

01
T(156)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION PRELIMINAR DE LOS SUELOS DE GUATEMALA
EN CUANTO A SU ACIDEZ Y ALCALINIDAD



GUATEMALA, FEBRERO DE 1977

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

P. de O. 16.3.77

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

Decano, a.i. :	Ing. Agr.	Rodolfo Estrada
Vocal 2o. :	Dr.	Antonio Sandoval
Vocal 3o. :	Ing. Agr.	Sergio Mollinedo
Vocal 4o. :	P. A.	Laureano Figueroa
Vocal 5o. :	M. T.	Carlos Leonardo L.
Secretario :	Ing. Agr.	Leonel Coronado Cabarrús

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO**

Decano, a.i. :	Ing. Agr.	Mario Molina Llardén
Examinador :	Ing. Agr.	Luis Felipe Escobar
Examinador :	Ing. Agr.	Carlos Aldana
Examinador :	Ing. Agr.	Alejandro Hernández
Secretario :	Ing. Agr.	Edgar L. Ibarra A.

Rector

Dr. Roberto Valdeavellano

SECTOR PUBLICO Y AGRICOLA
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS
5a. Av. 12-31, Zona 9 - Edificio "El Cortez", 2o. y 3er. Niveles
Teléfonos 66985 - 60581 - 67935
Guatemala, C.A.

27 de diciembre de 1976

*Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada
Su Despacho*

Señor Decano:

Atendiendo a la designación que ese decanato me hiciera, en cuanto a asesorar al universitario Ricardo Enrique Miyares Jordán en la elaboración de su tesis de grado titulada "EVALUACION PRELIMINAR DE LOS SUELOS DE GUATEMALA EN CUANTO A SU ACIDEZ Y ALCALINIDAD", me es grato informar al Señor Decano, que he concluído con la asesoría.

El trabajo me parece de importancia para el país, por cuanto aporta información básica en el conocimiento de la fertilidad de sus suelos, considerándolo consecuentemente, satisfactorio y merecedor de su aprobación.

Sin otro particular, reitero al Señor Decano, las muestras de mi mayor consideración.

-ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Agr. Julio César Brolo L.

Guatemala, 27 de enero de 1977

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado "EVALUACION PRELIMINAR DE LOS SUELOS DE GUATEMALA EN CUANTO A SU ACIDEZ Y ALCALINIDAD".

Con el presente trabajo se pretende aportar información básica en el conocimiento de la fertilidad de los suelos de Guatemala, la que será de utilidad a los técnicos en Agronomía.

Al presentarla como requisito previo para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Sin otro particular, suscribome con las muestras de mi mayor consideración y respeto.

Ricardo Enrique Miyares Jordán

DEDICO ESTE ACTO

A MIS PADRES

Ricardo Miyares Castellanos (Q.E.P.D.)

Lidya O. Jordán v. de Miyares

A MI ESPOSA

Rosario Siekavizza de Miyares

A MIS HIJOS

Ricardo, Fernando, Olga, Roxanda, Miriam

A MIS HERMANOS

Olga y Fernando

A LA FAMILIA MIYARES

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento al Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas, por haberme permitido trabajar en la elaboración de este estudio.

A mis compañeros de trabajo, que sin su colaboración no hubiera sido posible realizar este trabajo;

Dr. Víctor M. Urrutia R.

Ing. Agr. Aníbal Palencia O.

Ing. Agr. Roberto Días-Romeu

Secretaria Lily C. de Estrada

Secretaria Rosa Rodríguez Gomar

Al Ing. Agr. Edgar L. Ibarra A. por su colaboración en el análisis estadístico.

A mi Asesor Ing. Agr. Julio César Brolo Luna, por sus acertadas observaciones e irrestricta colaboración que me prestó.

*Los datos sumariados en este trabajo, son propiedad del
Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, por lo que se
solicitó para su empleo la autorización correspondiente.*

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	REVISION DE LITERATURA.....	3
	<i>Reacción del suelo.....</i>	3
	<i>Factores que afectan el pH del suelo.....</i>	3
	<i>Condiciones del pH para el desarrollo de las plantas.....</i>	4
	<i>Suelos Acidos.....</i>	6
	<i>Suelos Alcalinos.....</i>	7
	<i>Correcciones del pH.....</i>	9
	<i>Sumarización de datos analíticos.....</i>	13
III.	MATERIALES Y METODOS.....	15
	<i>Muestreo de suelos.....</i>	15
	<i>Preparación de suelos.....</i>	15
	<i>Determinación de pH.....</i>	16
	<i>Sumario de las muestras analizadas.....</i>	16
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	19
	<i>Sumario de determinación de pH.....</i>	27
V.	CONCLUSIONES.....	45
VI.	RECOMENDACIONES.....	47
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	49
	APENDICE.....	53
	<i>Resumen del Sumario de pH de Suelos Agrícolas por Región y Sub-región.....</i>	55
	<i>Mapa de Levantamiento de pH.....</i>	57

I. INTRODUCCION

Los suelos naturales difieren considerablemente en su reacción o pH, y estas diferencias se reflejan en su vegetación o cultivos que soportan. Durante mucho tiempo no se vió claramente hasta que punto estas diferencias eran debidas a la sensibilidad de las raíces de las plantas a la concentración de hidrogeniones del suelo o solución del suelo en que estaban desarrollándose, o a efectos secundarios provocados por la reacción. Los experimentos con cultivos hidropónicos han probado ahora de manera concluyente que los efectos nocivos de la acidez y alcalinidad, son debidos a causas secundarias, excepto en casos extremos donde las raíces son dañadas de manera definitiva en soluciones con pH 3 y que son incapaces de absorber fosfatos a pH 9.

La experiencia que se tiene a la fecha de establecer cultivos en suelos de reacción ácida o alcalina severa, son detrimentales. El conocimiento sobre la reacción de los suelos de Guatemala es muy escaso y generalmente en los suelos que presentan estos problemas de acidez o alcalinidad, se llevan a cabo cultivos que a pesar de los esfuerzos y esperanzas del agricultor, los rendimientos son reducidos significativamente por esta causa.

El objetivo del presente estudio es el de indicar el estado de la reacción del suelo a nivel de municipio y dar la voz de alarma en aquellos municipios en que la acidez o alcalinidad severa de los suelos pueda causar problemas serios y sea necesaria la aplicación de enmiendas para corregir estos suelos.

Afortunadamente para llenar las exigencias de este objetivo, se cuenta a la fecha con valiosa información que consiste en los datos analíticos de 80,740 muestras de suelos provenientes de áreas agrícolas de Guatemala, las cuales fueron analizadas durante los años de 1968 a 1975 por el Departamento de Suelos de la Ex-Dirección de Investigación Agrícola, actualmente Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Esta información permitirá hacer un levantamiento

*y evaluación del pH o reacción de suelos de Guatemala a nivel de
Región, Subregión y municipio.*

II. REVISION DE LITERATURA

REACCION DEL SUELO

La reacción del suelo se acostumbra evaluar midiendo el pH o sea determinando la actividad iónica de H en una suspensión del suelo en agua o electrolitos débiles (12).

A pesar de que el concepto de pH se desarrolló para soluciones, sus bases teóricas permitieron utilizarlo para determinaciones en suspensiones coloidales del suelo, aunque con ciertas variantes en lo que se refiere a su concepto, dando origen a que las ideas sobre la reacción del suelo y la química de intercambio catiónico actuales sean completamente diferentes de aquellas que estaban en boga hace tres décadas (12).

La reacción del suelo es una propiedad química importante del mismo. No existe casi ningún proceso del suelo que no esté íntimamente ligado a su carácter de acidez, neutralidad o alcalinidad. Las propiedades físicas, químicas y biológicas son influenciadas por la reacción del suelo (11). Muchos especialistas se han dedicado al estudio de este importante tópico y sus implicaciones, resultando ser uno de los campos de investigación más interesantes y más estudiado. Así investigadores como Chernov (6), Jenny (18), Coleman (8) y otros especialistas en ciencias del suelo, han revolucionado este campo aportando interesante información sobre la reacción del suelo.

FACTORES QUE AFECTAN EL pH DEL SUELO

El concepto pH de un suelo, o más bien de una suspensión de suelo, es complejo, y sólo se puede discutir en relación con algunas propiedades de la atmósfera iónica que rodea las partículas de suelo.

