$$

$$r^2 = 0.00362$$



Interpretación de la gráfica

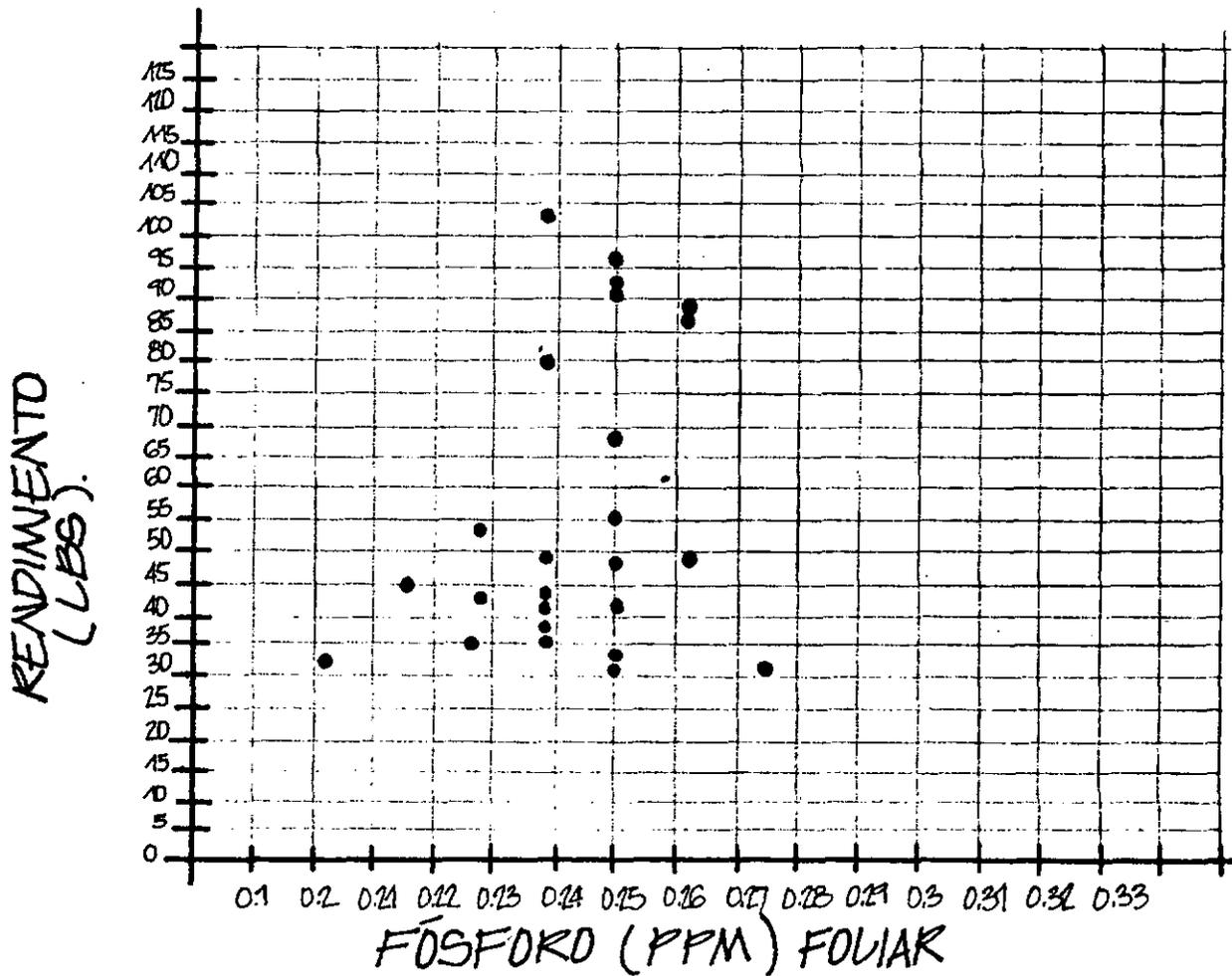
- No existe relación entre las dos variables, por lo tanto, son variables independientes. (ver apéndice # 4, cuadro 1).

(*) 1 Lb. = 0.54 Kgs.

Gráfica 2. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de de terminación (r²) para las variables fósforo foliar (%) y rendimiento (Lbs) para la muestra foliar No. 1 Usando el "Modelo cuadrático" $Y = b_0 + b_1 * X^2$

$$r = 0.36144$$

$$r^2 = 0.13064$$



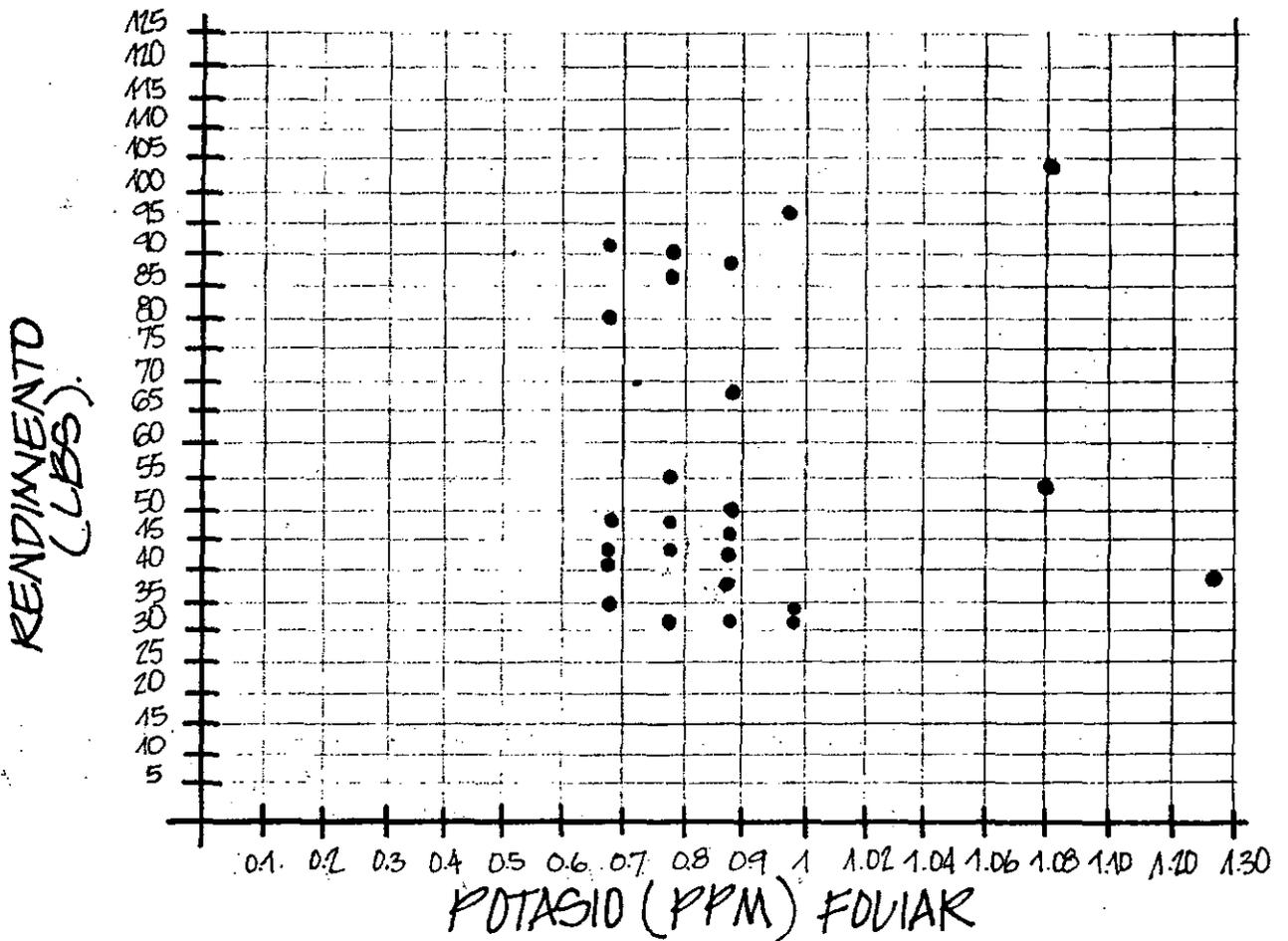
Intepretación de la gráfica

- No existe relación entre las dos variables (ver apéndice 4, cuadro 2).

Gráfica 3. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r²) para las variables potasio foliar (%) y rendimiento (Lbs) para la muestra foliar No. 1 Usando el "Modelo lineal" $Y = b_0 + b_1 * X$

$$r = 0.02697$$

$$r^2 = 0.00073$$



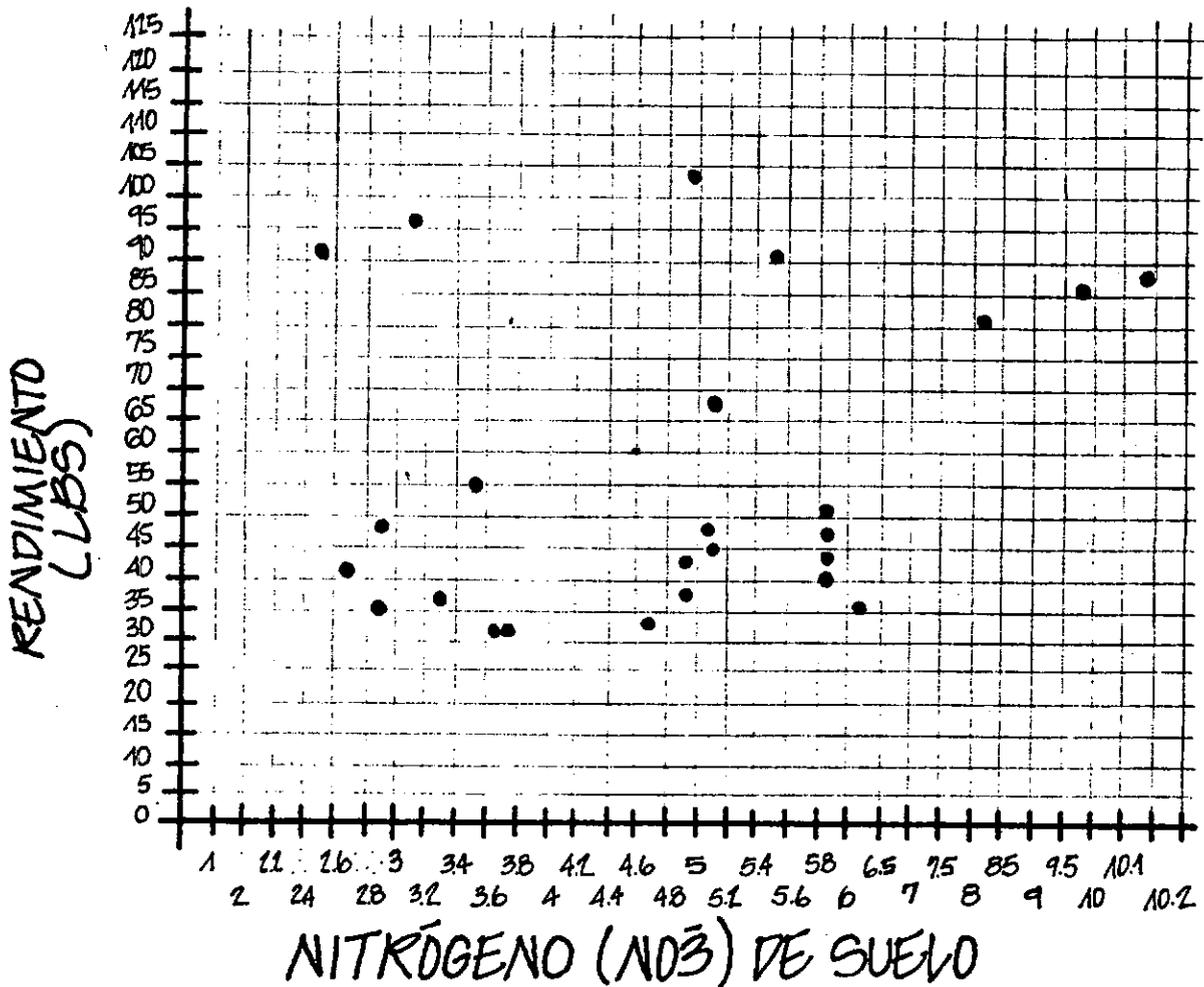
Interpretación de la gráfica

No existe relación entre las dos variables. (ver apéndice 4, cuadro 3)

Gráfica 4. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r²) para las variables nitrógeno de suelo (NO₃) y rendimiento (Lbs) para la muestra de suelo - N^o. 1. Usando el "Modelo gamma" $Y = b_0 * \exp(b_1 * X) * X^{b_2}$.

