

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA
REPUBLICA DE GUATEMALA, CENTRO AMERICA

ESTUDIO PRELIMINAR
DE LAS
CONDICIONES QUIMICAS DE FERTILIDAD
DE LOS
SUELOS DEL VALLE DE ASUNCION MITA,
JUTIA PA

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO
TESIS:

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR:

MANUEL ELISEO HERRARTE MONZON

EN EL ACTO DE INVESTIDURA DE:

INGENIERO AGRONOMO

GUATEMALA, ABRIL DE 1967

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
CENTRAL

01
T(116)
C. 3

JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	ING. RENE CASTAÑEDA PAZ
VOCAL 1o.	ING. MARIO MARTINEZ
VOCAL 2o.	ING. HECTOR MURGA G.
VOCAL 3o.	ING. OTTO SLOWING H.
VOCAL 4o.	BR. AXEL RAYO MENDEZ
VOCAL 5o.	BR. NEPTALI MONTERROSO
SECRETARIO	ING. CARLOS ALDANA G.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. EDUARDO D. GOYZUETA
EXAMINADOR	ING. OTTO SLOWING H.
EXAMINADOR	ING. MARIO BRAEUNER
EXAMINADOR	ING. MARCO TULIO URIZAR M.
SECRETARIO	ING. LEOPOLDO SANDOVAL V.

Guatemala, Abril 10 de 1967.

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. René Castañeda Paz
P r e s e n t e .

Por este medio me permito manifestar a usted, que he revisado el trabajo de tesis intitulado "Estudio Preliminar de las Condiciones Químicas de Fertilidad de los Suelos del Valle de Asunción Mita, Jutiapa", presentado por el bachiller Manuel Eliseo Herrarte Monzón. El trabajo en mención llena los requisitos establecidos por los reglamentos respectivos para su aprobación.

Sin otro particular me suscribo de usted como su aten
to servidor.

(f) Ing. Mario Braeuner
Asesor

DEDICO ESTE ACTO:
=====

A DIOS TODOPODEROSO

A mi padre:

FRANCISCO G. HERRARTE

A la memoria de mi madre:

ZOLA DEL CARMEN DE HERRARTE
(Q.E.P.D.)

A la memoria de mi hermano:

MARCO AUGUSTO HERRARTE
(Q.E.P.D.)

A mi esposa:

ELVIRA A. DE HERRARTE.

A mis hermanos y familiares en general.

A mis compañeros de promoción y amigos.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de
San Carlos.

A mi Patria Guatemala.

DEDICO ESTA TESIS

=====

A:

los agricultores guatemaltecos que con fé y esperanza, labran el porvenir de la Patria.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA,
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

De conformidad con lo estipulado por los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis intitulado:

"ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS CONDICIONES QUIMICAS DE FERTILIDAD DE LOS SUELOS DEL VALLE DE ASUNCION MITA, JUTIA PA"

Al presentarlo como requisito previo para optar al título de INGENIERO AGRONOMO, espero que merezca vuestra aprobación.

Aprovecho la oportunidad para presentaros mi respetuoso saludo con las muestras de mi consideración.

(f) M. E. Herrarte M.

RECONOCIMIENTO:

=====

El autor desea dejar constancia de su agradecimiento al Ing. Mario Braeuner por la revisión y asesoramiento de este trabajo, lo mismo que al Ing. Rodolfo Perdomo por sus valiosas sugerencias.

Agradece también al personal del Departamento de Estudios Detallados de Suelos, especialmente al Br. Carlos Figueroa P. su bondadosa colaboración, así como a la Dirección General de Recursos Naturales Renovables que autorizó la utilización de los datos que sirvieron de base para elaborar el presente estudio.

CONTENIDO:

	PAGINA
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	5
III METODOS Y MATERIALES	13
IV RESULTADO DE LAS INVESTIGACIONES	17
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFIA	63
APENDICE	67

MAPA DE LOCALIZACION DE POSIBLES DEFICIENCIAS
DE ELEMENTOS EN LOS SUELOS DEL VALLE DE ASUN
CION MITA, JUTIAPA.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Durante la ejecución de los trabajos del Mapa Detallado de Suelos del Valle de Asunción Mi ta, se estimó que era necesario el estudio de fertilidad del mismo, con el objeto de determinar el potencial de sus suelos para suministrar nutrientes vegetales para el normal desarrollo de las plantas bajo un sistema de irrigación.

Fué así como se juzgó de importancia la realización de este estudio, que por ser del tipo preliminar, indudablemente, adolece de errores, pero, su principal cometido es el de servir de base para la experimentación de campo, que será la que en definitiva vendrá a confirmar o a desvirtuar las aseveraciones aquí presentadas, ya que en un estudio de fertilidad, la experimentación en el campo es básica; sirviendo además como una forma directa de correlacionar los niveles que se obtienen en las pruebas de laboratorio de las muestras de suelo.

Se espera que este estudio adicional de los suelos del Valle sea de alguna utilidad para beneficio de los agricultores que de él dependen, así como para aquellas personas que se encarguen de la experimentación de campo.

I- INTRODUCCION

La demanda cada día mayor de productos alimenticios que se observa en nuestro país, no es más que un índice de la tendencia mundial, que cada día es más exigente para alimentar a la creciente población.

El problema no es nuevo, pues en distintas épocas han aparecido en el mundo algunas crisis ocasionadas por la escasez de alimentos. Sin embargo, en la época actual, se observan agudos contrastes; mientras que la producción en algunos países es muy baja, en otros es abundante, pero se estima que aún esta producción no será suficiente en el futuro para proveer de alimentos a aquellos países que por diversas circunstancias no puedan producirlos en cantidades suficientes para llenar sus necesidades.

Respecto a la América Latina, los datos disponibles (15) tienden a indicar que la producción y el consumo están aumentando a la misma velocidad que la población y que el consumo promedio por persona no está disminuyendo, de donde se deduce que no hay actualmente una crisis aguda en este continente. No obstante, la actual situación es poco satisfactoria y la producción tendrá que aumentar notablemente para satisfacer las necesidades futuras de la población. Este incremento será necesario para satisfacer la demanda derivada del aumento de la población y de la elevación de los ingresos, así como para contribuir a satisfacer la necesidad de ampliar las exportaciones.

Linay S. Sen (11) advirtió que no se ha progresado substancialmente en la carrera entre la pro



ducción de alimentos con la explosión demográfica de la región recordando, al respecto, que en 20 años se duplicará la población latinoamericana y sólo habrá un aumento del cuatro por ciento anual en la producción agrícola, que apenas permitiría alimentar a esa población. Indicó también, que un decrecimiento en la producción alimenticia, agravaría mucho los males políticos y sociales del hemisferio.

La información disponible en nuestro país (4) indica que en el lapso de 186 años (1778 a 1964) la población de Guatemala se ha venido duplicando cada 37 años. Sin embargo, su ritmo de crecimiento ha sido notoriamente mayor en el período comprendido entre 1950 y 1964, siendo su incremento en este período de 3.1% (tasa geométrica media anual) que se considera muy elevado, si se toma en cuenta que la tasa geométrica media anual en el período de 1940 a 1950 fue de 1.6%.

Lamentablemente aún no se cuenta con los datos estadísticos de la producción agropecuaria levantada en 1964 para establecer comparaciones entre los dos últimos censos (1950 y 1964). Sin embargo, con los datos que se han podido obtener (5), puede estimarse que los rendimientos por unidad de área, de las cosechas usadas como base de la alimentación de la mayoría de la población, continúan siendo muy bajos. Probablemente una de las principales causas de esta situación es, que en su mayoría, se cultiva en áreas cuya capacidad productiva no es la indicada para ese tipo de cultivos.

Uno de los principales aspectos que deben tomarse en cuenta para aumentar la producción, es

el establecimiento de prácticas intensivas de manejo de suelos para aprovechar al máximo su capacidad productiva; esto sólo es posible mediante el conocimiento de sus condiciones físico-químicas que determinan esa capacidad y a la vez proporcionan la información necesaria para orientar los planes a seguir para mejorar y mantener su fertilidad.