Russell (3) indica que los factores que afectan el pH del suelo son:

1. *La doble capa eléctrica que rodea las partículas que muestran cambio de bases, es causa de que la concentración de hidrogeniones en el exterior de la doble capa sea inferior a la que existe sobre la superficie de las partículas. Esta reacción en la concentración de hidrogeniones es mayor cuanto más diluida sea la solución que rodea las partículas. Así, el pH de una solución depende de la concentración iónica presente en ella.*
2. *Si el suelo contiene cualquier sustancia capaz de cambiar su estado de oxidación o reducción; tal cambio de estado altera el pH del suelo.*
3. *El pH de un suelo depende de la concentración de anhídrido carbónico en el aire del suelo, y este efecto es más importante a pH alto que a pH bajo.*

De este modo, el pH de un suelo no tiene un valor único claramente definido, sino que depende de la concentración en que se realiza la medida, la cual, en el campo, puede ser causa de variación de casi una unidad. Por ello, a los fines generales de asesoramiento agrícola, no existe justificación para medirlo con una exactitud mayor de 0.2 unidades, y probablemente ni con una superior a 0.5 unidades.

CONDICIONES DEL pH PARA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS

El pH del suelo afecta al sistema radicular principalmente de modo indirecto, pues la raíz de la planta sufre las consecuencias que ocasiona la alteración del pH, mucho antes que la concentración de iones hidrógeno o hidróxido tenga cualquier efecto perjudicial. Así, pocas raíces pueden absorber suficiente fosfato, hierro, cinc o manganeso del suelo con un pH sobre 8.0 para cubrir las necesidades de la planta. Y a bajo pH, el sistema radicular sufre de envenenamiento por iones aluminio y manganeso solubles por una parte, y de la escasez de iones calcio utilizable por la otra, antes que la concentración de iones hidrógeno empiece a ser dañino (11).

Las experiencias y estudios de Fireman (13) y Wadleigh (38) permiten establecer los siguientes conceptos con relación al pH en pasta de suelos saturados:

- 1. El pH de 8.5 o mayores, indican casi siempre un por ciento de sodio intercambiable de 15 o mayor y la presencia de carbonatos de metales alcalino térreos.*
- 2. En suelos cuyo pH es menor de 8.5, el por ciento de sodio intercambiable puede o no ser mayor de 15.*
- 3. Suelos cuyo pH es menor de 7.5 casi nunca contienen carbonatos de metales alcalino térreos; y si el pH es menor de 7.0 el suelo seguramente contendrá cantidades considerables de hidrógeno intercambiable.*

En los suelos ácidos se encuentran algunos elementos tóxicos y otros que debido a su alto contenido causan efecto de toxicidad, así Wright (39) nos indica que el manganeso en exceso se acumula en todos los tejidos o interfiere con su metabolismo propio. El aluminio en exceso se acumula en las raíces y puede reducir de modo muy considerable su poder para transportar fosfatos desde el suelo al sistema vascular, siendo responsable por consiguiente, de que la planta sufra deficiencia de fósforo, deficiencia que no puede corregirse añadiéndolo al suelo.

Las investigaciones de Vlamis (37) han demostrado que la toxicidad de aluminio fue uno de los principales factores que contribuyeron al mal desarrollo de las plantas en los suelos ácidos. Anteriormente Ligon y Pierre (22) habían encontrado el efecto tóxico de aluminio soluble en el desarrollo de las plantas. El desarrollo del maíz disminuye cuando la concentración del aluminio en la solución del suelo fue mayor que 1 ppm. El desarrollo de las raíces de sorgo disminuye grandemente en suelos ácidos hasta que un ochenta por ciento de aluminio intercambiable fue neutralizado, Ragland y Coleman (28). Las raíces del algodón murieron cuando la concentración

del aluminio en la solución del suelo fue 1 ppm y a 0.5 ppm, el desarrollo de las raíces decreció y su apariencia era anormal (29).

Morris y Pierre (26) indican que el desarrollo de la soya y cabada fue reducido cuando soluciones de cultivo contenían de 1 a 4 ppm de manganeso. Foy (15) encontró que en varios suelos ácidos la toxicidad de manganeso era el principal factor limitante en el desarrollo de la alfalfa.

SUELOS ACIDOS

Se considera como ácido a toda sustancia que cede protones al agua. Bajo condiciones de alta precipitación pluvial, la percolación de agua a través del perfil es bastante intensa; esto provoca la acidificación progresiva de los suelos. Este fenómeno se presenta de manera especial en los suelos de áreas tropicales húmedas, y se debe al reemplazo paulatino de las bases cambiables Ca, Mg, K y Na por iones de H y Al. Este reemplazo resulta de la percolación del agua, extracción de los cationes básicos por las plantas y por el uso de fertilizantes de carácter ácido. La materia orgánica provoca también acidez en los suelos, pero esta acidez no es intercambiable, más que en suelos orgánicos, o con alto contenido de materia orgánica (12).

Desde 1902, Veitch (36) demostró que el aluminio era causante de la acidez de los suelos. Más tarde Paver y Marshall (27) averiguaron que el aluminio era el catión intercambiable predominantemente extraído de arcillas ácidas con una solución de sal neutra. Coleman et al (9) encontraron que los subsuelos ácidos de suelos Ultisol, tienen una gran porción de su capacidad de intercambio catiónico, neutralizada con aluminio intercambiable. Otros investigadores han demostrado también que el aluminio es el principal componente de la acidez intercambiable del suelo.

En cuanto al hidrógeno, existe muy poco en forma intercambiable en los suelos minerales. Al guardarse con humedad la montmorillonita y kaolinita saturadas con hidrógeno, espontánea-

mente cambian para formar arcillas saturadas con aluminio y magnesio, o arcillas saturadas con aluminio. Así, Coleman, N.T. y Caigh, D. (7), indican que solamente en suelos ácidos con un contenido muy alto de materia orgánica, o en suelos orgánicos, se encuentra hidrógeno intercambiable. En cuanto a esta acidez, recientemente Coleman et al (8), han postulado que una gran parte de la acidez titulable no intercambiable, puede ser debida a la ionización de hidrógeno de óxidos hidratados de aluminio y hierro que existen en superficies de arcilla o en la capa intermedia (30, 33).

SUELOS ALCALINOS

Se entiende como base una sustancia que al disociar recibe protones del agua, quien actúa como ácido, y origina la producción del ión hidroxilo. Bajo condiciones específicas en los suelos alcalinos, se produce la acumulación de sales en el suelo, dando origen a suelos salinos y sódicos. Suelos salinos se refiere a aquel que contiene sales solubles en tal cantidad que altere desfavorablemente su productividad. De igual manera, los suelos sódicos puede definirse en términos del efecto del sodio intercambiable en su productividad. Según esto, los suelos alcalinos pueden o no contener un exceso de sales solubles (1). Posiblemente el problema más común comprenda aquellos suelos que contienen un exceso de sales solubles, así como de sodio intercambiable y que según la terminología de De Sigmond (33) se denominan suelos salino-sódicos.

El contenido de sales arriba del cual el crecimiento de las plantas es alterado, depende de ciertos factores, entre los cuales cabe mencionar la textura, la distribución de sal en el perfil, la composición de la sal y la especie vegetal. Con el objeto de distinguir los suelos salinos de los no salinos se han sugerido ciertos factores arbitrarios relativos a salinidad. Kearney (20) y Scofield (32) al discutir la selección de cultivos para suelos salinos, consideran que las plantas empiezan a ser afectadas de manera adversa en cuanto el contenido de sales en el suelo excede del 1 por

ciento, y De Sigmond (33) está de acuerdo con este límite. Scofield (32) considera que un suelo es salino si la solución extraída de una pasta saturada del suelo tiene una conductividad eléctrica de 4 mmhos/cm o mayor.

Las sales solubles que se acumulan en los suelos salinos y sódicos son cloruros, sulfatos, carbonatos y ocasionalmente boratos de calcio, magnesio y sodio (1).

Los suelos salinos se caracterizan por tener un valor pH menor que 8.5, una conductividad en extracto saturado mayor que 4 mmhos/cm y una participación de sodio en el complejo de cambio, menor que 15 por ciento. Estas condiciones generalmente contienen cloruros y sulfatos que se presentan cristalizados en forma de costras blanquecinas, por lo que se denominan muchas veces suelos salino-blancos.

Bajo acumulación de carbonatos de sodio se produce una dispersión de los ácidos húmicos del suelo y la precipitación de humatos de sodio de color negro, originan los denominados suelos salino-negros.

Los suelos sódico-salinos se forman como resultados de los procesos de salinización y sodificación. Presentan una conductividad eléctrica de la solución del extracto de saturación, mayor de 4 mmhos/cm a los 25°C. El porcentaje de sodio en el complejo de intercambio es mayor que 15, y el pH rara vez es mayor de 8.5.