$r = 0.55568$

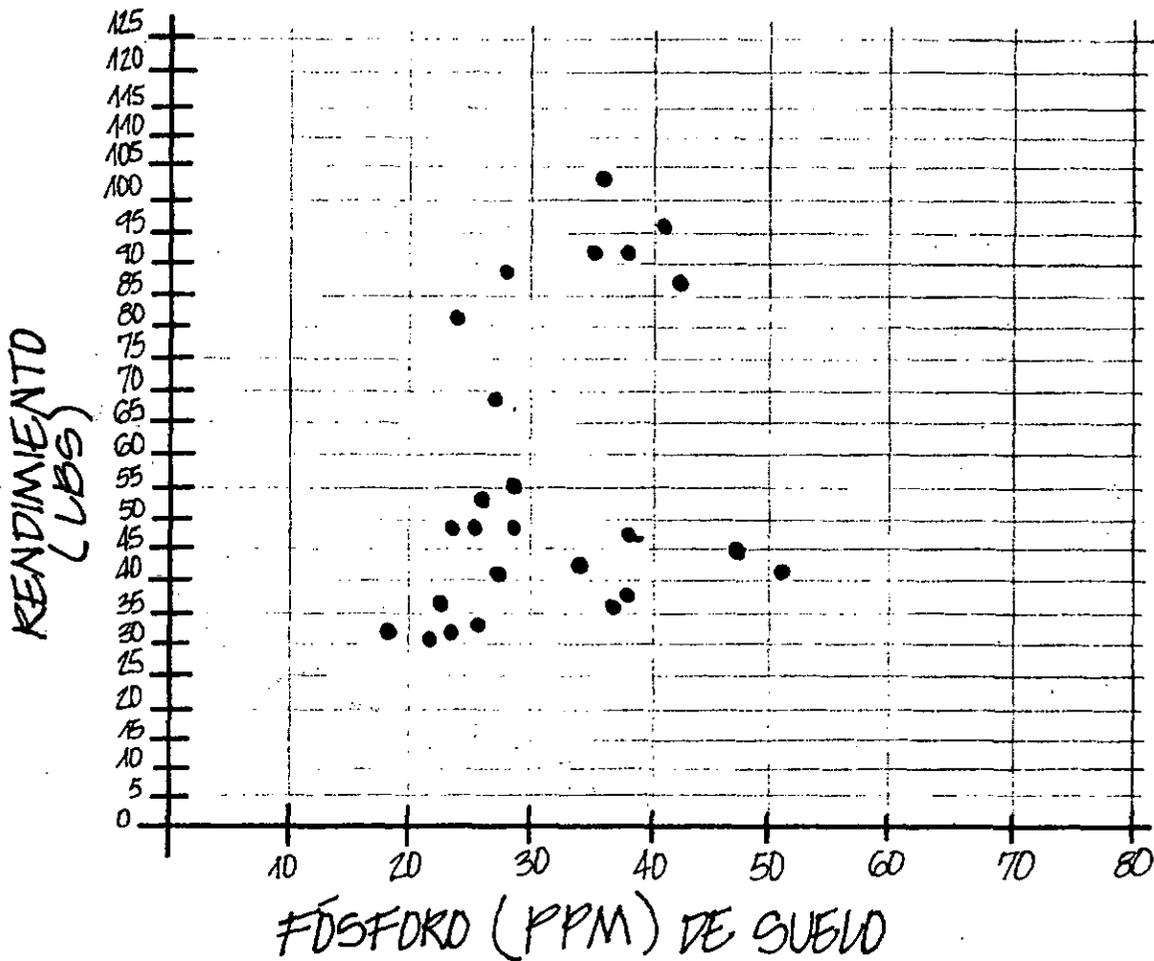
$r^2 = 0.30879$



Interpretación de la gráfica

- No existe relación entre las dos variables. (ver apéndice 4, cuadro 4)

Gráfica 5. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r^2) para las variables fósforo de suelo (PPM) y rendimiento (Lbs) para la muestra de suelo No. 1. Usando el "Modelo gamma" $Y = b_0 * \exp(b_1 * X) * X^{-b_2}$.



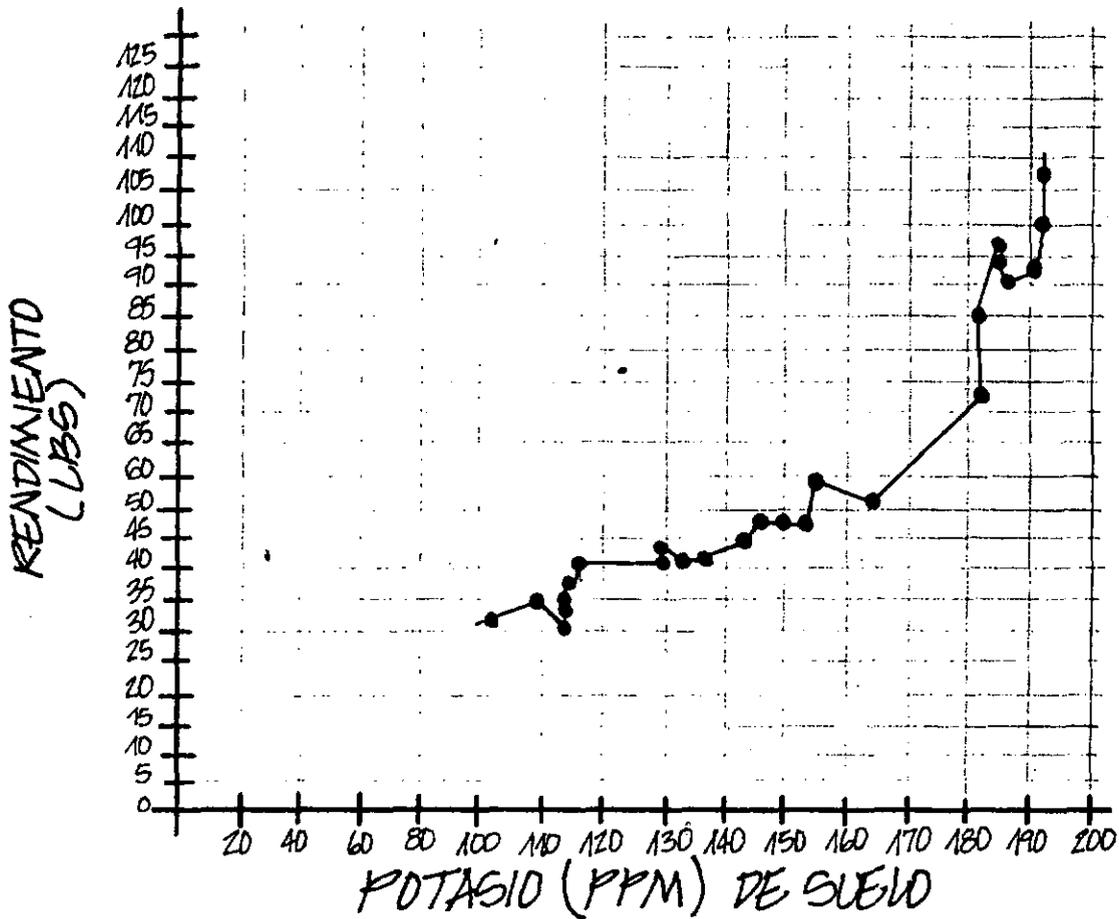
Interpretación de la gráfica

No existe relación entre las dos variables. (ver apéndice 4, cuadro 5)

Gráfica 6. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r^2) para las variables potasio de suelo - (PPM) y rendimiento (Lbs) para la muestra de suelo No. 1. Usando el "Modelo gamma" $Y = b_0 * \exp(b_1 * X) * X^{b_2}$.

$r = 0.90481$

$r^2 = 0.81868$



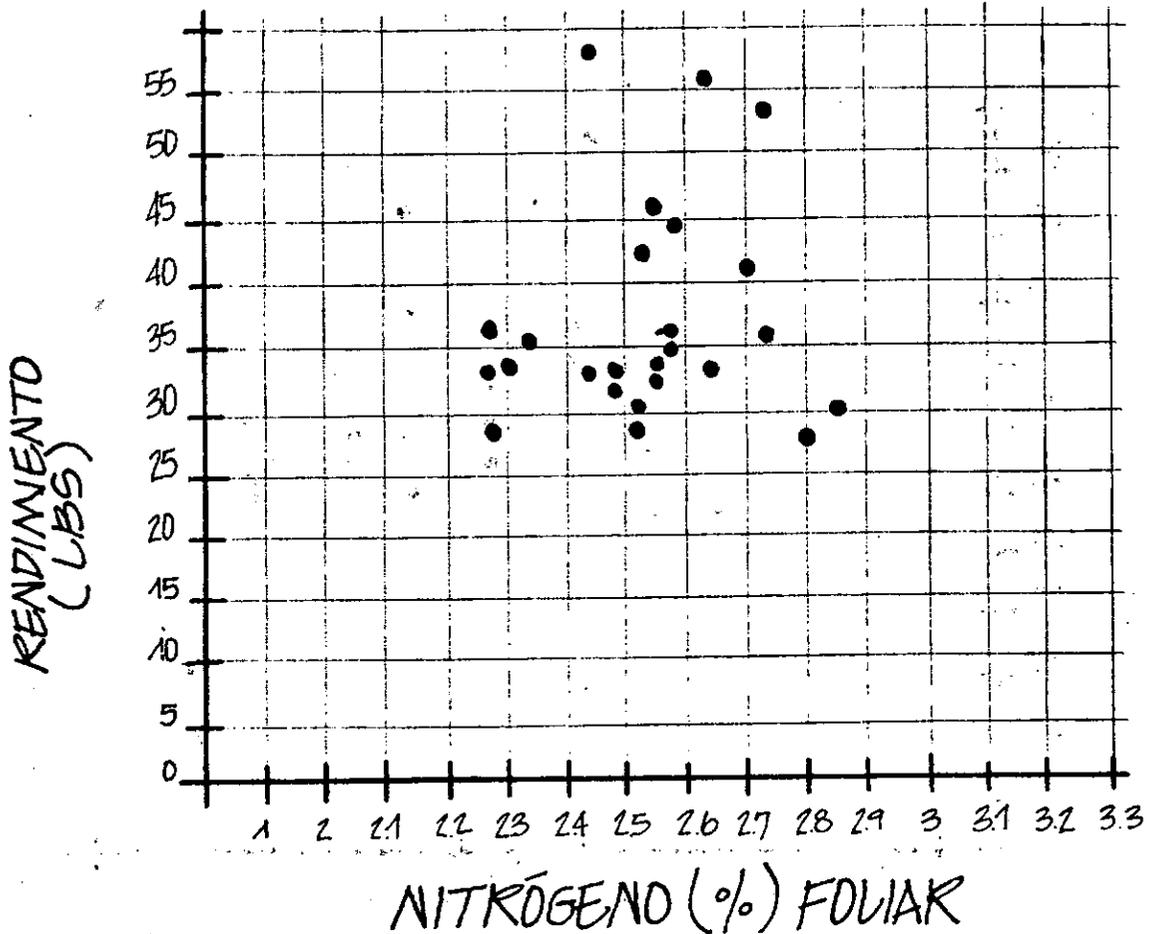
Interpretación de la gráfica

- Sí existe relación entre las dos variables, por lo tanto, se consideran variables dependientes (ver apéndice 4, cuadro 6)