El uso eficaz de los fertilizantes necesita también de estudios previos de fertilidad para obtener de ellos el mayor rendimiento posible. Estos estudios deben hacerse inicialmente en aquellas áreas de la República que posean características potencialmente productivas, como la costa sur y algunos valles del altiplano central, que mediante programas bien orientados ejecutados en forma coordinada indudablemente aumentarán su producción para beneficio de la economía nacional.

El Valle de Asunción Mita, situado en el Departamento de Jutiapa, es una de estas zonas. Se cuenta ya con un estudio detallado de sus suelos y está bajo irrigación una parte de él. Vale la pena pues, que las distintas dependencias del Ministerio de Agricultura lleven a cabo una labor coordinada para aprovechar lo que está hecho y continuar con su desarrollo para beneficiar no solo a los agricultores de esa región, sino al país en general.

II - REVISION DE LITERATURA

No se puede hablar de la fertilidad del suelo sin tomar en cuenta los factores que en ella intervienen, ya que está determinada por el conjunto armónico de dos características básicas como son: Sus características físicas y químicas; que a la vez influyen directamente en sus características biológicas.

Fundamentalmente el conjunto de estas características determinan en una forma directa el grado de disponibilidad de agua, aire y los nutrientes necesarios para el desarrollo normal de las plantas. Bajo condiciones de humedad excesiva, la planta no puede aprovechar los elementos necesarios para efectuar sus funciones fisiológicas normalmente, debido a los múltiples efectos directos e indirectos que esto ocasiona. Así tenemos, como ejemplos, la alteración de los procesos vitales de la microflora del suelo y la inversión de los procesos de oxidación que son necesarios en algunos elementos, antes de ser absorbidos por las plantas.

Por el contrario, en condiciones de humedad escasa, no se dispone del vehículo indispensable, que es el agua, para el transporte de los nutrientes, lo que trae como consecuencia también la alteración de las funciones vitales de la planta. Se comprende pues, la importancia que tiene el equilibrio adecuado de estos dos elementos (agua y aire) que depende directamente de la permeabilidad del suelo.

Mazariegos (8) encontró que el 39.86% del área total del Valle de Asunción Mita, equivalente a

3,512.2 hectáreas, posee suelos profundos, permeables, cuya textura varía de mediana a fina, con estructuras predominantes de bloques subangulares pequeños y granular de tamaño pequeño, débilmente desarrollados. A estos suelos por sus óptimas condiciones, su topografía y drenaje normal, los clasificó en la Clase Agrológica I.

El mismo autor incluye en la Clase Agrológica II, el 14.5% del área total del Valle, correspondiente a 1,279.1 hectáreas de suelos lentamente permeables, con texturas que varían de mediana a fina y en la Clase Agrológica III el 31% del área del Valle, equivalente a 2,800.3 hectáreas de suelos también lentamente permeables.

Se ha reconocido el hecho de que son muchas las variables que determinan la permeabilidad, mencionándose entre las más importantes a las siguientes (14):

La textura, la estructura, el grado de agregación, la distribución y tamaño de los poros, la materia orgánica, los núcleos coloidales y las bases intercambiables.

Se ha demostrado por medio de análisis de laboratorio, que el estado de las bases de intercambio es uno de los puntos más importantes en la permeabilidad, siendo igualmente importantes la densidad, tamaño y distribución de los espacios porosos, que a su vez son determinados por la agrupación y ordenamiento (estructura) de las partículas del suelo (14).

El estado de las bases de intercambio se

refiere fundamentalmente a un exceso de sodio en el complejo de intercambio que puede actuar como dispersante de las partículas del suelo y por lo tanto ejercer una acción desfavorable en la estructura del mismo, además de otras acciones de tipo químico que alteran los procesos normales de nutrición de las plantas. Estos problemas se presentan en suelos con problemas de acumulación de sales - (salinos y sódicos).

La importancia que tiene la estructura en la determinación de la permeabilidad del suelo y por ende en la fertilidad del mismo, es reconocida por Perdomo (10) quien cita el hecho de que en suelos sin estructura o en aquellos con una estructura deficiente, la absorción de nutrientes por las plantas es generalmente afectada en forma adversa, aunque dichos nutrientes estén presentes en cantidades adecuadas. Menciona también que el desarrollo normal de las raíces de las plantas y la germinación de las semillas, requieren condiciones físicas favorables para su respiración.

El mismo autor también reconoce que el uso continuo del suelo bajo cultivos intensivos y bajo riego, especialmente cuando el contenido de sales solubles del agua es alto y el drenaje del suelo deficiente, produce un deterioro en la estructura del suelo.

Perdomo (10) también encontró que la baja permeabilidad de los suelos, en el área de los pozos en La Fragua, Zacapa, estaba contribuyendo a una mayor acumulación de sales solubles en el horizonte B por eluviación química.

Fireman y Hayword (3) encontraron que cuando el agua de riego contiene residuos de carbonato de sodio y se evapora, se precipitan los carbonatos de calcio y magnesio, aumentando así el porcentaje de sodio en la solución del suelo que además reemplaza al calcio en las partículas de arcilla, aumentando así el porcentaje de sodio intercambiable, lo que trae consigo la deterioración física del suelo, especialmente en su permeabilidad.

Los mismos autores exponen que a medida que aumenta la proporción de sodio intercambiable, los suelos tienden a dispersarse y volverse impermeables al agua y al aire. Como la arcilla saturada de sodio es altamente dispersable, puede ser arrastrada hacia abajo a través del suelo y acumularse en los horizontes inferiores en donde se puede convertir en una capa densa de estructura columnar que tiene baja permeabilidad.

Bower y colaboradores (13) encontraron - que con aplicación de materia orgánica en un suelo sódico, aumentaba el grado de agregación del suelo superficial y la velocidad de infiltración aumentaba casi al triple.

La formación y conservación de una buena estructura en el suelo se favorece con la presencia de una cantidad adecuada de materia orgánica, que además influye favorablemente facilitando las labores de labranza del suelo y mejorando el poder de retención de humedad del mismo. Este hecho se hace más notable en suelos muy arenosos o muy arcillosos (9).

Además de los múltiples efectos físicos be

néficos que la materia orgánica provoca en el suelo, también se ha comprobado que contribuye en el intercambio iónico, función que tiene especial importancia en suelos con bajo contenido de minerales de arcilla. Los materiales orgánicos coloidales poseen una capacidad de intercambio catiónico mucho mayor, por unidad de peso, que los materiales minerales coloidales (9). Se ha encontrado que la capacidad de intercambio catiónico de los coloides orgánicos aislados del suelo varía entre 250 a 450 m.e./100gr. (6) Esta propiedad parece ser una función lineal del porcentaje de carbono presente. La capacidad de cambio catiónico de los residuos orgánicos incorporados al suelo tiende a aumentar con la descomposición, aunque está comprobado que, en su mayoría, está constituida por iones de hidrógeno que ocasionan paulatinamente una acidificación del suelo.

La materia orgánica es un factor determinante en el ciclo del nitrógeno, puesto que en su mayor parte este elemento existe en el suelo en forma de compuestos orgánicos; además el material orgánico es la fuente de energía en todos los procesos biológicos que se llevan a cabo en el suelo (9).

También se ha demostrado que la materia orgánica tiene influencia en la disponibilidad del fósforo (2) y (6), observándose que el efecto total de la fase orgánica de los suelos es tal, que disminuye la fijación del fósforo.

Aquí sólo se han mencionado algunos de los efectos más importantes de la materia orgánica en el suelo, con el objeto de visualizar en una forma muy general, la importante influencia que ejerce en

el suelo y en su productividad.

Por otro lado, uno de los fenómenos más importantes en la relación suelo-planta lo constituye el intercambio iónico, o sea el proceso reversible en virtud del cual son cambiados cationes y aniones entre las fases líquidas y sólidas y entre las fases sólidas si están en contacto estrecho una con otra (6).

Como consecuencia de numerosas investigaciones en suelos y arcillas, se sabe perfectamente que la propiedad de cambio iónico de un suelo es casi enteramente debida a la fracción de arcilla y a la materia orgánica, es decir a la materia coloidal del suelo (6).