Los suelos sódicos no salinos contienen predominancia de sodio en el complejo de intercambio catiónico; su participación puede alcanzar valores entre el 15 y el 90%. Presentan valores de pH mayores que 8.5. La conductividad eléctrica es menor que 4 mmhos/cm a 25°C. Bajo estas condiciones el desarrollo vegetal no es posible, y las propiedades físicas y químicas del suelo están completamente alteradas (1).

Los suelos salinos litorales se producen por una intrusión del agua del mar y la composición química de las sales presentes, corresponde a la del agua del mar. Los suelos salinos o sódicos continentales se producen, en cambio, por el ascenso de tablas superficiales de aguas ricas en sales o por lavado deficiente de la zona radical en donde se han acumulado las sales provenientes de las aguas de riego (11).

CORRECCION DEL pH

Corrección de Suelos Acidos

Los suelos de la región húmeda, ordinariamente son muy ácidos a través de todo el perfil. Sin la aplicación de correctores se reduce el desarrollo de muchas plantas en suelos ácidos y se disminuye el uso eficiente de los fertilizantes.

Los correctores para enmiendas de suelos ácidos tienen como base el calcio principalmente y el magnesio; así tenemos las distintas fuentes utilizadas (12):

- a. Carbonato de calcio (CaCO_3)*
- b. Oxido de calcio (CaO)*
- c. Hidróxido de calcio (Ca(OH)_2)*
- d. Silicatos de calcio*
- e. Escorias industriales*
- f. Espumas azucareras*
- g. Cal dolomítica ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$)*

La práctica del encalado data de tiempos remotos, ya que se usaba desde hace unos 200 años antes de Cristo. En nuestro tiempo ha alcanzado nuevas proyecciones debido al desenvolvimiento de los estudios de la acidez del suelo (2).

En encalado, o sea la incorporación al suelo de carbonatos,

hidróxidos y óxidos de calcio y magnesio, se ha empleado en las regiones de clima templado con el doble propósito de proporcionar Ca y Mg a las plantas, y de controlar los efectos negativos de la acidez.

— Según Martini (23), Bornemisza (3), Laroche (21), el encalado en las regiones tropicales son muy contradictorias y Greene (17) y Tricanico (35) han informado que el encalado en los suelos de los trópicos debe de ser reconsiderado.

Fassbender (12) informa que los materiales de enmienda aplicados a suelos tropicales se movilizan progresivamente en un proceso muy intenso. Otros autores han demostrado efectos similares de traslocación de la cal, y en estudios a largo plazo se ha observado que en suelos tropicales la aplicación del encalado debe de repetirse al cabo de unos pocos años.

Los efectos directos e indirectos del encalado en el suelo se exponen a continuación (21):

1. Los efectos sobre propiedades físicas:

Mejor agregación de partículas y estructura, mejores condiciones de aireación y movimiento de agua.

2. Efectos sobre propiedades químicas:

Aumento de ión OH y disminución del ión H en la solución del suelo; disminución de la toxicidad de Al, Mn y Fe, regulación de la disponibilidad de P y Mo; aumento de la disponibilidad de Ca y Mg y aumento del porcentaje de saturación.

3. Efectos Biológicos:

Mejora de las condiciones de desarrollo de microorganismos, especialmente bacterias; aumento de la materia

orgánica; mejora de los procesos de amonificación, nitrificación y fijación de nitrógeno.

Correcciones de Suelos Alcalinos

En los suelos, las sales solubles son transportadas por el agua. Esto es obvio, pero básico en el control de la salinidad. La salinidad es controlable si la calidad del agua de riego es satisfactoria y si puede controlarse igualmente el flujo del agua a través del suelo. La concentración de sales solubles en la solución del suelo aumenta a medida que se va eliminando el agua de éste por evaporación. La desecación del suelo superficial por transpiración y evaporación, crea un gradiente de succión que producirá un movimiento ascendente muy notable de agua y sales solubles. Este ascenso, se favorece si la capa freática queda muy cerca de la superficie, proceso por el cual muchos suelos se han salinizado (1).

Cuando se establece un proyecto de riego, los suelos que son inicialmente salinos pueden requerir el lavado de exceso de sales y aún necesitar de mejoradores químicos, independientemente de asegurarles un abastecimiento adecuado de agua. Por otra parte, los suelos que inicialmente no son salinos pueden volverse improductivos si se acumula un exceso de sales solubles o de sodio intercambiable a consecuencia de riego o manejo deficientes o drenaje inadecuado (32).

Es de suma importancia que todo plan integral de riego para una zona determinada, cuando se desea obtener máxima eficiencia, debe de contemplar tres aspectos conjuntamente con el plan y éstos son: El riego, que es la aplicación de agua al suelo con el fin de proporcionar a la planta un medio ambiente favorable. El lavado, que en manejo de suelos, es el proceso de disolución y transporte de sales solubles por el movimiento del agua del suelo hacia y a través del mismo. Como las sales se mueven con el agua, la salinidad dependerá directamente del manejo del agua, o sea uso de riego, lavado y drenaje (1).

La falta de conocimiento para reconocer que los suelos salinos y sódicos requieren prácticas especiales de manejo, puede causar baja producción o resultar en un completo fracaso. En aquellos lugares donde sólo se dispone de agua de baja calidad, o donde no son económicos ni el drenaje ni la recuperación en gran escala, podría ser posible poner en práctica lo que pudiera considerarse como prácticas agrícolas de suelos salinos, que consiste en seleccionar cultivos tolerantes a sales y aplicarse mejoradores químicos. El tipo y cantidad de mejoradores químicos que se aplican al suelo con miras a sustituir al sodio intercambiable, depende de las características propias del suelo, de la velocidad de sustitución deseada y de limitaciones económicas. Estos mejoradores químicos son de tres tipos:

- a. Sales solubles en calcio (Cloruro de calcio y yeso).
- b) Ácidos o formadores de ácidos (Azufre, ácido sulfúrico, sulfato de hierro, sulfato de aluminio, cal-azufre).
- c) Sales de calcio de baja solubilidad que puede también tener magnesio (roca caliza molida, sub productos de la cal usada en los ingenios azucareros) (12).

Indica Allison (1) que aún cuando cada tipo de mejorador ocupa su lugar en la rehabilitación de los suelos, su efectividad para diferentes condiciones de los mismos, depende de varios factores, siendo los principales: El contenido de carbonatos de metales alcalino térreos y el pH. Si se considera la respuesta de los suelos alcalinos a diversos tipos de mejoradores, se pueden establecer tres categorías:

- 1. Suelos que contienen carbonatos de metales alcalino térreos.
- 2. Suelos prácticamente libres de carbonatos de metales alcalino-térreos y cuyo pH es mayor de 7.5.
- 3. Suelos libres de carbonatos de metales alcalino-térreos y cuyo

pH es menor de 7.5.

Cualquiera de las sales solubles de calcio, los ácidos o formadores de ácido, se puede usar para suelos del grupo 1, pero la aplicación de caliza será inútil. La aplicación de mejoradores ácidos o formadores de ácido a los suelos de los grupos 2 y 3 tiende a acidificar su reacción (20). —

SUMARIZACION DE DATOS ANALITICOS

Los análisis modernos de evaluación de fertilidad del suelo, comenzaron en Guatemala en Julio de 1966, con el establecimiento del concepto de correlación de métodos, uso de la muestra control y la instalación de equipo para análisis múltiple en los Laboratorios del Ministerio de Agricultura Guatemala (14).

Fitts y colaboradores (14) indican en la evaluación que llevaron a cabo sobre los programas de fertilidad del suelo en América Latina en 1963, que ningún país disponía de un número suficiente de análisis de suelos que justifiquen la preparación de un sumario que abarcara todo el país. Sin embargo, existían áreas esparcidas dentro de los países donde el número de muestras analizadas era suficiente para facilitar la elaboración de sumarios sobre los resultados obtenidos. Esto es especialmente factible donde la información disponible ha sido acumulada durante varios años.

La publicación de sumarios será estimulada siempre que haya suficiente información que lo amerite (16).

Estudios de sumarización de datos analíticos se han llevado a cabo en Guatemala, como el estudio de Brolo (4), que sumalizó los datos de análisis de P y K, permitiendo con ésto la evaluación del contenido de P y K disponible en los suelos de Guatemala, a nivel de municipio.

III. MATERIALES Y METODOS

Se recopiló la información de 80,740 muestras de suelos de toda la República analizadas por el Departamento de Suelos de la Ex-Dirección de Investigación Agrícola y actualmente por el Programa de Manejo de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).

MUESTREO DE SUELOS

Las muestras de suelos fueron tomadas y enviadas al laboratorio por agricultores, casas comerciales, Agencias de Extensión, etc. Todas las personas que enviaron muestras al laboratorio tenían el interés de recibir recomendaciones sobre el uso de fertilizantes, por lo que se les instruyó cómo tomar las muestras de suelos, siguiendo la técnica recomendada por Cate (5) que consiste básicamente en tomar muestras compuestas y superficiales de áreas homogéneas.