Gráfica 7. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r²) para las variables nitrógeno foliar (%) y rendimiento (Lbs) para la muestra foliar No. 2. Usando el "Modelo raíz cuadrada" $Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^{0.5}$

$$r = 0.31095$$

$$r^2 = 0.09669$$



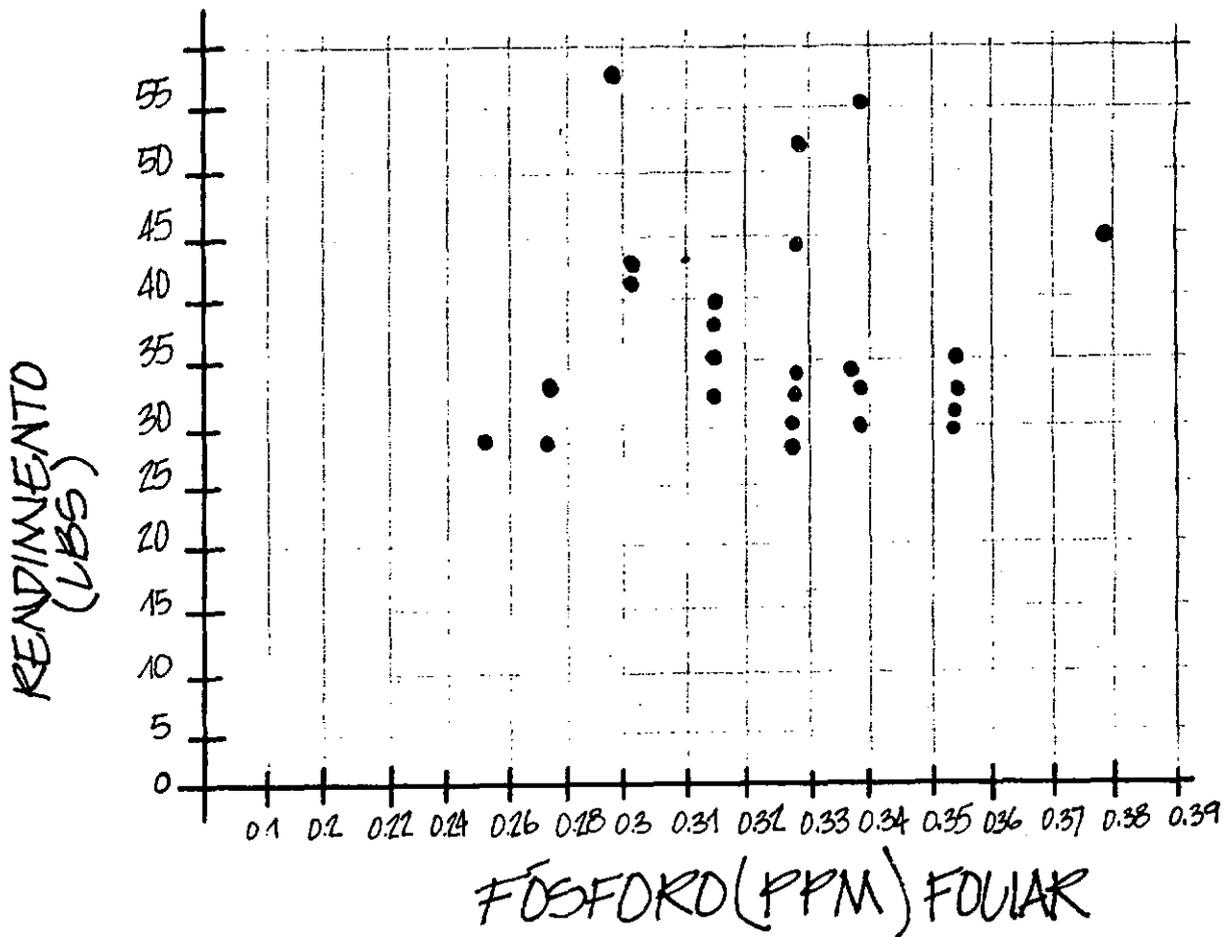
Interpretación de la gráfica

- No existe relación entre las dos variables. (Ver apéndice 4, cuadro 7).

Gráfica 8. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r^2) para las variables fósforo foliar (%) y rendimiento (Lbs) para la muestra foliar No. 2. Usando el "Modelo logarítmico" $Y = b_0 * X^{b_1}$

$$r = 0.12394$$

$$r^2 = 0.01536$$



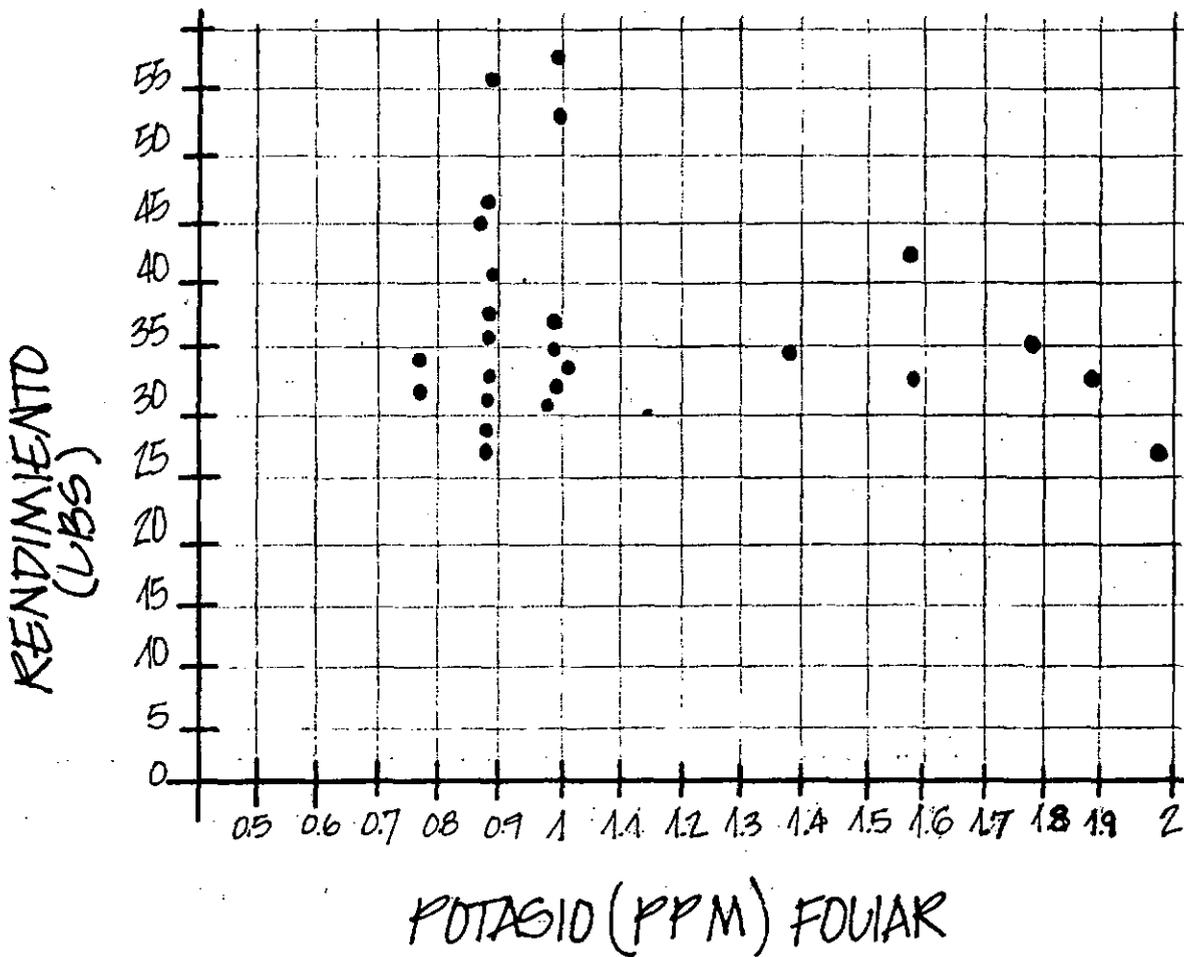
Interpretación de la gráfica

- No existe relación entre las dos variables. (ver apéndice 4, cuadro 8)

Gráfica 9. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r^2) para las variables potasio foliar (%) y rendimiento (Lbs) para la muestra foliar No. 2. Usando el "Modelo gamma" $Y = b_0 * \exp(b_1 * X) * X^{b_2}$.

$$r = 0.35910$$

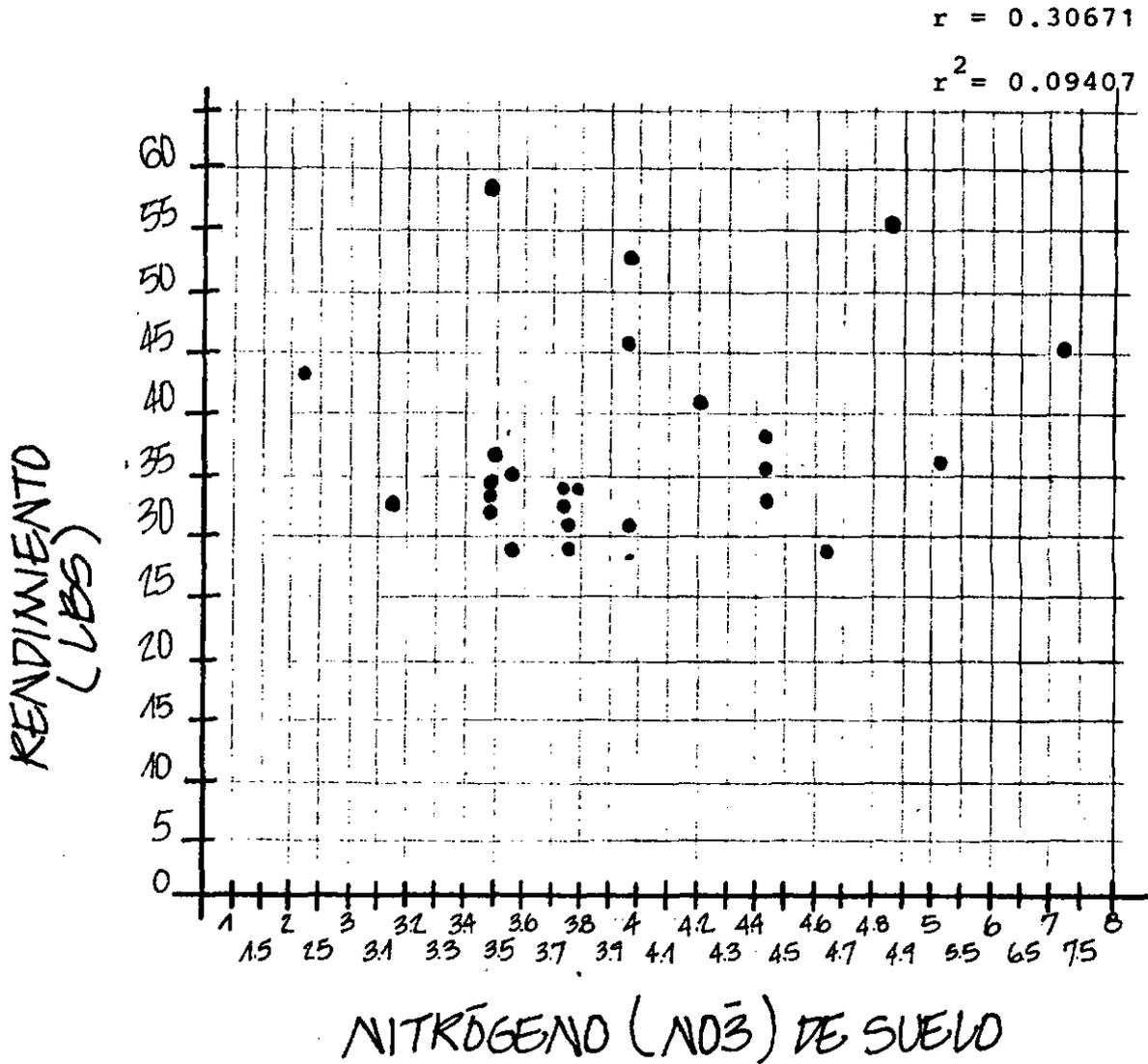
$$r^2 = 0.12895$$



Interpretación de la gráfica

- No existe relación entre las dos variables. (ver apéndice 4, cuadro 9)

Gráfica 10. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r^2) para las variables nitrógeno de suelo (NO_3) y rendimiento (Lbs) para la muestra de suelo No. 2. Usando el "Modelo gamma" $Y = b_0 * \exp(b_1 * X) * X^{b_2}$.