Se ha comprobado que los cationes que presentan este fenómeno en los suelos son: Ca^{++} , Mg^{++} , H^+ , K^+ , Na^+ y NH_4^+ (6). Se sabe que los grupos aniónicos también presentan este fenómeno, pero aún no se han efectuado estudios suficientes que determinen la forma en que se lleva a cabo, puesto que tanto la miscela de arcilla como los aniones poseen la misma carga electrostática. Entre los grupos aniónicos más corrientes, se menciona a los siguientes (6): SO_4^{--} , Cl^- , NO_3^- , H_2PO_4^- , HPO_4^{--} y HCO_3^- .

La capacidad de los suelos de absorber y cambiar cationes y aniones varía mucho con el contenido de arcilla y de materia orgánica. También depende del tipo de arcilla (6).

Muchos experimentos han demostrado que no hay un único orden universal del poder de susti-

tución de los cationes (6). Con respecto a los iones alcalinos, el poder de sustitución aumenta en el mismo orden que la serie liotropica:

$\text{Li} > \text{Na} > \text{K} > \text{Rb} > \text{Cs}$ y con respecto a los iones alcalino-térreos: $\text{Mg} > \text{Ca} > \text{Sr} > \text{Ba}$.

Wiklander (6) encontró el siguiente orden de poder de sustitución en una resina de ácido sulfónico saturada con :

$\text{Li} > \text{H} > \text{Na} > \text{K} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{Sr} > \text{Ba} > \text{La}$.

El mismo autor indica que el poder de sustitución del hidrógeno en arcillas puede depender también del grado de neutralización. Cuanto más cercano esté al punto de neutralización, mayor es el poder de sustitución. Así pues, la eficacia del hidrógeno en la sustitución de nutrientes puede disminuir al disminuir el pH.

Respecto a las cantidades de los elementos que deben estar presentes en el suelo para el desarrollo normal de las plantas, se ha comprobado que están estrechamente relacionados con el clima, con las características propias del suelo, con las necesidades de las plantas que se cultiven y con sus rendimientos.

Simmons et. al. (12) menciona las siguientes cantidades en un suelo relativamente fértil.

	Kgs/Ha	p.p.m.
1. Calcio intercambiable	2272	1011
2. Magnesio "	114	50
3. Potasio "	170	75
4. Fósforo asimilable	57	25

Del Río y Bornemisza (1) establecen las siguientes cantidades de fósforo total:

	p.p.m.	Kg/Ha.
Bajo	5	23
Medio	5 a 10	23 a 46
Alto	10 a 15	46 a 70
Muy alto	15 a 25	70 a 115

Las diferencias en ambos cuadros se deben al empleo de diferentes técnicas analíticas de extracción de los elementos del suelo.

III - METODOS Y MATERIALES

El presente trabajo se efectuó en el Valle de Asunción Mita y comprende una extensión de 7,000 Hectáreas. Para su elaboración se aprovechó la información obtenida del Estudio Detallado de Suelos (7) efectuado a través del Departamento de Estudios Detallados de la División de Suelos.

Por guardar una estrecha relación con este trabajo se da a continuación una ligera descripción de las fases que comprendió el estudio detallado ya mencionado:

- a) Trabajos de gabinete para la planificación y ordenamiento de los trabajos de campo.
- b) Trabajos de campo.
- c) Medidas de laboratorio de las muestras obtenidas.
- d) Trabajos de gabinete en la interpretación de los resultados de los análisis de las muestras.

Los objetivos de cada una de ellas se describe a continuación:

- a) Trabajos de gabinete para la planificación y ordenamiento de los trabajos de campo:

Para la ejecución de estos trabajos se usaron fotografías aéreas de escala aproximada 1:27,000

-) y hojas del mapa cartográfico de la República a escala 1:50,000, donde se localizó la zona ba jo estudio.

b) Trabajos de campo:

Esta fase comprendió el estudio de 512 perfiles en igual número de calicatas, practicándose medidas de infiltración en cada uno de estos puntos.

Se efectuaron caminamientos para localizar el lugar donde se practicaron las calicatas y para fijar los límites de cada uno de los diferentes tipos de suelo encontrados.

En el estudio de los perfiles se anotaron: Espesor de los horizontes, textura, estructura, consistencia en seco y en húmedo, contenido de materia orgánica, profundidad efectiva, drenajes superficial e interno, zona de restricción, declive, uso de la tierra.

Las muestras se tomaron una por cada horizonte genético, habiéndose obtenido entre tres y cinco muestras por calicata. Las muestras se depositaron en bolsas de polietileno, que una vez rotuladas para identificarlas se enviaron al laboratorio de suelos de la División de Suelos, para su respectivo análisis.

c) Pruebas de laboratorio:

Las muestras correspondientes al total de 512 puntos, después de clasificadas, aireadas y tamizadas a 2mm. fueron sometidas a los pro-

cesos respectivos para determinar las medidas siguientes:

- Humedad relativa
- Humedad equivalente
- Densidad aparente
- Coefficiente higroscópico
- Materia orgánica
- Reacción del suelo (pH)
- Conductividad eléctrica de la pasta saturada
- Carbonatos
- Color del suelo.

Del total de calicatas estudiadas (512) se procedió a seleccionar aquellas que fueran representativas de los diferentes tipos y fases encontrados en el Valle, habiendo sido escogidos en total 88 puntos, y fué la información obtenida de ellos la que sirvió de base para el presente trabajo. A las muestras correspondientes a estos puntos se les efectuaron las siguientes determinaciones fisicoquímicas:

- a) Humedad relativa
- b) Densidad aparente
- c) Humedad equivalente
- d) Coeficiente higroscópico
- e) Tamaño de partícula (análisis mecánico)
- f) Carbono orgánico
- g) Reacción del suelo (pH)
- h) Conductividad eléctrica de la pasta saturada (y en los casos de suelos afectados de salinidad; del extracto de saturación)
- i) Porcentaje total de sales
- j) Carbonatos

- k) Calcio intercambiable
 - l) Magnesio intercambiable
 - m) Sodio "
 - n) Potasio "
 - o) Hidrógeno "
 - p) % de sodio "
 - q) Capacidad total de intercambio
 - r) Fósforo total
 - s) Nitrógeno total
 - t) Relación carbono-nitrógeno
- d) Trabajos de gabinete para la interpretación de los resultados de los análisis:

Después de obtener y reunir toda la información de los resultados de las pruebas de laboratorio, se procedió a seleccionar aquellos pérfiles que presentaran algunos problemas especiales, con el objeto de localizar y delimitar en forma preliminar, áreas con probables deficiencias, sobre todo de los elementos mayores: nitrógeno, fósforo y potasio, puesto que en un trabajo de esta naturaleza (preliminar) y dada la poca información con que se cuenta en nuestro medio, es muy difícil considerar elementos menores. Se hacen algunas consideraciones acerca de los secundarios calcio y magnesio.

Fué con base en los resultados de las pruebas de laboratorio mencionadas anteriormente, que se evaluaron en forma preliminar las características químicas de los suelos del Valle, cuyas posibles deficiencias se muestran en el mapa del apéndice de este trabajo.

IV - RESULTADO DE LAS INVESTIGACIONES

Con base en las pruebas y determinaciones de laboratorio de las muestras de suelo, se puede estimar que el elemento que acusa mayor deficiencia en el Valle, es el nitrógeno, observándose que en muy pocos de los perfiles estudiados se encontraba en cantidades adecuadas para el desarrollo normal de las plantas. Las áreas que representan estos perfiles no fueron delimitadas en el mapa, tomando en cuenta que el nitrógeno es uno de los elementos menos estables debido a los procesos químicos y biológicos que sufre constantemente.

El potasio y el fósforo son escasos en una extensión apreciable.

El resto de los elementos acusan alguna deficiencia en áreas relativamente pequeñas, comparadas con las anteriores, encontrándose localizadas en diferentes lugares de la zona bajo estudio.

Generalizando, puede decirse, que la mayor parte de las deficiencias que se encontraron son - siempre de dos o más elementos, exceptuando el área que se delimitó cuyas necesidades actuales son únicamente de nitrógeno.