PREPARACION DE SUELOS

Las muestras al ingresar al laboratorio se les asignó un número correlativo de ingreso, se secaron en un mueble especial de secamiento de muestras, por último fueron tamizadas y homogeneizadas.

INFORMACION DE LAS MUESTRAS

Todas las muestras al ingresar al laboratorio iban acompañadas de cierta información como: Procedencia, área que representan, cultivo a fertilizarse, época de siembra, etc.

ANALISIS DE LAS MUESTRAS

A las muestras ya preparadas se les efectuaron los siguientes análisis: N, P, K, C, Mg, Al y pH. Para el caso particular del pH, desde 1968 a 1975 se usó la misma metodología analítica que se detalla a

continuación:

Determinación de pH

Procedimiento

1. En un vaso de 50 ml agregar 10 ml de suelo, luego agregar 25 ml de H_2O y agitar.
2. Dejar 30 minutos en reposo, luego agitar y determinar el pH en un potenciómetro debidamente calibrado con soluciones tampón.

Reactivos

1. Preparar soluciones tampón de pH 4, 7 y 9 por medio de titrisoles.
2. Solución saturada de KCl (para mantenimiento del electrodo de referencia).

SUMARIO DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

Generalmente este tipo de estudio requiere un procesamiento de datos por medio de computadoras. En este estudio del procesamiento fue manual agrupando los resultados de las muestras por año o sea correspondientes al año en que fueron analizadas, luego por Departamento y Municipio; además se hizo otra agrupación final de acuerdo a las Regiones y Subregiones en las cuales trabaja el Plan Nacional de Desarrollo Agrícola.

Los resultados analíticos de pH correspondientes a cada muestra se agruparon en cinco categorías de acuerdo a los siguientes niveles encontrados:

1. <i>Muy ácido</i>	< 4.5
2. <i>Acido</i>	$4.6 - 5.0$
3. <i>Ligeramente ácido</i>	$5.1 - 6.0$
4. <i>Neutro</i>	$6.1 - 7.2$
5. <i>Alcalino</i>	> 7.3

MAPA ILUSTRATIVO DE pH

Se elaboró un mapa para indicar los municipios que tiendan o nó a presentar problemas en cuanto a su pH, tomando en cuenta tres categorías:

Suelos Sin Problemas de pH

En esta categoría se agruparon los municipios que tienen un rango de pH comprendido entre 5.1 a 7.2, y que se encuentren con una frecuencia mayor del 80o/o. Los municipios que se consideraron en esta categoría presentarán pocos problemas en cuanto a su pH en el desarrollo de los cultivos.

Suelos con pH Mayor de 7.3

En esta categoría se agruparon los municipios que tienen un rango de pH mayor de 7.3 y que el número de sus muestras tuviera una frecuencia mayor del 10o/o inclusive, o sea que los municipios con estas condiciones pueden tener probabilidad de problemas en el desarrollo de los cultivos.

Suelos con pH Menores de 5.0

En esta categoría se agruparon los municipios que tienen un rango de pH menor de 5.0 y con una frecuencia mayor del 10o/o o sea que los suelos de estos municipios tienen probabilidad de presentar problemas de acidez.

Para llegar a las estimaciones anteriores se hizo un estudio de la distribución de frecuencia de los valores de pH en las 80,740 muestras, y se estableció que era una distribución normal. El intervalo de varianza al 80o/o de probabilidad para la media general es de 6.4 la probabilidad que está entre los límites.

$$P (5.0 \leq u \leq 7.3) = 0.80$$

De manera que suelos con pH abajo de 5.0 así como con pH arriba de 7.3 tienen en cada caso una probabilidad del 10o/o de ser observados. De tal suerte que para cada municipio se estableció un límite máximo del 10o/o para observar suelos que tuvieran valores extremos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se consignan los resultados de la sumarización de los análisis de pH de 80,740 muestras de suelos de toda la República de Guatemala. Estos resultados se refieren a la distribución porcentual de los casos encontrados para cada una de las cinco categorías establecidas de pH.

De acuerdo a esta sumarización se encontró para las siete regiones agrícolas del país lo siguiente:

REGION I

Generalizando para todos los suelos de esta región de acuerdo a la sumarización de datos se observó que el mayor porcentaje de muestras está comprendido entre los rangos de 5.1 — 6.0 y 6.1 — 7.2 con un porcentaje de 41.4 y 48.6o/o respectivamente para cada categoría de pH, o sea una frecuencia del 90o/o. Esta situación varía si se analiza a nivel de Sub-región, y aún más a nivel de municipio, como se puede observar en el sumario y mapa adjunto.

REGION II

Sumarizando los suelos de esta región se observó que el mayor porcentaje de muestras está comprendido entre los rangos de 5.1 — 6.0; 6.1 — 7.2 y con un porcentaje de muestras de 47.0 y 38.2o/o respectivamente para cada categoría.

La característica de los suelos de esta región de tener gran porcentaje de suelos ligeramente ácidos a alcalinos, obedece a su origen calcáreo para suelos alcalinos y la alta precipitación para los suelos que son ligeramente ácidos, estando de acuerdo esta aseveración con Fassbender (12).

REGION III

El mayor porcentaje de los suelos de esta región están comprendidos entre los rangos 5.1 — 6.0, 6.1 — 7.2 y mayor de 7.3, correspondiéndole a cada categoría el porcentaje respectivo de 27.6, 45.3 y 26.9o/o, existiendo una alta significancia para los suelos alcalinos.

La característica de los suelos de esta Región es la de su limitada vocación agrícola por su escaso horizonte A, el cual no soporta el uso continuo de cultivos, sin ocasionar su desaparición.

REGION V

Los rangos predominantes de esta Región son de 5.1 — 6.0 y 6.1 — 7.2 con porcentajes de 20.6 y 71.9o/o respectivamente. Los suelos con el rango de pH mayor de 7.3 que predomina en la Sub-región 2 cuyo porcentaje no es significativo, puede atribuirse a la presencia de sales considerando el régimen de lluvias que impera en la sub-región.

REGION VI

El mayor porcentaje de muestras está comprendido entre los rangos de pH de 5.1 a 7.2 con el 93.8o/o, situación que permanece fija con excepción del municipio de Taxisco de la sub-región 3, en donde el rango es mayor de 7.3.

REGION VII

Los suelos de esta Región van de un rango de pH de 5.1 — 6.0 con 23o/o, 6.1 — 7.2 con el 45.3o/o y mayores de 7.3 con el 27.6o/o.

La totalidad de la sub-región 1 está comprendida dentro del rango ligeramente ácido 5.1 — 6.0.

En las sub-regiones 2 y 3, predominan los suelos con rango de pH mayor de 7.3, situación que puede atribuirse en la mayoría de los casos, a la presencia de sales y al lavado deficiente de la zona radical (12).

En el Mapa adjunto se indican los municipios de cada Región que pueden presentar problemas en sus suelos en cuanto a su pH.

Municipios con porcentaje significativo de pH con rango menor de 5.0.

REGION I

Sub-Región 1

*Santa Bárbara
Santa Eulalia
San Mateo Ixtatán
Colotenango*

Sub-Región 3

Santa Cruz del Quiché

REGION II

Sub-Región 1

Barillas

Sub-Región 2

*Cobán Senahú
Chisec*

REGION IV

Sub-Región 3

*Nuevo Progreso
El Tumbador
El Rodeo
Malacatán
La Reforma
Colomba*

Municipios con porcentajes significativos de pH con rango mayor de 7.3

REGION I

Sub-Región 1

*Huehuetenango
Chiantla
Cuilco
Nentón
Jacaltenango
San Pedro Soloma
La Libertad
La Democracia
San Rafael La Independencia
Todos los Santos Cuchumatanes
San Juan Atitán
Colotenango
San Sebastián Huehuetenango
San Sebastián Caotán
Aguacatán
San Rafael Petzal*

Sub-Región 2

Salcajá

Cajolá

San Mateo

Almolonga

Sub-Región 3

Concepción

San Pedro La Laguna

Cunén

San Juan Cotzal

San Andrés Sajcabajá

Sacapulas

Canillá

REGION II

Sub-Región 1

Chajul

Uspantán

Sub-Región 2

Santa Cruz Verapaz
San Cristóbal Verapaz
Tactic
Tamahú

Sub-Región 3

Panzós
El Estor

REGION III

Sub-Región 1

Flores
San Benito
San Andrés
La Libertad
Melchor de Mencos

Sub-Región 2

Dolores
San Luis
Sayaxché

REGION IV

Sub-Región 1

Tiquisate

Santo Domingo Suchitepéquez

Sub-Región 2

La Democracia
Siquinalá
Masagua
La Gomera
San José
Iztapa

Sub-Región 3

Cuyotenango
San Felipe
San Andrés Villa Seca
Champerico
Ocos

REGION V

Sub-Región 1

Rabinal
Granados

Sub-Región 2

El Progreso
Morazán
San Agustín Ac.
San Cristóbal Ac.
El Júcaro
Sansare
Sanarate
San Antonio La Paz

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

Sub-Región 3

Guatemala
San Pedro Sacatepéquez
Chuarrancho
Amatitlán

Sub-Región 4

Antigua
Ciudad Vieja
San Miguel Dueñas

REGION VI

SUB-Región 3

Taxisco

REGION VII

Sub-Región 2

Zacapa
Estanzuela
Río Hondo
Gualán
Teculután
Uzumatlán
Cabañas
San Diego
Huité

Sub-Región 3

Chiquimula
San José La Arada
San Juan La Ermita
Jocotán
Comotán
Concepción Las Minas
Quezaltepeque
San Jacinto.