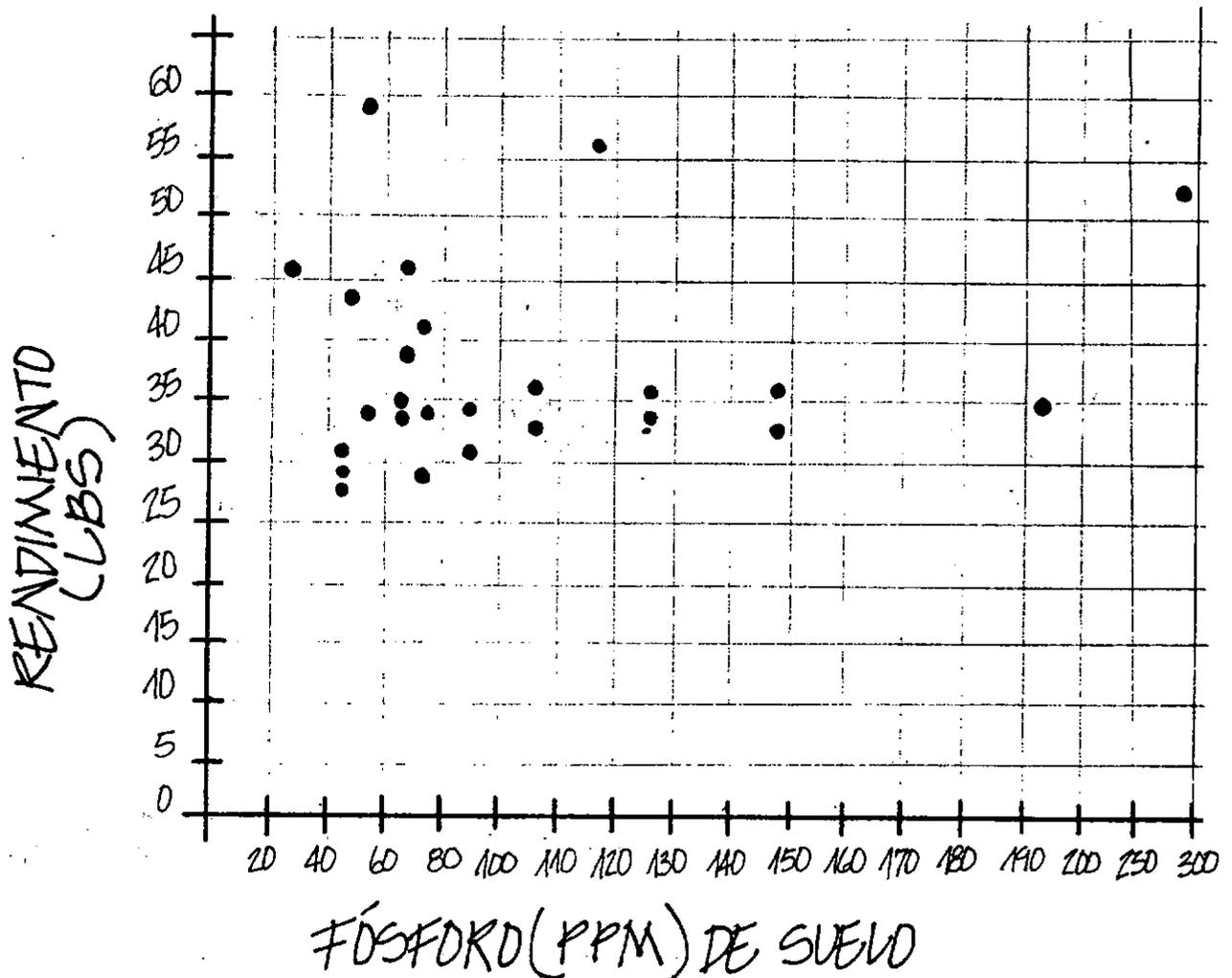
Interpretación de la gráfica

- No existe relación entre las dos variables. (ver apéndice 4, cuadro 10).

Gráfica 11. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r^2) para las variables fósforo de suelo (PPM) y rendimiento (Lbs) para la muestra de suelo No. 2. Usando el "Modelo cuadrático" $Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$.

$$r = 0.40546$$

$$r^2 = 0.16439$$



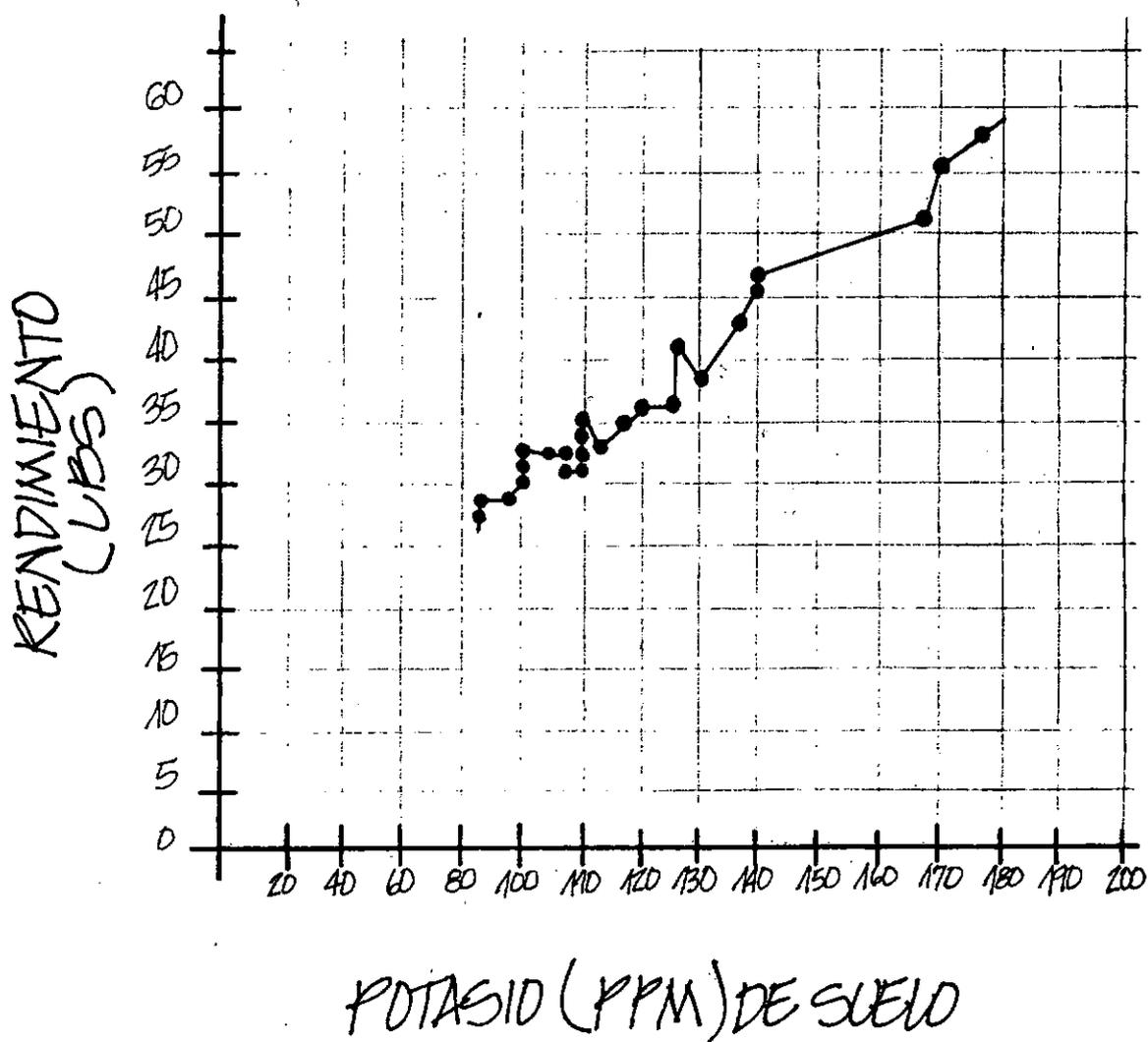
Interpretación de la gráfica

- No existe relación entre las dos variables (ver apéndice 4, cuadro 11).

Gráfica 12. Coeficiente de correlación (r) y coeficiente de determinación (r^2) para las variables potasio de suelo (PPM) y rendimiento (Lbs) para la muestra de suelo No. 2. Usando el "Modelo raíz cuadrada" $Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2 + 0.5$

$$r = 0.98770$$

$$r^2 = 0.97535$$



Interpretación de la gráfica

- Si existe relación entre las dos variables, por lo tanto, se consideran variables dependientes (ver apéndice 4 cuadro 12)

VII. DISCUSIÓN GENERAL

El rendimiento como se sabe es el resultado de la acción conjunta de todos los nutrientes, principalmente los elementos mayores nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). En donde, naturalmente según la planta y suelo de que se trate los nutrientes alternan en importancia en el tratamiento fertilizante del vegetal; es decir, que de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio de las variables (contenido de N-P-K- tanto a nivel foliar como también a nivel de suelo y rendimiento en peso de fruto) en el área en cuestión.

Se pudo comprobar estadísticamente que de los tres elementos analizados (N-P-K), el elemento que tuvo mayor relación con la variable dependiente (Rendimiento) fue el potasio (de suelo).

Esto lo prueba lo confirmado por JACOB, A. y UEXJULL (7) - que dicen que para que exista respuesta de este elemento debe encontrarse en cantidades 0.15 a 0.20 meq. en forma indispensable en los primeros 20 cms., es decir, que bajo ese valor la deficiencia de potasio es evidente y que por lo tanto las palmas aceiteras deberán recibir una fórmula de abono potásico (Murianto de potasio) lo cual es muy frecuente. Lo que viene a definir que es el elemento que puede causar un mayor impacto en cuanto a una baja producción en fruto de palma africana; con respecto a los otros dos elementos mayores (N-P) sí contribuyen en los rendimientos obtenidos por parte de la planta en menor escala que el potasio.

Pudiéndose decir que del fósforo pueden esperarse valores muy débiles, menores de 20 PPM sin provocar deficiencias, pero vale la pena señalar que las interpretaciones de los resultados analíticos concernientes al fósforo son pocos seguros, porque los

análisis no diferencian las formas bajo las cuales el fósforo es fijado en el suelo (8), lo cual se concluye y se puede ver en el análisis estadístico que no tuvo relación con el rendimiento, por lo tanto no es determinante en un buen rendimiento.