A continuación se presentan los resultados de los análisis de diez y nueve perfiles que se estimaron representativos de las áreas delimitadas en el mapa del apéndice, incluyendo el perfil identificado con el número 191 que corresponde al área salina de Amapala.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 43	Profundidad en cms.			
	0-30	30-62	62-92	92-150
Arcilla %	40.49	46.29	73.83	56.53
Limo %	35.36	24.13	18.17	12.99
Arena %	24.15	29.58	8.00	30.48
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.00	1.03	1.26	1.01
Humedad equivalente %	31.03	24.82	43.15	32.89
Coefficiente higroscópico %	7.24	7.91	12.43	12.18
Materia orgánica %	2.84	2.71	1.51	0.47
pH potenciométrico	6.90	6.90	6.70	6.80
Conductividad eléctrica (millimhos/cm): de la pasta saturada	3.28	3.39	3.39	4.00
del extracto	0.68	0.30	0.32	0.34
% de sodio intercambiable	Insignificante			
Carbono Orgánico (%C)	1.65	1.57	0.88	0.27
Nitrógeno total (%N)	0.20	0.09	0.05	0.06
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	8:1			
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	19.20	20.75	27.44	29.08
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	4.62	3.71	6.94	6.36
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.33	0.25	0.48	0.49
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	1.39	1.20	1.38	1.28
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	17.53	18.85	20.87	57.11
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	43.07	44.76	57.11	58.50
Fósforo total kilogramos/hectárea	164.88	130.07	119.08	119.08
Potasio intercambiable p.p.m.	108.67	93.81	107.88	100.07

Todos los análisis fueron efectuados en los laboratorios de la División de Suelos de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables y del Departamento de Suelos de la Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola.

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo ligeramente ácido, con alta capacidad de intercambio. El contenido de calcio y magnesio intercambiables es mediano, el de potasio es adecuado. El sodio se encuentra en cantidades normales. El fósforo total es adecuado, así como la relación carbono/nitrógeno, sin embargo, sería conveniente tratar de aumentar el contenido de materia orgánica.



ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 408	Profundidad en cms.		
	0-30	30-85	85-150
Arcilla %	47.43	26.72	53.54
Limo %	40.69	41.20	42.21
Arena %	11.88	32.08	4.25
Densidad aparente (gm/cm ³)	0.94	1.12	1.02
Humedad equivalente %	29.58	24.82	37.76
Coefficiente higroscópico %	5.19	6.74	8.16
Materia orgánica %	2.97	0.80	1.66
pH potenciométrico	6.40	6.60	8.00
Conductividad eléctrica (millimhos/cm): de la pasta saturada	5.00	7.41	5.41
del extracto	0.88	0.88	0.88
% de sodio intercambiable	1.20	8.30	16.12
Carbono orgánico (%C)	1.72	0.46	0.96
Nitrógeno total (%N)	0.14	0.05	0.08
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	12:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	19.67	15.96	20.05
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	16.34	14.59	20.32
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.50	2.69	7.55
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	5.09	1.52	0.73
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	-	-	-
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	41.35	32.35	46.82
Fósforo total kilogramos/hectárea	240.00	188.70	212.51
Potasio intercambiable p.p.m.	397.94	118.83	57.07

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con alta capacidad de intercambio. El contenido de calcio intercambiable es mediano y el de magnesio es alto sin guardar una relación adecuada. El porcentaje de sodio intercambiable es alto en los horizontes inferiores. El potasio intercambiable es adecuado así como el contenido de fósforo total. El porcentaje de nitrógeno total y el de materia orgánica es mediano. La relación carbono/nitrógeno es ligeramente alta.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 416	Profundidad en cms.		
	0-13	13-107	107-150
Arcilla %	47.76	54.95	9.63
Limo %	39.96	34.83	32.36
Arena %	12.28	10.22	58.01
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.08	0.97	1.18
Humedad equivalente %	24.08	42.23	11.50
Coefficiente higroscópico %	9.22	11.79	2.08
Materia orgánica %	5.80	3.82	0.03
pH Potenciométrico	6.20	6.30	6.95
Conductividad eléctrica (millimhos/cm): de la pasta saturada del extracto	3.23	2.94	0.74
	0.54	0.28	0.26
% de sodio intercambiable	Insignificante		
Carbono orgánico (%C)	3.36	2.22	0.02
Nitrógeno total (%N)	0.28	0.11	0.01
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	12:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	19.26	22.42	5.37
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	20.94	18.89	19.50
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.24	0.45	0.43
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	1.67	0.50	0.10
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	2.91	3.82	-
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	45.02	46.08	11.72
Fósforo total kilogramos/hectárea	142.90	98.93	119.08
Potasio intercambiable p.p.m.	130.56	39.09	7.82

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido. La capacidad total del intercambio es alta. Su contenido de calcio intercambiable es mediano y el de magnesio es alto con evidente desequilibrio en la relación entre estos dos elementos. El sodio intercambiable es normal, el potasio es adecuado. Los porcentajes de materia orgánica y de nitrógeno total son altos. La relación carbono/nitrógeno es ligeramente alta. El contenido de fósforo total es adecuado.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 361	Profundidad en cms.		
	0-16	16-85	85-150
Arcilla %	32.42	52.64	19.45
Limo %	34.84	34.52	39.32
Arena %	32.74	12.84	41.23
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.21	0.88	0.91
Humedad equivalente %	24.43	38.34	25.18
Coefficiente higroscópico %	4.25	6.80	9.74
Materia orgánica %	4.24	3.75	0.80
pH potenciométrico	6.40	6.25	6.45
Conductividad eléctrica (millimhos/cm): de la pasta saturada	2.10	2.11	1.54
del extracto	6.00	3.80	3.00
% de sodio intercambiable	0.23	0.28	0.66
Carbono orgánico (%C)	2.46	2.18	0.46
Nitrógeno Total (%N)	0.14	0.12	0.04
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	17:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	17.35	22.97	11.96
Magnesio intercambiable m.s./100 gr.	17.37	18.65	13.08
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.10	0.15	0.24
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	2.00	1.48	0.44
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	6.61	10.21	10.18
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	43.43	53.46	35.90
Fósforo total kilogramos/hectárea.	176.63	188.70	177.70
Potasio intercambiable p.p.m.	156.36	115.70	34.39

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con alta capacidad de intercambio. El calcio intercambiable es mediano y el magnesio alto sin guardar una relación adecuada. El sodio intercambiable es normal, el potasio es adecuado así como el fósforo total. El porcentaje de materia orgánica es alto y el nitrógeno total es mediano, como consecuencia, la relación carbono/nitrógeno es alta.

ANALISIS FISICO-QUIMICOS

Perfil No. 365	Profundidad en cms.		
	0-14	14-72	72-150
Arcilla %	49.03	41.45	35.81
Limo %	40.22	38.40	43.44
Arena %	10.75	20.15	20.75
Densidad aparente (gm/cm ³)	0.83	0.75	0.92
Humedad equivalente %	33.35	44.57	32.78
Coefficiente higroscópico %	11.01	12.18	7.23
Materia orgánica %	4.94	2.39	0.71
pH potenciométrico	6.22	6.50	7.10
Conductividad eléctrica (Millimhos/cm; de la pasta saturada del extracto)	4.55	4.55	3.28
% de sodio intercambiable	1.00	6.00	0.44
Carbono orgánico (%C)	0.48	0.92	1.45
Nitrógeno total (%N)	2.87	1.39	0.41
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	0.17	0.09	0.08
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	16:1		
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	16.71	18.73	9.55
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	12.77	14.99	11.40
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.15	0.36	0.37
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	1.45	0.52	0.39
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	-	4.30	3.71
Fósforo total kilogramos/hectárea	31.08	38.90	25.42
Potasio intercambiable p.p.m.	119.08	87.94	108.09
	113.36	40.65	30.49