CUADRO 1

SUMARIO DE ANALISIS DE LA REACCION DE SUELOS AGRICOLAS POR REGIONES, SUB-REGIONES Y MUNICIPIOS (MUESTRAS ANALIZADAS DE 1968 A 1975)

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	>7.3
REGION I	20,278	0.2	1.8	41.4	48.8	7.8
SUB-REGION 1	6,059	0.4	2.8	39.2	41.6	16.0
Huehuetenango	302		3.6	45.0	34.7	16.6
Chiantla	970		1.9	38.3	38.5	21.2
Malacatancito	101			69.4	27.7	2.9
Cuilco	118			49.1	32.2	18.7
Nentón	116			20.6	51.7	27.6
San Pedro Necta	250			50.8	49.2	
Jacaltenango	780			12.1	60.2	27.6
San Pedro Soloma	247	0.4	1.6	39.6	44.5	13.8
Ixtahuacán	301			41.5	53.8	4.7
Santa Bárbara	61		31.1	49.1	18.1	1.7
La Libertad	206			26.2	60.6	13.2
La Democracia	218	0.9		22.4	59.1	17.5

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	>7.3
San Miguel Acatán	117		5.1	67.5	18.8	8.6
San Rafael La Independencia	43				34.8	65.2
Todos Los Santos Cuchumatanes	260		6.9	46.1	29.2	17.7
San Juan Atitán	5			60.0	20.0	20.1
Santa Eulalia	321	7.1	19.0	35.8	32.7	5.3
San Mateo Ixtatán	93		9.6	59.1	21.5	9.7
Colotenango	30		13.3	36.6	33.3	16.7
San Sebastián Huehuetenango	70			34.2	51.4	14.3
Tectitán	1			100.0		
Concepción	541			60.0	31.4	8.6
San Juan Ixcoy	166		6.0	63.8	21.0	9.1
San Antonio Huista	223		1.7	43.4	4.4	9.8
San Sebastián Caotán	83		1.2	44.5	42.1	12.1
Aguacatán	240		0.8	27.5	35.0	36.7
San Rafael Petzal	44			15.9	50.0	34.1
San Gaspar Ixchil	---	---	---	---	---	---
Santiago Chimaltenango	62			96.7	3.3	
Santa Ana Huista	90		3.3	37.7	51.1	7.8
SUB-REGION 2	7,457	0.01	0.51	44.43	51.44	3.61
Quezaltenango	750		0.6	48.00	48.6	2.7
Salcajá	212			29.7	68.3	18.9

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>Olintepeque</i>	719		0.1	67.8	31.2	.6
<i>San Carlos Sija</i>	488			63.3	35.4	1.3
<i>Sibilia</i>	136			63.9	28.6	7.4
<i>Cabricán</i>	412			44.9	50.9	4.2
<i>Cajolá</i>	68		1.4	57.3	30.8	10.3
<i>San Miguel Siguilá</i>	196			39.2	51.0	9.7
<i>Ostuncalco</i>	345			29.8	57.5	2.7
<i>Concepción Chiquirichapa</i>	234			10.6	85.4	3.9
<i>San Mateo</i>	61			18.0	52.5	29.5
<i>San Martín Sacatepéquez</i>	215		7.9	43.7	48.3	
<i>Almolonga</i>	476	0.2	1.4	26.2	56.5	15.6
<i>Cantel</i>	403			32.2	62.0	5.8
<i>Huitán</i>	166			88.5	10.2	1.3
<i>Zunil</i>	98			23.4	75.5	1.0
<i>San Francisco La Unión</i>	198			27.7	72.3	
<i>La Esperanza</i>	248			43.5	51.2	5.3
<i>Palestina de Los Altos</i>	25			36.0	64.0	
<i>San Marcos</i>	235			42.9	56.1	0.9
<i>San Pedro Sacatepéquez</i>	206			10.2	86.4	3.4
<i>San Antonio Sacatepéquez</i>	16			31.2	68.8	
<i>Comitancillo</i>	310			27.1	70.9	1.9
<i>San Miguel Ixtahuacán</i>	15			33.3	66.7	
<i>Concepción Tutuapa</i>	18			77.7	22.3	

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
Tacaná	86			61.6	36.0	2.4
Sibinal	39			87.1	12.9	
Tajumulco	16			75.0	25.0	
Tejutla	209			47.3	45.4	7.2
San Rafael Pie de la Cuesta	181		3.8	51.3	44.8	
Ixchiguan	81			70.3	29.7	
San José Ojetenam	81			41.9	58.1	
San Cristobal Cuchumatanes	37			54.0	46.0	
Sipacapa	81			38.2	61.8	
Esquipulas Palo Gordo	105			46.6	53.4	
Río Blanco	53			24.5	75.5	
San Lorenzo	238			63.0	37.0	
SUB-REGION 3	6,762	0.1	2.4	40.0	52.3	5.2
Totonicapán	540			33.7	64.8	1.5
San Cristobal Totonicapán	154		1.2	46.2	51.9	0.7
San Francisco El Alto	183	1.6	7.1	61.2	27.3	2.8
San Andrés Xecul	92			34.7	64.2	1.1
Momostenango	503		8.1	60.8	31.1	
Santa María Chiquimula	40			20.0	75.0	5.0
Santa Lucía La Reforma	2				100.0	
San Bartolo	50			88.0	8.0	4.0
Sololá	659			40.3	58.4	1.3
San José Chacayá	158			47.4	51.8	0.8

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	>7.3
<i>Santa María Visitación</i>	34			11.7	88.3	
<i>Santa Lucía Uatlán</i>	691			40.9	56.4	2.7
<i>Nahualá</i>	57			35.0	65.0	
<i>Santa Catarina Ixtahuacán</i>	69			14.4	81.1	4.5
<i>Santa Clara La Laguna</i>	57			52.6	47.4	
<i>Concepción</i>	19			36.8	52.6	10.6
<i>San Andrés Semetabaj</i>	170			16.5	81.0	2.5
<i>Panajachel</i>	48			25.0	70.8	4.2
<i>Santa Catarina Palopó</i>	3				100.0	
<i>San Antonio Palopó</i>	72			4.1	93.0	2.9
<i>San Lucas Tolimán</i>	317			11.6	88.4	
<i>Santa Cruz La Laguna</i>	---	---	---	---	---	---
<i>San Pablo La Laguna</i>	67			59.7	37.3	3.0
<i>San Marcos La Laguna</i>	11			100.0		
<i>San Juan La Laguna</i>	55			21.8	78.2	
<i>San Pedro La Laguna</i>	6			16.6	66.8	16.6
<i>Santiago Atitlán</i>	179			25.1	70.3	4.6
<i>Santa Cruz del Quiché</i>	894		10.5	45.3	35.2	9.0
<i>Chiché</i>	283		2.8	73.4	22.6	1.2
<i>Chinique</i>	47			72.3	23.4	4.3
<i>Chichicastenango</i>	597		0.1	45.0	53.7	1.2
<i>Patzité</i>	47			10.6	87.2	2.2
<i>San Antonio Ilotenango</i>	169			21.8	78.2	