El nitrógeno sí es extraído por la planta en buenas cantidades, lo que podemos ver en los resultados de laboratorio (ver apéndice 5), pero aún así no es determinante en resultados positivos. Se sabe que el nitrógeno y el potasio son los dos elementos mayores que la planta de palma africana los extrae del suelo en cantidades bastante regulares pero de estos, el elemento que se considera muy indispensable para determinar un resultado ya sea positivo o negativo no es más que el potasio. Esto de acuerdo a su tenor nutricional en que se encuentre presente en el suelo, lo que en forma estadística fue mostrado mediante el uso de "Modelos de Regresiones". Si vale la pena mencionar que el único elemento de los tres analizados (N-P-K-) que sí tuvo relación con la variable dependiente (rendimiento) fue el potasio de suelo, y no así con todas las demás variables tanto foliares como de suelo.

Cuando existe relación entre dos variables se dice que sí hubo correlación, por lo tanto, se consideran variables dependientes entre sí, para nuestro caso en particular entre las variables potasio de suelo y rendimiento (Muestra 1) el coeficiente de correlación (r) fue de 0.9, con un coeficiente de determinación (Grado de dominio que el modelo estadístico tiene sobre las variables) de 0.8, en este caso el modelo estadístico que mejor se acopló fue el modelo estadístico llamado "Gamma" (ver apéndice 4, cuadro 6), esto se debe a que existe un valor mínimo del coeficiente de correlación que nos indica si hay o no correlación que es de 0.8, para el otro par de variables donde también exis-

tió correlación, potasio de suelo y rendimiento (Muestra 2), el coeficiente de correlación fue de 0.9 y su coeficiente de determinación (r^2) de 0.9 en este caso el modelo estadístico que mejor se ajustó fue el llamado modelo de "Raíz cuadrada" (Ver apéndice 4, cuadro 12), estos resultados fueron obtenidos de acuerdo, que para cada par de variables se usaron diferentes modelos estadísticos de regresión (ver apéndice 4).

Las gráficas del 1 al 12, nos indican el modelo estadístico de mayor dominio sobre las variables analizadas, y al mismo tiempo nos sirven para interpretar si existió o no correlación entre las variables que cada gráfica nos ilustra.

VIII. CONCLUSIONES

1. Haciendo uso del modelo lineal, cuadrático y lineal para la determinación del coeficiente de correlación (r) y de determinación (r^2) en la muestra inicial para las variables % de nitrógeno, % de fósforo y % de potasio foliar respectivamente, y la variable rendimiento de frutos de palma africana, se determinó que no existe relación entre las variables.
2. Haciendo uso de los modelos: Raíz cuadrada, logarítmico y gamma para la determinación del coeficiente de correlación (r) y de determinación (r^2), con la segunda muestra foliar tomada, para las variables nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente y la variable rendimiento de frutos de palma africana, se determinó que no existe relación entre las variables.
3. Haciendo uso del modelo gamma para la determinación del coeficiente de correlación (r) y de determinación (r^2) para las variables nitrógeno, fósforo y potasio de suelo (muestra 1), y la variable rendimiento de frutos de palma africana, se determinó que solamente el elemento potasio y rendimiento tenían relación y por lo tanto consideradas como variables dependientes.
4. Haciendo uso de los modelos gamma, cuadrático y raíz cuadrada para la determinación del coeficiente de correlación (r) y de determinación (r^2) en la muestra de suelo 2, para las variables nitrógeno, fósforo y potasio, y la variable rendimiento de frutos de palma africana, se determinó que solamente el elemento potasio y rendimiento tenían relación y por lo tanto consideradas como variables dependientes.

5. Según los análisis de laboratorio y de relación (Correlación) efectuados se concluye que bajo las condiciones en que se llevó el experimento el elemento potasio en el suelo tiene una mayor relación con el rendimiento en peso de fruto de palma - africana.

IX. RECOMENDACIONES

1. Recomendar a la Asociación Nacional del Café, incrementar los estudios de respuesta a diferentes niveles y fuentes de potasio, y épocas de aplicación en la finca "Buena Vista".
2. Que las fertilizaciones en finca "Buena Vista" se realicen con su respectivo respaldo de análisis de muestras representativas tanto de suelo como de follaje, esto con el propósito de conocer su tenor en elementos minerales y deducir el nivel nutricional de la planta, logrando así una fertilización más precisa y adecuada; y su respuesta a elementos secundarios y menores.
3. Se sabe que la palma africana es un cultivo perenne, y que por lo tanto requiere varios años de investigación para determinar su total productividad. Recomendándose a ANACAFE proseguir estudios más avanzados en lo que a rendimiento se refiere.
4. Aprovechar la experiencia en cuanto a contenido y extracción de nutrientes en palma africana que poseen organismos internacionales, como el Instituto Francés de Investigaciones (I.R. H.O.), el Instituto Colombiano Agropecuario (I.C.), el Programa de Investigación de palma africana ubicado en Golfito, Costa Rica, y otros, evitándose así períodos muy prolongados en investigaciones agronómicas.
5. Recomendar a Instituciones que tengan relación directa con este ramo particularmente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, BANDESA, Asociación Nacional del Café y Facultad de Agronomía de la USAC el fomentar programas de estudios para este cultivo que además de ser una fuente de ingresos para el

país, sirviendo a la vez como fuente de trabajo a muchos ha
bitantes de las zonas rurales, viniendo a contrarrestar en
gran parte el masivo desempleo existente en el país.

X. LITERATURA CITADA

1. ARIAS ARGUELLO, A. La palma africana. Tesis Ing. Agr. San José Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1970. pp. 48-49-52-53.
2. Asociación Nacional del Café, Guatemala. Palma africana; el diagnóstico foliar. Revista Cafetalera (Guatemala) no. 227: 13 p. 1975.
3. Asociación Nacional del Café, Guatemala. Palma africana; mantenimiento de jóvenes plantaciones. Revista Cafetalera (Guatemala) no. 225: pp. 16-17, 1976.
4. GONZALES BARAHONA, E. Su diagnóstico foliar de palma africana. Revista Cafetalera (Guatemala) no. 1984: pp. 13-16, 1979.
5. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA - ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE. Resumen del proyecto de diversificación para áreas cafetaleras. Guatemala, 1970. v. I. 51 p.
6. JACKSON, M. L. Análisis químico de suelos. Barcelona, España, Omega, 1970. pp. 272-278.
7. JACOB, A. y UEXJULL, V. Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Alemania, Verlagsgesellschaft & Hannover, 1966. pp. 339-349.
8. REINHARDT HOWELER, H. Análisis foliar de algunos cultivos tropicales. Cali, Colombia, CIAT, 1974. pp. 1-2-4.

9. ROSADO POL, P. A. Caracterización del agrosistema palma africana (*Elaeis guineensis*) (jacq) en la finca Buena Vista, San Sebastián, Retalhuleu. Tesis Ing. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. pp. 2-53.
10. SAMAYOA, J. A. Aspectos fundamentales en el manejo de una planta extractora de aceite de palma y recuperación de almendras. Guatemala, ANACAFE, 1979. pp. 3-8.
11. VILLEDA SANDOVAL, B. A. Caracterización del agrosistema palma africana (*Elaeis guineensis*) (jacq) en el Valle de Polochic; Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. pp. 2-60.
12. ZURRE, C. y ZILLER, R. Técnicas agrícolas y producciones tropicales en palmera de aceite. Barcelona, España, Blume, 1969. pp. 116-135.



XI. APENDICE

- XI.1. Técnica utilizada en el laboratorio para determinar nitrógeno foliar. (METODO DE KJELDAHL).
- XI.2. Técnica utilizada en el laboratorio para determinar fósforo y potasio (METODO DE DIGESTION SECA) y técnica utilizada para determinar elementos menores. (ABSORCION ATOMICA).
- XI.3. Cuadros de resultados de análisis de laboratorio de los elementos mayores (N-P-K) tanto a nivel de suelo como a nivel foliar y rendimiento de acuerdo al número de muestra.
- XI.4. Cuadros de resultados de análisis estadístico para cada par de variables analizadas.
- XI.5. Cuadros de resultados de laboratorio en forma general, incluyendo elementos mayores, elementos menores, materia orgánica y pH. De acuerdo al número de muestra.

NITROGENO FOLIAR

METODO DE KJELDAHL

A. Procedimiento

1. Pesár 0.10 gramos de muestra seca sobre un disco de papel parafinado y vertirla dentro de un balón Kjendahl de 30 ml
2. Agregar con una cuchara calibrada 1.1 gramos de mezcla di gestora, luego girar el balón para homogenizarla.
3. Con una pipeta automática agregar 2.4 ml de ácido sulfúri rico y mezclar.
4. Agregar 2 o 3 nucleos de ebullición.
5. Iniciar la digestión a baja temperatura, manetenerla así hasta lograr que el ácido se condense en el cuello del ba lón (aproximadamente de 15 a 25 minutos).
6. En este punto, auméntese la temperatura y mantenerla así hasta que la digestión llega a ser incolora (dura aproxima damente 45 ml.)
7. Dejar enfriar el balón.
8. Añadir con una pipeta, una mínima cantidad de agua (10 ml) para disolver el residuo de sales formado.
9. Conecta el balón al aparato de destilación y luego abrir la llave del recipiente que contiene la solución de hidróxido de sodio y tiosulfato de sodio y agregar 10 ml de ella, con sumo cuidado ya que la reacción que se produce es muy vio- lenta, lo cual podría producir una pérdida de muestra.

10. Luego se cierra el escape para vapor, se conecta el generador de vapor y se inicia la destilación, recibiendo el destilado en 15 ml. de ácido bórico.

Destilar aproximadamente 10 ml, a una velocidad tal que esto ocurra a los 5 minutos después del viraje en el color del indicador.

11. El destilado se titula con ácido sulfúrico de 0.03 normal (se utiliza agitador magnético y una lámpara fluorescente para mayor comodidad del operador).
12. Como nuestros resultados están dados en porcentaje calculamos este mediante la siguiente ecuación:

$$\% = \frac{V (N \times \text{Peso atómico N }) \times 100}{\text{mgr. Muestra}}$$

V = volumen del ácido que se empleó en la titulación para llegar al cambio de color

N = Normalidad del ácido usado en la titulación
Peso atómico del Nitrógeno

B. Reactivos necesarios

1. Acido sulfúrico: 93 - 98% excente de N.
 2. Oxido mercúrico en polvo, reactivo analítico
 3. Sulfato de potasio; reactivo analítico
 4. Mezcla digestora: triturar y mezclar íntimamente en un mortero de agata. 100 gramos de sulfato de potasio (o su sustituto Sulfato de soda anhidrido) y diez gramos de óxido de mercurio, guardar esta mezcla en un recipiente de vidrio hermético.
- Solución concetrado de Sodio y Tiosulfato de Sodio: Disol-

ver 5 Kgms. de NaOH en agua dejar enfriar diluir a 10 li
tros. Agregar 1.28 Kgms. de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ y dejar que se disuel
va completamente antes de usar este reactivo.

6. Solución aproximadamente 0.03N de H_2SO_4 añadir 8.5 ml de H_2SO_4 (93-98%) a 10 litros de agua.
7. Indicador mixto, disolver 0.450 gramos de rojo de metilo y 0.250 gramos de azul de metileno en 250 ml de alcohol de 95%.
8. Solución de ácido bórico con indicador, disolver 200 gramos de ácido bórico en 10 litros de agua. Agregar 40 ml de indicador mixto (6).

I. Preparación de la muestra

1. La muestra fresca de la planta debe secarse en un horno con una corriente de aire forzado a una temperatura de 70°C.
2. Las muestras son entonces trituradas en un molino Wiley de acero inoxidable con malla de 1 mm.