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con mediana capacidad de intercambio. El calcio intercambiable es alto, lo mismo que el magnesio. El porcentaje de sodio intercambiable es normal. El potasio intercambiable es adecuado, lo mismo que el fósforo total. El contenido de materia orgánica es alto y el denitrógeno total mediano, como consecuencia, la relación carbono/nitrógeno es alta.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 2	Profundidad en cms.		
	0-35	35-36	56-150
Arcilla %	29.20	16.50	26.98
Limo %	39.22	26.40	35.20
Arena %	31.58	57.10	37.82
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.19	1.18	1.13
Humedad equivalente %	25.77	20.51	26.04
Coefficiente higroscópico %	5.10	1.92	5.81
Materia orgánica %	4.13	1.45	1.94
pH potenciométrico	6.10	6.70	7.00
Conductividad eléctrica (millimhos/cm): de la pasta saturada	1.30	0.63	1.54
del extracto	5.20	3.80	4.40
% de sodio intercambiable	0.56	0.75	0.79
Carbono orgánico (%C)	2.40	0.84	1.13
Nitrógeno total (%N)	0.13	0.04	0.05
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	18:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	12.22	6.86	12.30
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	2.73	2.01	4.38
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.15	0.10	0.20
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.97	0.92	1.61
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	10.66	3.30	6.64
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	26.73	13.19	25.13
Fósforo total kilogramos/hectárea	227.17	95.26	240.00
Potasio intercambiable p.p.m.	75.83	71.92	125.86

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con mediana capacidad de intercambio. El contenido de calcio y de magnesio intercambiables es mediano. El porcentaje de sodio intercambiable es normal, el potasio es adecuado. Tiene alto contenido de materia orgánica y mediano de nitrógeno total, la relación carbono/nitrógeno es alta. El fósforo total también es alto.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 110	Profundidad en cms.				
	0-30	30-60	60-90	90-113	113-150
Arcilla %	33.21	38.39	41.73	27.28	17.12
Limo %	53.53	57.08	20.82	38.06	12.12
Arena %	13.26	4.53	37.45	34.66	70.76
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.20	1.05	0.91	1.13	1.24
Humedad equivalente %	32.00	35.46	28.28	32.91	13.66
Coefficiente higroscópico %	6.90	8.38	8.02	6.83	3.56
Materia orgánica %	3.34	2.26	1.60	2.16	0.73
pH potenciométrico	6.30	6.30	7.20	6.50	6.90
Conductividad eléctrica (millomhos/cm):					
de la pasta saturada	2.86	3.33	2.78	3.33	1.43
del extracto	0.48	0.48	0.52	0.48	0.42
% de sodio intercambiable	Insignificante				
Carbono orgánico (%C)	1.94	1.31	0.93	1.25	0.42
Nitrógeno total (%N)	0.14	0.10	0.07	0.10	0.03
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	13:1				
Calcio intercambiable m.e./100gr.	14.65	15.45	13.31	15.57	8.37
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	3.16	2.82	2.83	1.21	1.99
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.28	0.27	0.23	0.26	0.24
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	1.16	0.65	0.71	0.69	0.48
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	5.19	6.03	6.23	4.28	3.43
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	24.42	25.22	23.31	22.01	14.51
Fósforo total kilogramos/hectárea	366.40	349.91	250.98	201.52	349.91
Potasio intercambiable p.p.m.	90.68	50.81	55.50	53.94	37.52

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con mediana capacidad de intercambio. El contenido de calcio y de magnesio intercambiable es alto, guardando una relación adecuada. El contenido de potasio intercambiable y de fósforo total es adecuado. Los porcentajes de materia orgánica y de nitrógeno total son medianos, siendo la relación carbono/nitrógeno, ligeramente alta.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 70	Profundidad en cms.				
	0-33	33-63	63-80	80-110	110-150
Arcilla %	36.26	31.60	23.36	43.02	31.31
Limo %	30.83	1.18	7.35	26.80	22.58
Arena %	32.91	63.22	69.29	30.18	46.11
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.25	1.40	1.37	1.21	1.26
Humedad equivalente %	22.54	15.04	14.12	28.52	22.50
Coefficiente higroscópico %	8.27	6.22	6.28	9.14	9.12
Materia orgánica %	3.23	0.87	0.56	3.34	1.18
pH potenciométrico	6.40	6.30	6.30	6.40	6.20
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):					
de la pasta saturada	3.77	1.24	1.00	2.86	2.41
del extracto	4.40	3.60	2.40	7.40	4.40
Carbono orgánico (%C)	1.87	0.50	0.32	1.94	0.68
Nitrógeno total (%N)	0.14	0.04	0.04	0.10	0.05
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	13:1				
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	22.87	19.07	20.83	26.44	20.25
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	16.19	4.90	5.33	6.81	9.51
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.37	0.13	0.11	0.20	0.19
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.79	0.28	0.22	0.31	0.25
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	-	-	-	-	-
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	26.74	20.80	19.47	32.20	27.52
Fósforo total kilogramos/hectárea	150.22	164.88	142.90	150.22	349.91
Potasio intercambiable p.p.m.	61.76	21.89	17.19	24.23	19.54

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con mediana capacidad de intercambio. El contenido de calcio intercambiable así como el de magnesio es alto, la reacción para carbonatos fué positiva. El porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno total es media no, observándose que la relación entre ellos es ligeramente alta. La conductividad eléctrica del extracto de saturación evidencia una ligera concentración de sales solubles en la solución del suelo. El potasio intercambiable es bajo y el contenido de fósforo total es adecuado.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 403	Profundidad en cms.		
	0-12	12-85	85-150
Arcilla %	34.81	71.54	73.24
Limo %	21.31	12.20	10.49
Arena %	43.88	16.26	16.27
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.16	0.85	1.10
Humedad equivalente %	33.60	63.90	69.33
Cóeficiente higroscópico %	3.82	10.41	8.31
Materia orgánica %	2.94	1.27	0.03
pH potenciométrico	5.75	6.50	7.80
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):			
de la pasta saturada	3.28	10.00	12.42
del extracto	12.20	2.20	2.90
% de sodio intercambiable	3.87	2.05	2.44
Carbono orgánico (%C)	1.71	0.74	0.02
Nitrógeno total (%N)	0.12	0.05	0.02
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	14:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	7.21	13.22	8.53
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	7.05	18.11	20.98
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.69	0.84	1.04
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.38	0.57	0.90
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	2.49	8.20	11.14
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	17.82	40.94	42.59
Fósforo total kilogramos/hectárea	109.92	109.92	87.94
Potasio intercambiable p.p.m.	29.70	44.56	70.36

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido. La capacidad total de intercambio es baja. El contenido de calcio intercambiable es mediano y el de magnesio alto, no hay una relación adecuada entre ellos. El porcentaje de sodio intercambiable es normal. El potasio es bajo. El contenido de fósforo total es adecuado, mientras que el de materia orgánica y de nitrógeno total son bajos, notándose que la relación entre ellos es ligeramente alta. La conductividad eléctrica del extracto de saturación evidencia un alto contenido de sales solubles en la solución del suelo en el primer horizonte (0-12 cms).

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 348	Profundidad en cms.		
	0-22	22-55	55-150
Arcilla %	32.27	28.39	52.16
Limo %	43.72	24.70	33.31
Arena %	24.01	46.91	14.53
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.12	0.89	0.88
Humedad equivalente %	28.77	26.14	41.13
Coefficiente higroscópico %	9.91	14.23	15.36
Materia orgánica %	4.54	2.12	3.53
pH potenciométrico	6.85	6.95	6.90
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):			
de la pasta saturada	-	-	-
del extracto	Insignificante	Insignificante	Insignificante
% de sodio intercambiable	Insignificante	Insignificante	Insignificante
Carbono orgánico (%C)	2.63	1.23	2.05
Nitrógeno total (%N)	0.15	0.08	0.10
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	17:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	19.20	21.25	23.26
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	9.39	9.85	10.77
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.23	0.15	0.15
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.25	1.13	1.13
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	14.55	12.56	14.80
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	43.62	44.94	50.12
Fósforo total kilogramos/hectárea	349.91	349.91	335.26
Potasio intercambiable p.p.m.	19.54	88.34	88.34