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		< 4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>San Pedro Jocopilas</i>	107			50.4	45.7	3.3
<i>Cunén</i>	107	3.7		7.4	23.3	65.6
<i>San Juan Cotzal</i>	73			8.2	58.9	32.9
<i>Nebaj</i>	64		9.3	54.6	34.3	1.8
<i>San Andrés Sajcabajá</i>	5				60.0	40.0
<i>Sacapulas</i>	89			1.2	17.9	80.9
<i>San Bartolomé</i>	--	---	---	---	---	---
<i>Canillá</i>	44			20.4	52.2	27.6
<i>REGION II</i>	3,423	0.7	5.1	47.0	38.2	9.0
<i>SUB-REGION 1</i>	701	0.1	6.0	44.5	37.7	11.7
<i>Barillas</i>	82		32.9	50.0	14.6	2.5
<i>Chajúl</i>	59	1.6	5.0	23.7	45.7	24.0
<i>Uspantán</i>	560		2.1	45.8	40.2	11.9
<i>SUB-REGION 2</i>	1,671	1.3	6.2	58.0	29.9	4.6
<i>Cobán</i>	458	4.5	7.6	63.9	21.4	2.6
<i>Santa Cruz Verapaz</i>	76		5.2	27.6	28.1	29.1
<i>San Cristobal Verapaz</i>	116		1.7	41.3	41.3	15.7
<i>Tactic</i>	31			58.0	29.0	13.0
<i>Tamahú</i>	30			50.0	36.6	13.4
<i>Tucurú</i>	20			80.0	20.0	
<i>Senahú</i>	201		9.4	79.6	9.4	1.6
<i>San Pedro Carchá</i>	440	0.2	6.8	56.3	33.4	3.3

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>San Juan Chamelco</i>	74		5.4	72.9	21.7	
<i>Lanquín</i>	11			9.0	82.0	9.0
<i>Cahabón</i>	155		2.5	45.1	52.4	
<i>Chisec</i>	24		25.0	41.6	29.3	4.1
<i>Chahal</i>	35			40.0	60.0	
<i>SUB-REGION 3</i>	1,051		2.6	31.4	52.0	14.0
<i>Panzós</i>	356		0.8	29.4	56.1	13.7
<i>Livingston</i>	381		6.2	46.2	40.6	7.0
<i>El Estor</i>	314			15.6	61.1	23.3
<i>REGION III</i>	802		0.2	27.5	45.3	26.9
<i>SUB-REGION 1</i>	429		0.5	34.5	39.9	25.1
<i>Flores</i>	74			27.0	27.0	46.0
<i>San José</i>	5	---	---	---	---	---
<i>San Benito</i>	23		8.7	17.3	39.1	34.9
<i>San Andrés</i>	15	---	---	---	---	100.0
<i>La Libertad</i>	148			43.9	42.5	13.6
<i>San Francisco</i>	31			32.2	61.2	6.6
<i>Santa Ana</i>	110			44.5	47.2	8.3
<i>Melchor de Mencos</i>	23	---	---	---	17.3	82.7

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		< 4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>SUB-REGION 2</i>	373	- - -	- - -	19.6	51.4	29.0
<i>Dolores</i>	53			3.7	66.0	30.3
<i>San Luis</i>	52			26.9	53.8	19.3
<i>Sayaxché</i>	222			18.0	45.4	36.6
<i>Poptún</i>	46			36.9	60.8	2.3
<i>REGION IV</i>	23,343	0.4	2.4	22.2	61.2	13.8
<i>SUB-REGION 1</i>	6,527	0.01	0.03	15.86	64.07	20.03
<i>Tiquisate</i>	2,871				64.2	35.8
<i>Mazatenango</i>	481	0.2		19.9	75.5	4.4
<i>San Francisco Zapotitlán</i>	102			9.8	83.3	6.9
<i>San Bernardino</i>	9			77.7	22.3	
<i>San José El Idolo</i>	193			13.9	80.3	5.8
<i>Santo Domingo Suchitepéquez</i>	647		0.3	2.2	65.6	31.9
<i>San Lorenzo</i>	10			20.0	80.0	
<i>Samayac</i>	34			41.2	58.8	
<i>San Pablo Jocopilas</i>	144			55.5	49.5	
<i>San Antonio Suchitepéquez</i>	424			46.5	50.4	3.1
<i>San Miguel Panan</i>	41			36.6	60.9	2.5
<i>San Gabriel</i>	10			30.0	70.0	
<i>Chicacao</i>	327			66.4	32.4	1.2
<i>Patulul</i>	404			17.3	79.2	3.5
<i>Santa Bárbara</i>	400			29.2	70.0	0.8

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	>7.3
<i>San Juan Bautista</i>	63			14.3	85.7	
<i>Santo Tomás La Unión</i>	75			80.0	20.0	
<i>Zunilito</i>	57			92.9	7.1	
<i>Pueblo Nuevo</i>	52			46.1	53.9	
<i>Río Bravo</i>	183			10.9	87.9	1.2
SUB-REGION 2	7,672		0.04	9.27	71.68	19.01
<i>Pochuta</i>	178			32.0	68.0	
<i>Acatenango</i>	200			18.5	79.5	2.0
<i>Yepocapa</i>	320			28.7	70.0	1.3
<i>Escuintla</i>	1,900			13.5	84.1	2.4
<i>Santa Lucía Cotz.</i>	905			10.6	81.3	8.1
<i>La Democracia</i>	1,151			2.2	74.5	23.3
<i>Siquinalá</i>	238		0.4	3.8	68.4	27.4
<i>Masagua</i>	718		0.3	5.1	82.6	12.0
<i>La Gomera</i>	919			0.8	28.3	70.9
<i>Guazacapán</i>	269			11.5	87.4	1.1
<i>San José</i>	334			0.3	42.2	57.5
<i>Iztapa</i>	85				49.4	50.6
<i>Palín</i>	300			2.7	90.0	7.3
<i>San Vicente Pacaya</i>	155			34.2	64.5	1.3

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		< 4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>SUB-REGION 3</i>	9,144	1.1	6.1	37.7	50.0	5.1
<i>El Palmar</i>	323		0.6	60.7	38.7	
<i>Coatepeque</i>	349	0.8	8.9	50.7	38.2	1.4
<i>Génova</i>	861	0.8	0.7	32.7	65.2	0.6
<i>Flores Costa Cuca</i>	263			35.7	61.2	3.1
<i>Cuyotenango</i>	677			4.4	82.6	13.0
<i>Retalhuleu</i>	801			10.5	86.3	3.2
<i>San Sebastián</i>	177			59.8	38.5	1.7
<i>Santa Cruz Mulúa</i>	105			40.0	60.0	
<i>San Martín Zapotitlán</i>	43			11.6	81.4	7.0
<i>San Felipe</i>	198			43.9	35.8	20.3
<i>San Andrés Villa Seca</i>	252			2.4	84.5	13.1
<i>Champerico</i>	976			9.5	80.0	10.5
<i>Nuevo San Carlos</i>	212			84.4	15.6	
<i>El Asintal</i>	342		4.9	55.3	39.2	0.6
<i>Nuevo Progreso</i>	68		10.3	69.1	17.6	3.0
<i>El Tumbador</i>	491		42.4	53.9	3.7	
<i>El Rodeo</i>	134		12.7	68.6	18.7	
<i>Malacatán</i>	437	2.5	13.5	52.2	31.8	
<i>Catarina</i>	60			63.3	35.0	1.7
<i>Tecún, Umán (Ayutla)</i>	329			8.2	85.4	6.4
<i>Ocos</i>	324			3.1	61.1	35.8
<i>San Pablo</i>	189	1.0	7.9	86.2	4.2	0.7

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>El Quetzal</i>	279		6.7	86.7	6.6	
<i>La Reforma</i>	278	0.3	14.0	73.7	10.1	1.9
<i>Pajapita</i>	117			14.5	85.5	
<i>Colomba</i>	928	8.6	14.9	63.2	12.9	0.4
<i>REGION V</i>	20,336	0.1	0.2	20.6	71.9	7.2
<i>SUB-REGION 1</i>	2,230		0.4	25.5	63.1	11.0
<i>Zacualpa</i>	71			19.7	73.2	7.1
<i>Joyabaj</i>	153			69.9	29.4	0.7
<i>Salamá</i>	296			20.3	72.9	6.8
<i>San Miguel Chicaj</i>	75			5.3	89.3	5.4
<i>Rabinal</i>	861		0.2	20.4	57.6	21.8
<i>Cubulco</i>	105			58.1	41.0	0.9
<i>Granados</i>	24			41.7	41.7	16.6
<i>El Chol</i>	22			77.3	13.6	9.1
<i>San Jerónimo</i>	461		0.6	10.6	84.2	4.6
<i>Purulhá</i>	162		3.1	43.2	53.7	
<i>SUB-REGION 2</i>	894			8.5	38.1	53.4
<i>El Progreso</i>	87			2.3	10.3	87.4
<i>Morazán</i>	48			16.7	54.2	29.1
<i>San Agustín Acasaguastlán</i>	94			9.6	9.6	80.8
<i>San Cristóbal Acazaguastlán</i>	60				16.7	83.3
<i>El Júcaro</i>	186				4.3	95.7