II. Incineración de las muestras

1. Procedimiento de incineración seco

- A. Se peso 1 g. de la muestra de la planta dentro de un recipiente de evaporación, ya sea un crisol perforado Gooch o un frasco pyrex Erlenmeyer de 50 ml., se incineró de seis a diez horas en una mufla a una temperatura de 475° a 500°C.
- B. Se enfrió y humedeció con agua destilada y luego se agregó 2 ml. de la solución HCL concentrado aproximadamente. Evapórese muy lentamente a baño de maría o en una plancha caliente. Utilizando el dispensador múltiple se agregó 25 ml. de una solución 1 N HCL y luego se filtró.

Nota: El objeto de agregar la solución de HCL concentrada y evaporada a sequedad es para deshidratar el elemento Si que pudiera interferir en la determinación de P y para disolver compuestos solubles difíciles de deshacer.

III. Procedimiento analítico

1. Para cobre, hierro, manganeso y zinc por medio de absorción atómica

Estos elementos son determinados directamente del fil

APENDICE 2

trado de II I-B o de II 2-E y comparados a una serie de soluciones patrones conteniendo 0-3 ppm de Cu, 0-20 ppm de Fe, 0-15 ppm de Mn y 0-3 ppm de Zn. Esto permite medir de 0 a 75 ppm Cu, 0 a 500 ppm Fe, 0 a 375 ppm Mn y 0 a 75 ppm Zn - en la muestra de la planta en base al peso seco.

2. Para calcio, magnesio, potasio y fósforo

- A. Utilizando el instrumento diluidor tómesese 1 ml del filtrado de II I-B o II 2-E y añádase 24 ml. de agua destilada.
- B. Para determinar calcio utilícese otro instrumento diluidor y tómesese 5 ml de "A" y agréguese 15 ml de una solución 1% La en una solución 5% HCL. Mídase por medio del aparato de absorción atómico. Soluciones patrones de calcio conteniendo 0, 100, 200, 500 y 1000 ppm Ca deben tomarse a través de las mismas diluciones y las soluciones patrones diluídas deben utilizarse para la calibración del instrumento de absorción atómico. Esto permitirá medir Ca de 0 a 2% en la muestra de la planta en base al peso seco.
- C. Para determinar magnesio utilícese otro aparato diluidor y tómesese 2 ml de "A" y agréguese 14 ml. de una solución 1% en la una solución 5% HCL. Mídase por medio de absorción atómica. Las soluciones patrones de magnesio conteniendo 0, - 50, 100, 200 y 400 ppm Mg deben tomarse a través de las mismas diluciones y las soluciones patronas diluídas deben usarse para calibrar el instrumento de absorción atómico. Esto permitirá medir Mg de 0 a 1% en la muestra de la planta en base al peso seco.
- D. Para determinar fósforo utilícese el mismo aparato diluidor que se usó para Mg y tómesese 2 ml. de "A" y agréguese 14 ml. del reactivo de color molibdato de amonio. Después de veinte a treinta minutos mídase por medio del colorímetro. Las

soluciones patrones de fósforo conteniendo 0, 25, 50, 150 y 250 ppm P deben tomarse a través de las mismas diluciones y las soluciones patrones diluídas deben usarse para hacer una curva de calibración de acuerdo a la lectura del colorímetro. Esto permite medir P de 0 a 0.5% en la muestra de la planta en base al peso seco.

E. Para determinar potasio utilícese el mismo aparato diluidor que se usó para Mg y tómesese 2 ml. de "A" y agréguese 14 ml. de agua destilada (o una solución de litio si el fotómetro de llama requiere una solución patrón interna de Li) y mídase por medio de la emisión de llama en el fotómetro o por medio de la capacidad de emisión en el aparato de absorción atómico. Las soluciones patrones de potasio conteniendo 0, 100, 500, 1000 y 2000 ppm K deben tomarse a través de las mismas diluciones y las soluciones patrones diluídas deben usarse para calibración en el instrumento. Esto permite medir K de 0 a 5% en la muestra de la planta en base al peso seco.

IV. Reactivos

1. Solución de incineración húmeda. Esta solución debe prepararse con sustancias químicas de grado reactivo momentos antes de necesitarse. Por cada 15 ml de solución requerida - mézclese 10 ml. de metanol, 3 ml. de 30% H_2O y 2 ml de 18 N H_2SO_4 . Para prepararse la solución 18 N H_2SO_4 colóquese - 250 ml. de agua destilada en un beaker de pyrex o en un frasco Erlenmeyer y muy lentamente anádasele 250 ml. de una solución H_2SO_4 concentrada. Déjese enfriar antes de usarse.
2. 1% Solución Lantano en 5% (V/V) HCL - Humedézcase 58.65 gm. de una solución La_2O_3 con agua destilada. Agréguese 250 ml. de HCL concentrado muy lentamente hasta que el material esté disuelto. Dilúyase a 5 litros con agua destilada.
3. Reactivo de color Molibdato de Amonio (6).

APENDICE 3

Cuadro 1. Resultados de análisis de laboratorio de los elementos nitrógeno (%), fósforo (%), potasio (%) y rendimiento (Lbs) de la muestra foliar No. 1

Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Rendimiento (Lbs)
2.52	0.203	0.980	33.80
2.52	0.227	0.780	43.50
2.42	0.238	1.270	38.50
2.12	0.227	1.080	53.80
2.62	0.215	0.880	45.00
2.72	0.238	0.880	41.50
2.12	0.250	0.780	55.00
2.72	0.238	0.780	44.00
2.52	0.250	0.680	42.00
2.72	0.262	0.780	87.00
2.82	0.250	0.780	48.60
2.12	0.262	0.880	89.50
2.52	0.250	0.880	68.00
2.62	0.238	0.690	35.50
2.52	0.238	0.690	80.50
2.52	0.238	0.690	48.00
2.42	0.238	1.080	104.50
2.02	0.275	0.780	31.87
2.42	0.250	0.690	92.33
2.72	0.250	0.780	90.50
2.42	0.250	0.980	32.50
2.42	0.226	0.690	35.00
2.62	0.262	0.880	49.33
2.42	0.250	0.980	96.87
2.52	0.250	0.880	31.00

Cuadro 2. Resultados de análisis de laboratorio de los elementos nitrógeno (NO_3) fósforo (PPM), potasio (PPM) y rendimiento (Lbs) de la muestra de suelo No. 1.

Nitrógeno (NO_3)	Fósforo (PPM)	Potasio (PPM)	Rendimiento (Lbs)
4.63	26.12	102	33.80
4.87	33.69	142	43.50
4.87	36.61	124	38.50
5.81	26.12	174	53.80
5.10	47.17	152	45.00
2.73	27.69	140	41.50
3.56	29.30	166	55.00
5.81	29.30	140	44.00
5.81	51.52	146	42.00
9.56	42.08	196	87.00
5.81	37.64	162	48.60
10.68	29.30	200	89.50
5.10	26.12	192	68.00
6.05	22.55	124	35.50
8.12	23.94	190	80.50
5.10	24.66	156	48.00
4.87	35.61	200	104.50
3.77	19.91	124	31.87
2.50	39.79	196	92.33
5.56	34.63	196	90.50
3.56	21.21	126	32.50
2.93	37.64	120	35.00
2.93	24.66	160	49.33
3.14	40.92	200	96.87
3.77	22.55	126	31.00

APENDICE 4

Cuadro 3. Resultados de análisis de laboratorio de los elementos nitrógeno (%), fósforo (%), potasio (%) y rendimiento (Lbs) de la muestra foliar No. 2.

Nitrógeno (%)	Fósforo (%)	Potasio (%)	Rendimiento (Lbs)
2.51	0.300	1.57	43.00
2.32	0.312	1.78	35.10
2.58	0.327	0.86	45.00
2.49	0.352	0.78	33.20
2.73	0.312	0.89	36.00
2.54	0.339	1.00	34.80
2.48	0.327	0.99	33.90
2.42	0.312	1.59	33.00
2.54	0.352	1.88	33.10
2.58	0.338	1.37	35.00
2.51	0.338	0.98	30.90
2.80	0.327	0.88	28.00
2.85	0.327	0.88	31.00
2.70	0.300	0.89	42.00
2.53	0.379	0.88	46.80
2.62	0.338	0.89	55.10
2.71	0.327	0.98	53.80
2.27	0.312	0.98	37.80
2.57	0.352	0.89	36.70
2.30	0.327	0.78	34.90
2.42	0.287	0.98	58.80
2.52	0.245	1.96	29.75
2.63	0.352	0.89	33.70
2.27	0.274	0.98	33.95
2.27	0.277	0.88	28.90

Cuadro 4. Resultados de análisis de laboratorio de los elementos nitrógeno (NO_3), fósforo (PPM), potasio (PPM) y rendimiento (Lbs) de la muestra de suelo No. 2

Nitrógeno (NO_3)	Fósforo (PPM)	Potasio (PPM)	Rendimiento (Lbs)
2.32	48.56	136	43.00
4.31	148.50	118	35.10
3.98	26.12	140	45.10
3.35	106.75	100	33.20
5.10	127.25	120	36.00
3.77	86.50	110	34.80
4.41	57.00	108	33.90
3.77	64.25	106	33.00
3.14	148.50	108	33.10
3.56	192.25	110	35.00
3.98	47.50	100	30.90
3.56	76.50	84	28.00
3.77	86.50	100	31.00
4.20	76.50	126	42.00
7.31	64.25	140	46.80
4.87	117.08	170	55.10
3.98	287.00	166	53.80
4.41	76.50	130	37.80
3.56	106.75	126	36.70
3.35	64.25	110	34.90
3.56	56.48	176	58.80
3.77	45.83	94	29.75
3.56	127.25	108	33.70
3.77	76.50	110	33.95
4.63	57.00	86	28.90

CUADRO 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
CENTRO DE ESTADÍSTICA Y CÁLCULO.

VAR X: NITROGENO FOLIAR I, VAR Y: RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

COEFICIENTES :

b0 = 74.0222 b1 = -6.9326

PARAMETROS :

F calculada = 0.0836 correlacion = 0.06018 determinacion = 0.00362

$Y = b_0 * X ^ b_1$ ----- Modelo logaritmico

COEFICIENTES :

b0 = 58.5060 b1 = -0.1213

PARAMETROS :

F calculada = 0.0158 correlacion = 0.02619 determinacion = 0.00069

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO.

VAR X: FOSFORO FOLIAR 1, VAR Y: RENDIMIENTO

② $Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

COEFICIENTES :

$b_0 = -45.5649$ $b_1 = 421.9627$

PARAMETROS :

F calculada = 1.7255 correlacion = 0.26417 determinacion = 0.06979

$Y = b_0 * X ^ b_1$ ----- Modelo logaritmico

COEFICIENTES :

$b_0 = 535.7954$ $b_1 = 1.6361$

PARAMETROS :

F calculada = 1.6158 correlacion = 0.25621 determinacion = 0.06564

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X ^ 2$ ----- Modelo cuadratico

COEFICIENTES :

$b_0 = -1,182.1708$ $b_1 = 9,852.4150$ $b_2 = -19,490.1035$

PARAMETROS :

F calculada = 5,551.9409 correlacion = 0.36144 determinacion = 0.13064

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO.