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo ligeramente ácido, con capacidad total de intercambio alta. El contenido de calcio intercambiable es mediano, lo mismo el de magnesio, guardando una relación adecuada. El sodio intercambiable es normal, el potasio es extremadamente bajo. El contenido de fósforo total es alto. El porcentaje de materia orgánica es alto y el de nitrógeno total bajo, como consecuencia, la relación carbono/nitrógeno es alta.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 297	Profundidad en cms.		
	0-25	25-50	50-150
Arcilla %	13.59	23.97	6.69
Limo %	15.68	19.31	2.79
Arena %	70.73	56.72	90.52
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.40	1.30	1.45
Humedad equivalente %	13.37	16.67	6.16
Coefficiente higroscópico %	2.38	5.15	2.28
Materia orgánica %	1.14	0.50	0.14
pH potenciométrico	6.49	6.80	7.00
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):			
de la pasta saturada	1.18	1.57	0.60
del extracto	6.80	4.00	3.40
% de sodio intercambiable	0.33	0.44	0.83
Carbono orgánico (%C)	0.66	0.29	0.08
Nitrógeno total (%N)	0.07	0.04	0.02
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	9:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	8.48	11.22	7.47
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	6.33	13.08	5.73
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.06	0.12	0.11
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.76	0.56	0.23
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	2.12	1.95	-
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	17.75	26.93	13.23
Fósforo total kilogramos/hectárea	349.91	395.71	349.91
Potasio intercambiable p.p.m.	59.41	43.78	17.98

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido. La capacidad total de intercambio es baja. El calcio intercambiable es mediano y el magnesio es alto guardando una relación estrecha. El sodio intercambiable es normal y el potasio es bajo. El contenido de materia orgánica y de nitrógeno total es bajo, no obstante, su relación es adecuada. Tiene alto contenido de fósforo total. La conductividad eléctrica del extracto de saturación (mayor de 4 millimhos/cm) evidencia una concentración ligeramente alta de sales solubles en la solución del suelo.

ANALISIS FISICO-QUIMICOS

Perfil No. 275	Profundidad en cms.	
	0-44	44-69
Arcilla %	37.50	32.28
Limo %	30.97	25.91
Arena %	31.53	41.81
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.14	1.12
Humedad equivalente %	23.69	24.65
Coefficiente higroscópico %	6.56	4.41
Materia orgánica %	1.93	1.32
pH potenciométrico	6.45	6.60
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):		
de la pasta saturada	2.86	2.86
del extracto	5.60	6.40
% de sodio intercambiable	0.66	0.89
Carbono orgánico (%C)	1.12	0.77
Nitrógeno total (%N)	0.08	0.05
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	14:1	
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	19.60	19.96
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	3.28	1.76
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.16	0.19
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.30	0.17
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	0.78	-
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	24.12	21.32
Fósforo total kilogramos/hectárea	120.91	120.91
Potasio intercambiable p.p.m.	23.45	13.29

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con mediana capacidad de intercambio. El contenido de calcio es alto y el de magnesio bajo. El potasio intercambiable es bajo, como consecuencia, existe un desequilibrio con el calcio. El contenido de fósforo total es adecuado. La conductividad eléctrica del extracto de saturación, acusa un porcentaje total de sales solubles ligeramente alto, el porcentaje de sodio intercambiable es normal. Los porcentajes de materia orgánica y de nitrógeno total son bajos, siendo la relación carbono/nitrógeno ligeramente alta.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 394	Profundidad en cms.		
	0-28	28-56	56-110
Arcilla %	20.28	28.11	25.89
Limo %	12.27	17.18	21.44
Arena %	67.45	54.71	52.67
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.32	1.26	1.22
Humedad equivalente %	10.10	17.49	19.19
Coefficiente higroscópico %	2.45	3.20	3.63
Materia orgánica %	0.97	1.94	1.04
pH potenciométrico	6.35	6.60	6.70
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):			
de la pasta saturada	1.67	2.22	2.44
del extracto	0.78	0.46	0.54
% de sodio intercambiable	0.32	0.41	0.53
Carbono orgánico (%C)	0.56	1.13	0.60
Nitrógeno total (%N)	*	*	*
Relación carbono-nitrógeno (C/N)			
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	9.68	16.47	16.12
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	6.28	9.47	10.20
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.06	0.11	0.15
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.47	0.41	0.43
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	1.77	0.05	1.37
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	18.26	26.51	28.27
Fósforo total kilogramos/hectárea	56.79	25.56	9.16
Potasio intercambiable p.p.m.	36.74	32.05	33.61

* No se determinó.

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con baja capacidad de intercambio. El contenido de calcio es alto, así como el de magnesio, con desequilibrio en la relación entre estos dos elementos. El sodio intercambiable es normal, el potasio es bajo. El contenido de materia orgánica y de fósforo total son bajos.

ANALISIS FISICO-QUIMICOS

Perfil No. 76	Profundidad en cms.				
	0-30	30-47	47-77	77-114	114-150
Arcilla %	18.27	19.24	21.67	22.83	36.61
Limo %	13.97	16.99	27.70	39.35	12.60
Arena %	67.76	63.77	50.63	37.82	50.79
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.38	1.27	1.23	1.24	1.24
Humedad equivalente %	12.53	16.20	25.91	22.20	20.61
Coefficiente higroscópico %	3.39	5.75	5.13	5.40	8.68
Materia orgánica %	0.91	1.39	0.91	1.85	1.77
pH potenciométrico	6.50	7.70	7.90	8.10	7.90
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):					
de la pasta saturada	2.17	2.22	4.00	3.23	5.00
del extracto	6.40	8.00	8.80	9.80	9.80
% de sodio intercambiable	0.22	0.27	0.32	0.40	0.58
Carbono orgánico (%C)	0.53	0.81	0.53	1.07	1.03
Nitrógeno total (%N)	0.05	0.03	0.05	0.04	0.08
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	11:1				
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	12.00	17.73	22.10	20.45	25.55
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	1.60	1.81	2.16	3.29	4.88
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.04	0.05	0.08	0.09	0.15
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.57	0.28	0.19	0.17	0.17
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	3.64	-	0.05	-	-
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	17.85	18.44	24.58	22.49	25.48
Fósforo total kilogramos/hectárea	4.58	3.30	5.86	4.58	6.78
Potasio intercambiable p.p.m.	44.56	21.89	14.85	13.29	13.29

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con baja capacidad de intercambio. El contenido de calcio es alto y el de magnesio bajo. El potasio también es bajo, lo mismo que el fósforo total. El sodio intercambiable es normal. Los porcentajes de materia orgánica y de nitrógeno total son bajos, no obstante, la relación entre ellos es adecuada. La conductividad eléctrica del extracto de saturación evidencia una concentración de sales solubles en la solución del suelo, que tiende a aumentar con la profundidad.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 223	Profundidad en cms.		
	0-26	26-108	108-150
Arcilla %	20.84	14.67	6.55
Limo %	30.36	18.01	1.35
Arena %	48.80	67.32	92.10
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.29	1.20	1.49
Humedad equivalente %	9.00	13.62	5.95
Coefficiente higroscópico %	2.10	1.29	0.33
Materia orgánica %	1.61	0.68	0.17
pH potenciométrico	6.80	7.15	8.15
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):			
de la pasta saturada	2.86	2.17	1.45
del extracto	7.60	6.00	9.60
% de sodio intercambiable	0.36	0.50	1.08
Carbono orgánico (%C)	0.93	0.39	0.10
Nitrógeno total (%N)	0.08	0.04	0.02
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	12:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	15.37	12.76	11.12
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	2.38	1.58	0.08
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.08	0.09	0.10
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.35	0.23	0.13
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	1.92	3.26	-
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	22.11	17.93	9.20
Fósforo total kilogramos/hectárea	4.58	4.76	3.66
Potasio intercambiable p.p.m.	27.36	17.98	10.16