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		< 4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>Sansare</i>	16				31.2	68.8
<i>Sanarate</i>	299			14.7	65.2	20.1
<i>San Antonio La Paz</i>	104			12.5	76.0	11.5
<i>SUB-REGION 3</i>	5,584	0.3	0.5	20.2	70.4	8.6
<i>Guatemala</i>	960	0.4	0.6	13.5	71.0	14.5
<i>Santa Catarina Pinula</i>	157			46.5	53.5	
<i>San José Pinula</i>	599	0.2	0.3	47.5	50.7	1.3
<i>San José del Golfo</i>	50			6.0	94.0	
<i>Palencia</i>	254	0.8		33.5	56.7	9.0
<i>Chinautla</i>	68	4.4		7.3	88.3	
<i>San Pedro Ayampuc</i>	122			16.4	80.3	3.3
<i>Mixco</i>	267	0.7		4.9	86.5	7.9
<i>San Pedro Sacatepéquez</i>	93			64.5	81.7	11.8
<i>San Juan Sacatepéquez</i>	387	0.2	0.2	17.0	78.4	4.2
<i>San Raymundo</i>	110			14.5	81.8	3.7
<i>Chuarrrancho</i>	19			5.3	68.4	26.3
<i>Fraijanes</i>	201	1.5	4.5	41.8	51.2	1.0
<i>Amatitlán</i>	390		0.8	9.2	51.5	38.5
<i>Villa Nueva</i>	839			7.6	85.4	7.0
<i>Villa Canales</i>	934	0.1	0.8	23.8	72.0	3.3
<i>Petapa</i>	134	1.5	1.5	9.7	79.8	7.5

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>SUB-REGION 4</i>	11,628			20.8	76.9	2.3
<i>Chimaltenango</i>	1,341			14.0	85.3	0.7
<i>San José Poaquil</i>	531			44.8	54.0	1.2
<i>San Martín Jilotepeque</i>	3,023		0.1	33.3	66.1	0.5
<i>Comalapa</i>	706			32.5	66.7	0.8
<i>Santa Apolonia</i>	219			32.0	67.1	0.9
<i>Tecpán</i>	951			21.5	77.8	0.7
<i>Patzún</i>	909			7.3	92.0	0.7
<i>Patzicía</i>	478			21.5	77.0	1.5
<i>Santa Cruz Balanyá</i>	142			7.0	90.1	2.9
<i>San Andrés Itzapa</i>	313			6.7	91.4	1.9
<i>Parramos</i>	283	0.7		5.0	90.4	3.9
<i>Zaragoza</i>	487			28.0	70.0	2.0
<i>El Tejar</i>	102			0.9	95.1	4.0
<i>Antigua</i>	358		0.3	14.8	70.7	14.2
<i>Jocotenango</i>	7			14.3	85.7	
<i>Pastores</i>	74		1.3	1.3	97.4	
<i>Sumpango</i>	198			9.1	86.4	4.5
<i>Santo Domingo</i>	13				92.3	7.7
<i>Santiago Sacatepéquez</i>	174			1.7	94.2	4.1
<i>San Bartolomé Milpas Altas</i>	52				94.2	5.8
<i>San Lucas Sacatepéquez</i>	403			4.0	87.3	8.7

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
Santa Lucía Milpas Altas	217			3.7	89.0	7.3
Magdalena Milpas Altas	65			6.1	93.9	
Santa María de Jesús	114			0.9	99.1	
Ciudad Vieja	91				89.0	11.0
San Miguel Dueñas	128		0.8	2.3	78.1	18.8
Alotenango	136			14.0	81.6	4.4
San Antonio A. C.	78				93.6	6.4
Santa Catarina B.	35			11.4	85.7	2.9
REGION VI	7,730	0.5	2.0	34.2	59.6	3.7
SUB-REGION 1	2,600		0.3	29.2	67.3	3.2
Jutiapa	545		1.5	60.2	34.1	4.2
El Progreso	190			46.8	53.2	
Santa Catarina Mita	246			30.9	68.7	0.4
Yupiltepéque	88			5.7	94.3	
Atescatempa	95			7.4	92.6	
Jerez	49			24.5	71.4	4.1
El Adelanto	--	--	--	--	--	--
Zapotitlán	--	--	--	--	--	--
Comapa	7			14.3	85.7	
Jalpatagua	486			14.8	83.5	1.7
Conguaco	36			75.0	25.0	
San José Acatempa	46				93.5	6.5
Quezada	170			31.2	67.6	1.2

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>Asunción Mita</i>	517			5.6	86.5	7.9
<i>Agua Blanca</i>	125			48.0	49.6	2.4
<i>SUB-REGION 2</i>	1,011	0.2	0.1	37.6	59.5	2.6
<i>Jalapa</i>	239		0.4	35.6	60.2	3.8
<i>San Pedro Pinula</i>	102	0.9		33.3	58.8	6.9
<i>San Luis Jilotepec</i>	35			20.0	71.4	8.6
<i>San Manuel Chaparron</i>	22			13.6	86.4	
<i>San Carlos Alzatate</i>	68			35.3	64.7	
<i>Monjas</i>	429	0.2		33.3	64.8	1.7
<i>Mataquescuintla</i>	116			72.4	27.6	
<i>SUB-REGION 3</i>	4,119	0.8	3.7	36.5	54.7	4.3
<i>Moyuta</i>	130		2.3	15.4	78.5	3.8
<i>Pasaco</i>	43			11.6	86.0	2.3
<i>Cuilaipa</i>	427	0.2	6.3	21.8	69.6	2.1
<i>Barberena</i>	720	3.7	8.7	50.5	37.0	0.1
<i>Santa Rosa de Lima</i>	160			54.4	45.6	
<i>Casillas</i>	168			29.2	68.4	2.4
<i>San Rafael Las Flores</i>	114			16.7	81.6	1.7
<i>Oratorio</i>	121			14.9	82.6	2.5
<i>San Juan Tecuaco</i>	---	---	---	---	---	---
<i>Chiquimulilla</i>	390			24.1	70.0	5.9
<i>Taxisco</i>	372	1.3	1.9	22.0	58.0	16.8

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	> 7.3
<i>Santa María Ixtahuacán</i>	35	3.0	3.0	51.4	42.6	
<i>Guazacapán</i>	177			29.4	66.7	3.9
<i>Santa Cruz Naranjo</i>	152		7.2	65.8	26.3	0.7
<i>Pueblo Nuevo Viñas</i>	793		4.5	47.3	40.9	7.3
<i>Nueva Santa Rosa</i>	317			39.4	60.0	0.6
<i>REGION VII</i>	4,828	0.4	3.3	23.4	45.3	27.6
<i>SUB-REGION 1</i>	1,979	1.0	7.6	36.9	49.0	5.5
<i>Puerto Barrios</i>	299	3.0	3.0	29.8	55.5	8.7
<i>Morales</i>	964		8.5	41.5	44.9	5.1
<i>Los Amates</i>	716	1.5	8.2	33.7	51.9	4.7
<i>SUB-REGION 2</i>	1,820		0.2	11.5	34.6	53.7
<i>Zacapa</i>	385			1.3	34.3	64.4
<i>Estanzuela</i>	212			2.8	41.5	55.7
<i>Río Hondo</i>	330			3.6	29.7	66.7
<i>Gualán</i>	166			25.3	54.8	19.9
<i>Teculután</i>	216			2.3	42.1	55.6
<i>Uzumatlán</i>	84			1.2	20.2	78.6
<i>Cabañas</i>	145				7.6	92.4
<i>San Diego</i>	46				65.2	34.8
<i>La Unión</i>	213		1.4	65.3	31.4	1.9
<i>Huité</i>	23				21.7	78.3

Localización	Muestras analizadas	DISTRIBUCION PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE pH				
		<4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	>7.3
<i>SUB-REGION 3</i>	1,029		0.5	1.8	57.1	50.6
<i>Chiquimula</i>	144			0.7	38.2	61.1
<i>San José La Arada</i>	12				16.7	83.3
<i>San Juan La Ermita</i>	12			16.7	16.7	66.6
<i>Jocotán</i>	28			7.1	57.1	35.8
<i>Camotán</i>	371			14.6	65.5	19.9
<i>Olopa</i>	120		1.7	61.7	35.8	0.8
<i>Esquipulas</i>	54		7.4	44.4	46.3	1.9
<i>Concepción Las Minas</i>	48			41.7	41.7	16.6
<i>Quezaltepéque</i>	60			6.7	50.0	43.3
<i>San Jacinto</i>	110			0.9	85.4	13.7
<i>Ipala</i>	70			12.9	82.9	4.2