VAR X: POTASIO FOLIAR 1, VAR Y: RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

COEFICIENTES :
b0 = 53.0292 b1 = 4.3489

PARAMETROS :
F calculada = 0.0167 correlacion = 0.02697 determinacion = 0.00073

CUADRO 4

VAR X: NITROGENO SUELO 1, VAR Y: RENDIMIENTO

Y = b0 + b1 * X ----- Modelo lineal

(4)

COEFICIENTES :

b0 = 27.3245 b1 = 5.3951

PARAMETROS :

F calculada = 9.3828 correlacion = 0.53828 determinacion = 0.28975

Y = b0 * X ^ b1 ----- Modelo logaritmico

COEFICIENTES :

b0 = 22.5309 b1 = 0.5216

PARAMETROS :

F calculada = 8.1132 correlacion = 0.51045 determinacion = 0.26076

Y = b0 * b1 ^ X ----- Modelo geometrico

COEFICIENTES :

b0 = 31.7588 b1 = 1.0961

PARAMETROS :

F calculada = 9.8778 correlacion = 0.54812 determinacion = 0.30044

Y = b0 + b1 * X + b2 * X ^ 2 ----- Modelo cuadratico

COEFICIENTES :

b0 = 40.2406 b1 = 1.0546 b2 = 0.3050

PARAMETROS :

F calculada = 16,789.1953 correlacion = 0.54599 determinacion = 0.29810

Y = b0 + b1 * X + b2 * X ----- Modelo raiz cuadrada

COEFICIENTES :

b0 = 88.2862 b1 = 15.2192 b2 = -50.0449

PARAMETROS :

F calculada = 17,085.6660 correlacion = 0.55079 determinacion = 0.30337

Y = b0 * exp(b1 * X) * X ^ b2 ----- Modelo gamma

COEFICIENTES :
 $b_0 = 42.6096$ $b_1 = 0.1543$ $b_2 = 0.6755$

PARAMETROS :
 F calculada = 4.8554 correlacion = 0.55568 determinacion = 0.30879

- 65 -

CUADRO 5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO.

VAR X: FOSFORO SUELO I, VAR Y: RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

COEFICIENTES :
 $b_0 = 28.8909$ $b_1 = 0.8800$

PARAMETROS :
 F calculada = 2.4239 correlacion = 0.30877 determinacion = 0.09534

$Y = b_0 * X^{b_1}$ ----- Modelo logaritmico

COEFICIENTES :
 $b_0 = 6.6485$ $b_1 = 0.6024$

PARAMETROS :
 F calculada = 3.8686 correlacion = 0.37945 determinacion = 0.14398

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$ ----- Modelo cuadratico

COEFICIENTES :
 $b_0 = -116.2684$ $b_1 = 9.9541$ $b_2 = -0.1327$

PARAMETROS :
 F calculada = 11,113.4863 correlacion = 0.51568 determinacion = 0.26592

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^{-1}$ ----- Modelo raiz cuadrada

COEFICIENTES :
 $b_0 = -552.9541$ $b_1 = -17.0049$ $b_2 = 205.7425$

PARAMETROS :
 F calculada = 10,805.1514 correlacion = 0.50847 determinacion = 0.25855

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO.

VAR X: FERTILIZACION, VAR Y: RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

(6)

COEFICIENTES :

$b_0 = -46.1126$ $b_1 = 0.6376$

PARAMETROS :

F calculada = 66.0484 correlacion = 0.86123 determinacion = 0.74171

$Y = b_0 * X^{b_1}$ ----- Modelo logaritmico

COEFICIENTES :

$b_0 = 0.0106$ $b_1 = 1.6792$

PARAMETROS :

F calculada = 77.1242 correlacion = 0.87766 determinacion = 0.77022

$Y = b_0 * b_1^X$ ----- Modelo geometrico

COEFICIENTES :

$b_0 = 8.8184$ $b_1 = 1.0111$

PARAMETROS :

F calculada = 91.1454 correlacion = 0.89359 determinacion = 0.79809

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$ ----- Modelo cuadratico

COEFICIENTES :

$b_0 = 129.9117$ $b_1 = -1.6677$ $b_2 = 0.0073$

PARAMETROS :

F calculada = 156,554.3910 correlacion = 0.89549 determinacion = 0.80159

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^{\frac{1}{2}}$ ----- Modelo raiz cuadrada

COEFICIENTES :

$b_0 = 598.6298$ $b_1 = 4.7776$ $b_2 = 103.4253$

PARAMETROS :

F calculada = 155,095.4380 correlacion = 0.89350 determinacion = 0.79852

$Y = b_0 * \exp(b_1 * X) * X^{b_2}$ ----- Modelo gamma

COEFICIENTES :

$b_0 = 2,257,702.0000$ $b_1 = 0.0310$ $b_2 = 0.0453$

PARAMETROS :

F calculada = 44.6930 correlacion = 0.90481 determinacion = 0.81868

CUADRO 7

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO.

VAR X: NITROGENO FOLIAR 2, VAR Y: RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

(A)

COEFICIENTES :

$b_0 = 26.0785$ $b_1 = 4.6269$

PARAMETROS :

F calculada = 0.1887 correlacion = 0.09021 determinacion = 0.00814

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$ ----- Modelo cuadratico

COEFICIENTES :

$b_0 = -464.4170$ $b_1 = 394.0786$ $b_2 = -77.0011$

PARAMETROS :

F calculada = 1.615.6016 correlacion = 0.29237 determinacion = 0.08548

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * \sqrt{X}$ ----- Modelo raiz cuadrada

COEFICIENTES :

$b_0 = -2,277.5623$ $b_1 = -909.3062$ $b_2 = 2,903.4189$

PARAMETROS :

F calculada = 1.827.4450 correlacion = 0.31095 determinacion = 0.09669

CUADRO 8

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO.

VAR X: FOSFORO FOLIAR 2, VAR Y: RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

8

COEFICIENTES :

$b_0 = 30.0269$ $b_1 = 24.0916$

PARAMETROS :

F calculada = 0.1695 correlacion = 0.08553 determinacion = 0.00732

$Y = b_0 * X ^ b_1$ ----- Modelo logaritmico

COEFICIENTES :

$b_0 = 49.8121$ $b_1 = 0.2609$

PARAMETROS :

F calculada = 0.3588 correlacion = 0.12394 determinacion = 0.01536

CUADRO 9

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO.

VAR XI POTASIO FOLIAR 2, VAR YI RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

COEFICIENTES :

b0 = 42.2285 b1 = -3.7008

PARAMETROS :

F calculada = 0.5926 correlacion = 0.15348 determinacion = 0.02512

$Y = b_0 * b_1 ^ X$ ----- Modelo geometrico

COEFICIENTES :

b0 = 41.1217 b1 = 0.9166

PARAMETROS :

F calculada = 0.5549 correlacion = 0.15348 determinacion = 0.02356

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X ^ 2$ ----- Modelo cuadratico

COEFICIENTES :

b0 = -5.5365 b1 = 75.7022 b2 = -29.6258

PARAMETROS :

F calculada = 2,262.5547 correlacion = 0.34450 determinacion = 0.11868

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X ^ 0.5$ ----- Modelo raiz cuadrada

COEFICIENTES :

b0 = -155.2327 b1 = -160.4026 b2 = 356.5928

PARAMETROS :

F calculada = 2,355.3235 correlacion = 0.35149 determinacion = 0.12355

$Y = b_0 * exp(b_1 * X) * X ^ b_2$ ----- Modelo gamma

COEFICIENTES :

b0 = 301.8730 b1 = -2.0172 b2 = 11.8179

PARAMETROS :

F calculada = 1.4527 correlacion = 0.35910 determinacion = 0.12895

VAR X: NITROGENO SUELO 2, VAR Y: RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

COEFICIENTES :

$b_0 = 29.5712$ $b_1 = 2.0474$

PARAMETROS :

F calculada = 1.1931 correlación = 0.22207 determinación = 0.04932

$Y = b_0 * b_1 ^ X$ ----- Modelo geometrico

COEFICIENTES :

$b_0 = 30.1458$ $b_1 = 1.0525$

PARAMETROS :

F calculada = 1.2767 correlación = 0.22933 determinación = 0.05259

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X ^ 2$ ----- Modelo cuadratico

COEFICIENTES :

$b_0 = 45.8666$ $b_1 = -5.1559$ $b_2 = 0.7462$

PARAMETROS :

F calculada = 1,396.4855 correlación = 0.26541 determinación = 0.07044

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X ^ 0.5$ ----- Modelo raiz cuadrada

COEFICIENTES :

$b_0 = 98.1286$ $b_1 = 17.2337$ $b_2 = -64.9998$

PARAMETROS :

F calculada = 1,543.0405 correlación = 0.27899 determinación = 0.07783

$Y = b_0 * \exp(b_1 * X) * X ^ b_2$ ----- Modelo gamma

COEFICIENTES :

$b_0 = 47.7836$ $b_1 = 0.2663$ $b_2 = 0.3799$

PARAMETROS :

F calculada = 1.0922 correlación = 0.30671 determinación = 0.09407

CUADRO 11

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO.

VAR X1 FOSFORO SUELO 2, VAR Y1 RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

(11)

COEFICIENTES :

b0 = 34.7270 b1 = 0.0321

PARAMETROS :

F calculada = 1.1243 correlacion = 0.21588 determinacion = 0.04661

$Y = b_0 * b_1 ^ X$ ----- Modelo geometrico

COEFICIENTES :

b0 = 34.3434 b1 = 1.0008

PARAMETROS :

F calculada = 1.1530 correlacion = 0.21848 determinacion = 0.04774

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X ^ 2$ ----- Modelo cuadratico

COEFICIENTES :

b0 = 43.9370 b1 = -0.1406 b2 = 0.0006

PARAMETROS :

F calculada = 3,242.4539 correlacion = 0.40546 determinacion = 0.16439

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X$ ----- Modelo raiz cuadrada

COEFICIENTES :

b0 = 67.2022 b1 = 0.3194 b2 = -6.3455

PARAMETROS :

F calculada = 3,106.6453 correlacion = 0.39687 determinacion = 0.15751

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO.

VAR X: POTASIO SUELO 2, VAR Y: RENDIMIENTO

$Y = b_0 + b_1 * X$ ----- Modelo lineal

(12)

COEFICIENTES :

$b_0 = -2.0564$ $b_1 = 0.3339$

PARAMETROS :

F calculada = 604.6061 correlacion = 0.90151 determinacion = 0.92395

$Y = b_0 * X^{b_1}$ ----- Modelo logaritmico

COEFICIENTES :

$b_0 = 0.3006$ $b_1 = 1.0105$

PARAMETROS :

F calculada = 502.0417 correlacion = 0.97785 determinacion = 0.95619

$Y = b_0 * b_1^X$ ----- Modelo geometrico

COEFICIENTES :

$b_0 = 14.0550$ $b_1 = 1.0081$

PARAMETROS :

F calculada = 788.5143 correlacion = 0.98573 determinacion = 0.97166

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$ ----- Modelo cuadratico

COEFICIENTES :

$b_0 = 19.6466$ $b_1 = -0.0139$ $b_2 = 0.0013$

PARAMETROS :

F calculada = 646,213.0000 correlacion = 0.98749 determinacion = 0.97914

$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * \sqrt{X}$ ----- Modelo raiz cuadrada

COEFICIENTES :

$b_0 = 32.1311$ $b_1 = 1.0021$ $b_2 = -15.6777$

PARAMETROS :

F calculada = 646,493.1200 correlacion = 0.98770 determinacion = 0.97933

$Y = b_0 * \exp(b_1 * X) * X^{b_2}$ ----- Modelo gamma

COEFICIENTES :

$b_0 = 22.8105$ $b_1 = 0.0091$ $b_2 = -0.0007$

PARAMETROS :