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo ligeramente ácido, con tendencia a la alcalinidad. La capacidad total del intercambio es mediana. El contenido de calcio es alto y el de manesio es mediano; el potasio intercambiable es bajo, así como el de fósforo total. El contenido de materia orgánica y de nitrógeno total también es bajo y la relación carbono/nitrógeno es ligeramente alta. La conductividad eléctrica del extracto de saturación de las muestras acusa un contenido ligeramente alto de sales solubles en la solución del suelo, con tendencia a aumentar en los horizontes inferiores, el porcentaje de sodio intercambiable es normal.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 99	Profundidad en cms.				
	0-30	30-60	60-82	82-112	112-150
Arcilla %	9.96	42.86	28.33	32.57	39.92
Limo %	8.81	14.74	21.06	39.58	42.85
Arena %	81.23	42.40	50.61	27.85	17.23
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.46	1.21	1.22	1.15	1.16
Humedad equivalente %	33.00	21.28	20.34	24.71	29.53
Coefficiente higroscópico %	2.18	4.71	4.87	4.73	6.59
Materia orgánica %	0.66	2.06	1.81	1.70	2.64
pH potenciométrico	7.40	6.90	6.90	6.80	7.10
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):					
de la pasta saturada	1.45	2.70	2.53	2.63	2.44
del extracto	6.00	8.00	6.40	5.00	8.00
% de sodio intercambiable	Ins i g n i f i c a n t e				
Carbono orgánico (%C)	0.38	11.25	1.05	0.99	1.53
Nitrógeno Total (%N)	0.06	0.10	0.08	0.07	0.10
Relación carbono-Nitrógeno (C/N)	6:1				
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	8.26	13.80	12.37	14.99	15.41
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	2.28	2.96	2.88	3.75	4.80
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.13	0.16	0.19	0.23	0.34
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	1.02	0.79	0.77	0.85	1.00
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	2.26	5.89	5.00	5.03	7.61
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	13.96	23.61	21.22	24.85	29.16
Fósforo total kilogramos/hectárea	7.69	2.93	6.78	6.78	0.16
Potasio intercambiable p.p.m.	79.74	61.76	60.19	66.45	78.18

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo ligeramente alcalino, con capacidad total de intercambio baja. El contenido de calcio y de magnesio es alto. El potasio es adecuado, así como el fósforo total. La materia orgánica y el nitrógeno total son bajos, no obstante, su relación es estrecha. La conductividad eléctrica del extracto de saturación es mayor de 4 mmhos/cm., lo que indica una concentración de sales solubles mayor de lo normal en la solución del suelo, sobre todo en las profundidades de 30-60 y 112-150 cms., sin embargo, el porcentaje de sodio intercambiable es normal.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 18	Profundidad en cms.			
	0-36	36-66	66-136	136-150
Arcilla %	20.26	12.16	10.11	21.22
Limo %	23.33	9.92	8.92	17.84
Arena %	56.41	77.92	80.97	60.94
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.17	1.13	1.18	1.09
Humedad equivalente %	19.18	15.95	15.38	19.35
Coefficiente higroscópico %	5.61	7.90	8.11	7.88
Materia orgánica %	1.42	0.34	0.27	0.60
pH potenciométrico	6.50	5.80	6.70	6.70
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):				
de la pasta saturada	1.33	1.55	1.05	0.00
del extracto	0.42	0.92	0.34	0.60
% de sodio intercambiable	I n s i g n i f i c a n t e			
Carbono orgánico (%C)	0.82	0.20	0.16	0.35
Nitrógeno total (%N)	0.09	0.04	0.02	0.05
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	9:1			
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	11.78	12.55	11.50	12.58
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	4.08	3.29	3.94	4.36
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.12	0.26	0.30	0.39
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	2.77	2.03	1.15	0.72
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	0.52	4.00	2.23	3.35
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	19.27	22.13	19.12	21.40
Fósforo total kilogramos/hectárea	25.56	95.26	5.13	6.60
Potasio intercambiable p.p.m.	216.55	158.70	89.90	56.28

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con capacidad de intercambio baja. Su contenido de calcio intercambiable es alto, lo mismo que el de magnesio; la relación entre ellos es adecuada. El sodio intercambiable es normal, siendo alto el contenido de potasio intercambiable.

Los porcentajes de carbón orgánico y de nitrógeno total son bajos, sin embargo, la relación entre ellos es adecuada.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 40	Profundidad en cms.		
	0-30	30-72	72-150
Arcilla %	23.39	28.19	35.58
Limo %	35.07	43.91	29.72
Arena %	41.54	27.90	34.70
Densidad aparente (gm/cm ³)	1.08	1.04	1.08
Humedad equivalente %	39.30	27.16	29.07
Coefficiente higroscópico %	14.80	7.58	8.11
Materia orgánica %	2.81	2.42	1.37
pH potenciométrico	6.20	6.00	6.80
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):			
de la pasta saturada	3.36	2.63	2.22
del extracto	10.00	5.00	4.20
% de sodio intercambiable	0.63	0.59	0.82
Carbono orgánico (%C)	1.63	1.39	0.79
Nitrógeno total (%N)	0.09	0.11	0.06
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	18:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	14.46	14.76	12.78
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	4.62	4.96	5.53
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	0.19	0.18	0.23
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	1.95	2.07	1.89
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	8.54	8.21	7.08
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	29.76	30.19	27.51
Fósforo total kilogramos/hectárea	4.03	5.86	2.93
Potasio intercambiable p.p.m.	152.45	161.83	147.76

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido, con mediana capacidad de intercambio. Su contenido de calcio intercambiable es mediano lo mismo que el de magnesio. El porcentaje de sodio intercambiable es normal, el potasio es adecuado. Los porcentajes de materia orgánica y de nitrógeno total son bajos y la relación carbono/nitrógeno es alta. La conductividad eléctrica del extracto de saturación evidencia la presencia de sales solubles en cantidades mayores de lo normal en la solución del suelo. El contenido de fósforo total es bajo.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Perfil No. 191	Profundidad en cms.		
	0-12	12-70	70-140
Arcilla %	30.45	57.57	59.36
Limo %	47.65	37.96	21.34
Arena %	21.90	4.47	19.30
Densidad aparente (gm/cm ³)	0.95	1.10	0.88
Humedad equivalente %	39.37	43.86	85.37
Coefficiente higroscópico %	7.90	16.66	17.04
Materia orgánica %	6.81	1.97	1.06
pH potenciométrico	5.90	8.10	8.80
Conductividad eléctrica (millimhos/cm):			
de la pasta saturada	15.38	50.00	16.95
del extracto	11.40	20.00	4.00
% de sodio intercambiable	1.50	13.10	14.00
Carbono orgánico (%C)	3.95	1.14	0.61
Nitrógeno total (%N)	0.41	0.06	0.04
Relación carbono-nitrógeno (C/N)	9:1		
Calcio intercambiable m.e./100 gr.	13.41	15.38	15.23
Magnesio intercambiable m.e./100 gr.	11.08	11.43	8.44
Sodio intercambiable m.e./100 gr.	4.22	23.00	23.10
Potasio intercambiable m.e./100 gr.	0.90	0.73	1.06
Hidrógeno intercambiable m.e./100 gr.	0.30	-	-
Cationes totales intercambiables m.e./100 gr.	29.91	34.51	39.37
Fósforo total kilogramos/hectárea	227.17	142.90	201.52
Potasio intercambiable p.p.m.	70-36	57.07	82.87

APRECIACION DEL ANALISIS QUIMICO:

Suelo moderadamente ácido en el primer horizonte, con tendencia a la alcalinidad en los inferiores. Tiene mediana capacidad de intercambio, mediano contenido de calcio y alto de magnesio, con evidente desequilibrio en la relación entre estos dos elementos. El porcentaje de sodio intercambiable se aproxima al límite de 15% que ha sido establecido para clasificar estos suelos en salino-sódicos (13) cuando la conductividad eléctrica del extracto de saturación es mayor de 4 millimhos/cm., como en el presente caso, siendo evidente la alta concentración de sales solubles en la solución del suelo. El contenido de potasio intercambiable es ligeramente bajo. Los porcentajes de nitrógeno total y de materia orgánica son altos. La relación carbono/nitrógeno es adecuada. El contenido de fósforo total también es alto.

V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

Con base en los análisis de las muestras de suelo efectuados en el laboratorio, y en la interpretación de los resultados, se llegó a la conclusión de que en los suelos del Valle de Asunción Mita se encuentran las siguientes deficiencias:

Nitrógeno:

El 35.00% del área total estudiada es deficiente en este elemento, estimándose que en esta porción del área, los demás elementos están presentes en cantidades adecuadas 2,452.98 Ha.

Nitrógeno y Fósforo:

Se consideran deficientes en el 1.23% del área total 85,01 Ha.

Nitrógeno y Potasio:

Se estima que el 18.19% del área total, es deficiente en estos dos elementos 1,274.38 Ha.

Nitrógeno y Calcio:

Se encontró que el 0.32% del área total estudiada es deficiente en estos elementos 22.50 Ha.

Nitrógeno y Magnesio:

Son deficientes en una extensión al
0.15% del área total 10.63 Ha.

Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Magnesio:

Estos elementos se manifiestan en
bajas cantidades en el 0.17% del
área total 11.88 Ha.

Nitrógeno, Potasio y Calcio:

El 0.14% del área total estudiada -
presenta bajas cantidades de estos
elementos 9.38 Ha.

Nitrógeno, Potasio, Calcio y Magnesio:

Se encuentran deficiencias en el -
0.78 % del área total 55.00 Ha.

Nitrógeno, Fósforo y Potasio:

Estos elementos se encuentran en
cantidades bajas en el 17.51% del
área total estudiada 1,226.88 Ha.

Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio:

Se encuentran en cantidades bajas
en una extensión equivalente al
0.61 % del área estudiada 43.13 Ha.

Area salina, poblados y otras áreas
no aptas para cultivos ocupan una
extensión equivalente al 25.90 % del
área total estudiada 1,816.03 Ha.

RECOMENDACIONES:

Además de todas aquellas prácticas de culti
vo que tiendan a mejorar y mantener las condicio-
nes físicas del suelo para que las plantas puedan a-
provechar con mayor eficiencia los nutrimentos ne-
cesarios para su crecimiento y productividad, se
recomienda la aplicación de fertilizantes, de prefe-
rencia de fórmulas completas, para mantener las
reservas de otros elementos.

Variando únicamente las cantidades que se
deben aplicar por unidad de área, de acuerdo con
el cultivo de que se trate y la producción deseada,
se sugiere la aplicación de los siguientes fertilizan
tes:

- a) En las áreas con deficiencia de nitrógeno, re-
presentadas por los perfiles identificados con
los números 43, 408, 416, 361 y 365 debe man-
tenerse el nivel de este elemento, mediante la
aplicación de fertilizantes nitrogenados de pre-
ferencia de acción residual neutra.
- b) En las áreas representadas por los perfiles nú-
meros 2 y 110 pueden usarse fertilizantes com-
puestos de relación 1.5:1:2.25 o similares.

- c) En las áreas deficientes en potasio, representadas por los perfiles identificados con los números 70, 403, 348, 297 y 275 se aconseja usar fertilizantes cuya fórmula sea de relación 1.5:1:2.25; 1:1:1.5 o similares.
- d) En las áreas cuyos análisis acusaron deficiencia de nitrógeno, fósforo y potasio, representadas por los perfiles identificados con los números 394, 76, 223 y 99, deben aplicarse fertilizantes cuya fórmula guarde la relación 1:2:1 o 1:2:2 ó bien otras similares.
- e) Las áreas deficientes en nitrógeno y fósforo, representadas por los perfiles identificados con los números 18 y 40, necesitan fertilizantes de relación 1:1:0 ó similares.
- f) Las áreas que además de presentar las deficiencias mencionadas anteriormente, manifiestan necesidades de calcio y magnesio, aparecen localizadas en el mapa.
Estas deficiencias pueden ser corregidas mediante la adición de cal dolomítica (carbonato de calcio y magnesio) ó de cal hidratada en algunas donde las necesidades son únicamente de calcio.
- g) El área salina de Amapala, representada por el perfil número 191, es un problema complejo por lo que amerita un estudio especial y por esta razón no se menciona ninguna recomendación en este trabajo.

Guatemala, abril de 1967

MANUEL ELISEO HERRARTE MONZON

Vo.Bo

Ing. Mario E. Braeuner
A s e s o r

IMPRIMASE:

Ing. René Castañeda P.
D e c a n o

BIBLIOGRAFIA

- 1) BORNEMISZA, E. Análisis de Suelos; Méto
S. y DEL RIO J.F.S. dos de Laboratorio para
Diagnóstico de Fertilidad.
Turrialba, Costa Rica.
Instituto Interamericano
de Ciencias Agrícolas, -
1962. pp 57-62.
- 2) BRAEUNER, MARIO Edafología, Curso impar
tido en la Facultad de A-
gronomía de la Universi-
dad de San Carlos. Gua-
temala, 1962.
- 3) FIREMAN, M. y Agua de riego y Suelos Sa
HAYWARD, H.B. linos Alkalís. El libro
del Año de Agricultura
U.S. 1955.
- 4) GUATEMALA. Censo de Población 1964;
DIRECCION GENE- Resultados de Tabulación
RAL DE ESTADIS- por Muestreo. Guatemala,
TICA. 1966. pp 7.
- 5) GUATEMALA. Guatemala en Cifras.
DIRECCION GENE- Guatemala, 1963.
RAL DE ESTADISTI
CA.
- 6) KARDOS, L.T. Fijación de los Nutrientes
Vegetales en el Suelo. In
Firman E. Bear, ed. Quí-
mica del Suelo. Ed. Espa-
ñola. Madrid. Ediciones
Interciencia, 1963.

- 7) MAZARIEGOS, F. J. Estudio Detallado de Sue
los y Reconocimiento A
grológico General para
Irrigación del Valle de
Asunción Mita, Jutiapa.
Dirección Gral. de Re-
cursos Naturales Renova
bles. Guatemala, 1965.
- 8) MAZARIEGOS, F. J. Estudio de las Constantes
físicas de los suelos del
Valle de Asunción Mita,
Jutiapa. Tesis Ing. Agr.
Universidad de San Car-
los, Guatemala, 1966.
- 9) MILLAR, C. E.,
TURK, L. M. y
FOTH, H. D. Fundamentos de la Cien-
cia del Suelo. Traducción
de la 3a. ed. Inglesa por
Angel Reinosa Fuller. -
México, Continental, 1961.
pp 329.
- 10) PERDOMO, RO-
DOLFO Estudio de Infiltración en
el área de los Pozos del
Proyecto de riego No. 5
de La Fragua, Zacapa.
Ministerio de Agricultu-
ra. Guatemala, 1961.
- 11) SEN, LINAY R. Conferencia Regional pa-
ra América Latina, 5a. de
la Organización de las Na-
ciones Unidas para la A-
gricultura y la Alimenta-
ción. Punta del Este, Uru

guay. Prensa Libre, Gua
temala, Dic. 6, 1966:20.

- 12) SIMMONS, C.S.,
TARANO.J.M. y
PINTO, J.H. Clasificación de Reconoci
miento de los Suelos de la
República de Guatemala.
Ed. "José de Pineda Iba-
rra". Guatemala, 1959.
995 p.
- 13) U.S. DEPARTA-
MENTO DE AGRI
CULTURA Manual de Agricultura -
No. 60; Diagnóstico y
Rehabilitación de Suelos
Salinos y Sódicos. Traduc
ción de la edición Inglesa
por la Secretaría de A-
gricultura y Ganadería. -
México, 1962.
- 14) U.S. DEPARTA-
MENTO DE L
INTERIOR Manual de Clasificación
de Tierras con fines de
Riego. Traducción de la
Ed. Inglesa por Antonio
J. Estrada B. División -
de Obras Hidráulicas. Ve
nezuela, 1963.
- 15) YUDELMAN, M. Desarrollo Agrícola en
América Latina; situación
actual y perspectivas. U-
niversidad de Michigan.
El Imparcial, Guatemala
Dic. 10, 1966.

APENDICE

Mapa de la localización de posibles deficiencias de elementos en los suelos del Valle de Asunción Mita, Jutiapa.

ILUSTRACIONES Y ANEXOS, CONSULTAR
UNICAMENTE EN TESIS FISICA