F calculada = 377.1898 correlacion = 0.98582 determinacion = 0.97165

APENDICE 5

RESULTADOS DE LABORATORIO

Muestra	Porcentaje (%)				Partes por millón (ppm)				
	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
1	0.203	0.98	1.1	0.20	5.00	52.5	84.6	24.0	2.52
2	0.227	0.78	1.0	0.24	5.00	47.5	90.6	18.0	2.52
3	0.238	1.27	1.1	0.26	5.00	50.0	95.1	26.0	2.42
4	0.227	1.08	1.1	0.26	5.00	45.0	101.2	17.5	1.12
5	0.215	0.88	0.8	0.18	5.00	42.5	89.1	18.5	2.62
6	0.238	0.88	0.9	0.22	2.50	42.5	87.6	14.0	2.72
7	0.250	0.78	1.0	0.28	5.00	45.0	108.7	14.0	2.12
8	0.238	0.78	1.0	0.30	5.00	47.5	110.2	15.0	2.72
9	0.250	0.68	1.2	0.28	5.00	52.5	131.4	12.5	2.52
10	0.262	0.78	0.9	0.18	3.75	40.0	64.9	12.0	2.72

RESULTADOS DE LABORATORIO

Muestra	Porcentaje (%)				Partes por millón (ppm)				
	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	N%
11	0.250	0.78	1.0	0.20	2.50	42.5	87.6	10.5	2.82
12	0.262	0.88	1.1	0.26	2.75	45.0	114.8	12.0	2.12
13	0.250	0.88	0.9	0.18	3.75	40.0	60.4	11.5	2.52
14	0.238	0.69	0.8	0.22	3.75	35.0	80.0	10.5	2.62
15	0.238	0.69	0.8	0.18	5.00	37.5	75.5	7.5	2.52
16	0.238	0.69	0.9	0.24	5.00	33.8	78.52	11.0	2.52
17	0.238	1.08	0.8	0.66	2.50	35.0	60.4	10.5	2.42
18	0.275	0.78	0.9	0.22	3.75	36.3	80.0	10.0	2.02
19	0.250	0.69	1.0	0.22	5.00	42.5	102.7	11.5	2.42
20	0.250	0.78	0.9	0.30	3.75	35.0	108.7	14.0	2.72

74

RESULTADOS DE LABORATORIO

Muestra	Porcentaje (%)				Partes por millón (ppm)				
	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	N%
21	0.250	0.98	0.8	0.24	3.75	40.0	81.5	10.5	2.42
22	0.226	0.69	0.9	0.18	2.50	37.5	83.0	11.0	2.42
23	0.262	0.88	0.8	0.22	2.50	36.3	61.9	9.5	2.62
24	0.250	0.98	0.9	0.22	2.50	37.5	90.6	10.5	2.42
25	0.250	1.0	0.26	5.00	45.0	96.6	11.5	2.52	

RESULTADOS DE LABORATORIO

Muestra	P.H.	p.p.m.		Meq/100g		%
		Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	
1	6.05	26.12	102	4.55	1.49	3.23
2	6.00	33.69	142	3.81	1.13	2.57
3	6.05	36.61	124	4.55	1.43	3.57
4	6.15	26.12	174	4.55	1.80	4.14
5	6.25	47.17	152	5.18	1.52	3.47
6	6.25	27.68	140	5.24	1.84	4.20
7	6.15	29.30	166	5.24	1.64	4.26
8	6.00	29.30	140	4.68	1.33	3.60
9	6.00	51.52	146	5.18	1.74	4.13
10	5.95	42.08	196	5.55	+ 2.05	4.67
11	6.15	37.64	162	5.61	+ 2.05	4.67
12	6.15	29.30	+ 200	5.30	1.74	3.73

RESULTADOS DE LABORATORIO

Muestra	P.H.	p.p.m.		Meq/100g		%
		Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	
13	6.05	26.12	192	4.43	4.56	3.70
14	6.25	22.55	124	5.30	1.80	2.67
15	6.15	23.94	190	5.18	1.80	3.90
16	6.15	24.66	156	5.43	1.50	3.67
17	6.10	35.61	+200	4.99	1.52	3.30
18	6.20	19.91	124	4.37	1.35	4.03
19	6.25	39.79	196	4.86	1.56	3.87
20	6.20	34.63	196	4.18	1.49	4.07
21	6.25	21.21	126	4.49	1.45	3.20
22	6.25	37.64	120	4.11	1.33	3.07
23	6.30	24.66	160	4.55	1.43	2.93
24	6.15	40.92	+200	4.80	1.56	4.20
25	6.05	22.55	126	4.80	1.52	4.13

ELEMENTOS MENORES EN EL SUELO

Finca Buena Vista

No. de la Muestra	PARTES POR MILLON (ppm)			
	COBRE	HIERRO	MAGNESIO	ZINC
1	2.50	5.25	11.70	9.30
2	2.50	5.50	6.90	9.15
3	2.50	4.75	6.90	11.70
4	1.75	3.75	5.40	10.50
5	1.75	4.00	5.40	10.50
6	2.00	4.00	6.75	9.30
7	1.50	4.25	6.15	10.05
8	2.00	4.50	7.05	14.70
9	1.75	4.00	8.70	11.25
10	1.00	3.75	7.20	11.25
11	1.25	3.25	9.75	10.50
12	2.25	4.25	8.70	11.25
13	1.25	4.00	6.30	8.40
14	1.00	4.00	8.55	7.95
15	1.25	4.50	6.75	8.25
16	1.75	4.50	6.00	10.95
17	3.50	9.00	12.00	23.10
18	1.75	4.75	7.20	6.45
19	1.75	4.50	8.70	14.55
20	2.5	5.75	7.50	12.75
21	1.50	3.75	6.75	9.00
22	1.75	4.25	5.70	8.40
23	2.00	4.25	5.40	3.15
24	2.00	4.75	6.00	3.90
25	1.75	4.75	6.60	3.35

CONTENIDO DE NITROGENO EN FORMA DE
NITRATO EN EL SUELO

Finca Buena Vista

Muestra	NO ₃
1	4.63
2	4.87
3	4.87
4	5.81
5	5.10
6	2.73
7	3.56
8	5.81
9	5.81
10	9.56
11	5.81
12	10.18
13	5.10
14	6.05
15	8.12
16	5.10
17	4.87
18	3.77
19	12.50
20	5.56
21	3.56
22	2.93
23	2.93
24	3.14
25	3.77

RESULTADOS DE LABORATORIO

Muestra	P.H.	p.p.m.		Meq/100g	
		Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
1	5.80	48.56	136	6.24	1.39
2	5.65	148.50	118	6.36	1.49
3	5.70	26.12	140	6.24	1.58
4	5.60	106.75	100	6.12	1.11
5	5.70	127.25	120	6.48	1.41
6	5.40	86.50	110	5.12	0.98
7	5.75	57.00	108	11.23	1.23
8	5.30	64.25	106	5.99	1.11
9	5.45	148.50	108	5.58	0.92
10	5.55	192.25	110	11.23	1.08
11	5.85	47.50	100	6.12	
12	5.65	76.50	84	6.24	1.31

RESULTADOS DE LABORATORIO

Muestra	P.H.	p.p.m.		Meq/100g	
		Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
13	5.50	86.50	100	9.98	1.06
14	5.85	76.50	126	11.86	1.41
15	5.35	64.25	140	4.99	1.04
16	5.80	117.08	170	6.24	1.04
17	5.65	287.00	166	6.49	1.53
18	5.65	76.50	130	6.49	1.23
19	5.85	106.75	126	7.73	1.72
20	5.50	64.25	110	6.61	1.21
21	5.70	56.48	176	6.12	1.08
22	5.70	45.83	94	3.81	0.72
23	5.60	127.25	108	11.86	1.29
24	5.60	76.50	110	5.18	1.04
25	5.70	57.00	86	11.36	1.02

Muestra	Porcentaje (%)				Partes por millón (ppm)			
	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
1	0.300	1.57	1.20	0.32	7.50	30.00	64.93	10.00
2	0.312	1.78	1.60	0.68	10.00	42.50	105.70	20.00
3	0.327	0.86	1.50	0.42	7.50	37.50	87.58	12.50
4	0.352	0.78	1.40	0.30	5.00	30.00	60.40	11.00
5	0.312	0.89	1.50	0.38	5.00	32.50	60.40	13.00
6	0.339	1.00	1.60	0.44	7.50	40.00	75.50	13.00
7	0.327	0.99	1.40	0.28	7.50	32.50	54.36	13.00
8	0.312	1.59	1.50	0.28	7.50	32.50	45.30	10.00
9	0.352	1.88	1.50	0.38	7.50	40.00	84.56	19.00
10	0.338	1.37	1.50	0.40	5.00	42.50	84.56	15.00

Muestra	Porcentaje(%)				Partes por millón (ppm)			
	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
11	0.338	0.98	1.90	0.42	7.50	40.00	120.80	18.00
12	0.327	0.88	1.40	0.30	5.00	30.00	60.40	10.00
13	0.327	0.88	2.00	0.40	5.00	40.00	92.11	15.00
14	0.300	0.89	1.60	0.40	5.00	50.00	113.25	13.00
15	0.379	0.88	1.40	0.28	5.00	27.50	60.40	10.00
16	0.338	0.89	1.80	0.40	5.00	35.00	75.50	17.50
17	0.327	0.98	1.50	0.32	5.00	35.00	60.40	14.00
18	0.312	0.98	1.60	0.36	5.00	30.00	93.62	14.00
19	0.352	0.89	1.70	0.38	5.00	32.50	64.93	12.50
20	0.327	0.78	1.70	0.36	5.00	32.50	48.32	13.00

Muestra	Porcentaje (%)				Partes por millón (ppm)			
	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
21	0.287	0.98	2.30	0.52	7.50	32.50	98.15	13.00
22	0.245	1.96	1.90	0.32	5.00	25.00	69.46	7.50
23	0.352	0.89	2.00	0.40	5.00	30.00	69.46	9.00
24	0.274	0.98	1.90	0.46	5.00	35.00	83.05	15.00
25	0.277	0.88	2.00	0.42	5.00	30.00	63.42	10.00

RESULTADOS DE LABORATORIO:
SUELOS

Muestra	Partes por Millón (ppm)			
	COBRE	HIERRO	MAGNESIO	ZINC
1	2.75	16.75	16.50	6.80
2	1.50	22.00	18.90	3.90
3	1.75	17.50	12.00	3.40
4	2.00	24.75	10.50	3.40
5	1.75	20.75	11.25	4.25
6	1.25	22.00	11.25	3.10
7	1.25	18.50	8.40	3.00
8	2.00	21.50	18.00	4.40
9	2.00	26.50	13.50	3.00
10	1.25	27.00	12.45	3.40

RESULTADOS DE LABORATORIO
SUELOS

Muestra	Partes por Millón (ppm)			
	Cobre	Hierro	Magnesio	Zinc
11	0.50	15.00	7.50	3.50
12	1.00	17.50	9.00	2.20
13	1.00	20.75	9.00	2.00
14	1.75	18.25	7.95	2.40
15	2.75	18.50	9.00	2.70
16	2.50	19.00	6.60	6.90
17	1.50	24.75	12.75	3.00
18	2.25	17.50	7.80	3.70
19	2.50	19.00	12.00	6.30
20	1.50	18.00	13.05	3.30

RESULTADOS DE LABORATORIO

Muestra	Partes por millón (ppm)			
	Cobre	Hierro	Magnesio	Zinc
21	2.00	16.75	4.95	3.00
22	2.50	19.00	5.25	2.65
23	1.50	21.15	6.45	2.90
24	0.75	19.00	5.85	3.15
25	0.50	18.75	7.05	3.00

CONTENIDO DE NITROGENO EN FORMA DE NITRATO EN EL SUELO

Finca: Buena Vista

Muestra	NO ₃	# Laboratorio	NO ₃
1	2.32	20	3.35
2	4.41	21	3.56
3	3.98	22	3.77
4	3.35	23	3.56
5	5.10	24	3.77
6	3.77	25	4.63
7	4.41		
8	3.77		
9	3.14		
10	3.56		
11	3.98		
12	3.56		
13	3.77		
14	4.20		
15	7.31		
16	4.87		
17	3.98		
18	4.41		
19	3.56		



Referencia _____
Asunto _____

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.
D E C A N O