V. CONCLUSIONES

En base a la información disponible, presentada y discutida en el capítulo anterior se concluye en lo siguiente:

- 1. Que los 80,740 muestras de suelos analizadas y estudiadas son representativas únicamente de las actuales áreas agrícolas del país.*
- 2. Que para algunos municipios el número de muestras no es suficiente para concluir exactamente en la condición del municipio con respecto a su pH.*
- 3. De las 80,740 muestras estudiadas se encontró que el 0.30/o corresponde a pH menor de 4.5; el 1.80/o corresponden a la categoría de pH de 4.6 a 5.0; el 28.90/o de 5.1 a 6.0; el 58.50/o de 6.1 a 7.2 y el 10.50/o pH mayor de 7.3, de lo que se puede deducir que la gran mayoría de suelos de Guatemala tienen condiciones ideales en cuanto a su pH.*
- 4. Que los municipios que tienen porcentajes significativos de suelos que pueden presentar problemas en cuanto a su pH, merecen ser estudiados para considerar las enmiendas necesarias para su corrección. De no tomar medidas inmediatas en estos suelos su futuro agrícola será precario.*
- 5. Que las Regiones II y III son las que presentan mayores problemas en cuanto a su pH.*
- 6. De la totalidad de los municipios en que está dividido políticamente el país, solamente de 6 no se tiene información.*

RECOMENDACIONES

1. *Que la presente información se utilice para estudiar las áreas que indican posibles problemas en sus suelos debido a la acidez o alcalinidad.*
2. *En las áreas de suelos ácidos es necesario investigar su corrección por medio de enmiendas de cal, tomando en cuenta la presencia del contenido de Al y Fe.*
3. *En las áreas de suelos alcalinos hacer un estudio de la causa de la alcalinidad para hacer las enmiendas necesarias y otros trabajos de corrección.*
4. *Repetir este estudio con una frecuencia de 4 años, siempre y cuando se tenga suficiente número de muestras, lo que permitirá implementar el presente estudio y además se podrá observar el cambio que pueda ocurrir en el pH de los suelos agrícolas debido a su uso, clima, etc.*
5. *Con la información obtenida en este estudio y la ya existente como la de Brolo (4), se puede elaborar un estudio bastante completo de la fertilidad de los suelos de Guatemala.*

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ALLISON, L. E. et al. *Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Manual de Agricultura No. 60. 172 pp. 1954.*
2. BARBER, S.A. *Liming materials. In PEARSON, R. W. y ADAMS, F. ed. Soil acidity and liming. Madison Wisconsin, American Society of Agronomy. 125 p. 1967.*
3. BORNEMISZA, E. *Conceptos modernos de la acidez del suelo. Turrialba 15 (1): 20-24. 1965.*
4. BROLO, J.C. *Evaluación preliminar del contenido de fósforo y potasio disponibles en los suelos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 47 pp. 1976. (Tesis Ing. Agr.)*
5. CATE, R.B. y VETORI, L. *Ganancias obtenidas por medio del uso de fertilizantes. Datos basados en información obtenida a través de los análisis de suelos. Raleigh Universidad del Estado de Carolina del Norte, Reporte Preliminar No. 1. 17 p.*
6. CHERNOV, V.A. *The nature of soil acidity. Transl. from Russian Madison Wise. Soil Science Society of America. 170 pp. 1964.*
7. COLEMAN, N.T. and CRAIG, D. *The spontaneous alteration or haydrogen clay. Soil Sci, 91:14-18. 1961.*
8. -----, KAMPRATH, E.J. y WEED, S.B. *LIMING. Advances in Agronomy, 10:475-522 p. 1958.*
9. -----, THOMAS, G.W., LE ROUX, F.H. and BRE-DELL, G. *Salt exchangeable and titratable acidity in bontonitesesquioxide mixtures. Soil Sci. Soc. Amer. proc. 28:35-37 p. 1964.*

10. -----, WEED, S.B. y McCracken, R.J. Cation exchange capacity and exchangeable cations in piedmont soil of North Carolina. *Soil Sci. Soc. Amer. proc.* 23:146-149 p. 1959.
11. FASSBENDER, H.W. *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. Turrialba, Costa Rica, IICA/OEA. 398 p. 1975.
12. -----, *Química de suelos*. Turrialba, Costa Rica, IICA/OEA, 221 p. 1968.
13. FIREMAN, M. Permeability measurements on disturbed soil samples. *Soil Sci. Proc.* 58:337-353 p. 1944.
14. FITTS, J.W. et al. *Evaluación de la fertilidad del suelo en América Latina; Análisis de suelo y plantas*. Raleigh, Universidad del Estado de Carolina del Norte, Estación Experimental Agrícola y AID, Bol. Téc. No. 2, 1965.
15. FOY, C.D. Toxic factors in acid soils of the southeastern United States as related to the response of alfalfa to lime. *Prod. Res. Report No. 80 A.R.S., U.S.D.A.* 1964.
16. FALVAO, S.J. y CATE, R.B. Levantamiento de fertilidade de solos do nordeste la aproximacao. Brasil, Ministerio de Agricultura. Escritorio de pesquisas e experimentacao agropecuaria de nordeste (IPEANE). 14. p. 1969.
17. GREENE, H. Fertilizers prospects in Africa. *Transactions 5th. International Congress Soil Science*. El Congo, 146-1974 pp. 1962.
18. JENNY, H. Reflections of the soil acidity merry-ground. *Soil Science Society of America. Proc.* 25:428-432. 1961.
19. KAMPRATH, E.J. *Acidez del suelo y su respuesta al encalado*. Raleigh, Universidad del Estado de Carolina del Norte. Estación Experimental Agrícola y AID, Bol. Téc. N. 4. 1967.

20. KEARNEY, T.H., BRIGGS, L.J. SHANTZ, H.L. and Others. Indicator significance of vegetation in Tooele Valley, Utha. 1936. Jour. Agr. Res. 1:365-417 p.
21. LAROCHE, F.A. A colagen em solos tropicais de clima umido. Fitotecnica Latinoamericana. 1966. 3(1-2):83-97.
22. LIGON, W.S. and PIERRE, W.H. Soluble aluminium studies: II. Minimum concentrations of aluminium found to be toxic to corn, sorghum and barley in culture solutions. Soil Sci. 34:307-317. 1932.
23. MARTINI, J.A. Algunas notas sobre el problema del encalado en los suelos del trópico. Turrialba 18:249-256. 1968.
24. MEHLICH, A. Influence of sorben hidroxil sulfate on neutralization of soil acidity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28:492-496. 1964.
25. MOLINA CASTRO, R. Efecto del encalado sobre las formas y disponibilidad del fósforo en seis suelos de Costa Rica, Centro de Enseñanza e Investigación, 1969. 97 p. (Tesis M.S.)
26. MORRIS, H.D. and PIERRE, W.H. Minimum concentration of manganese necessary for injury to various legumes in culture solutions. Agr. J. 4:107-112. 1949.
27. PAVER, H. and MARSHALL, C.E. The role of aluminium in the reaction of the clay. J. Sec. Chem. Ind. 53: 750-760. 1934.
28. RAGLAND, J.L. and COLEMAN, N.T. The effect of soil solution aluminium and calcium on growth. Soil Sci. Amer. Proc. 23:355-357. 1959.
29. RIOS, M.A. and PEARSON, R.W. The effect of some chemical environmental factors on cotton root behavior. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28:232-235. 1964.
30. RUSSELL, E.J. y RUSSEL, E.W. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. 8a. ed. Trad. por: Gaspar González y González. Madrid, Aguilar, S.A. 771 pp. 1959.

31. SCHWERTMAN, U. and JACKSON, M.L. *Influence of hidroxy aluminium ions on pH titration curves of hidronium-aluminium clays.* Soil Sci. Soc. Americ. Proc. 28:179-182. 1964.
32. SOFIELD, C.S. *The salinity of irrigation water.* Smithsn Inst. Ann Rept. 1936. 1935:275-287.
33. SIGMOND, A.A. J. De. *The alkali soils in Hungay and their reclamation.* Soil Sci. 18:379-381. 1938.
34. THOMAS, G.W. *Forms of aluminum in cation exchangers.* Int. Congr. Soil Sci. Trans 7a. (Madison Wisconsin) 2:364-369. 1960.
35. TRICANICO, S.Á. *A. colagen nos solos do climas tropicais e sub tropicais umidos.* Revista de Agricultura IPiracicaba, Brasil). 37(1):171-179. 1962.
36. VEITCH, F.P. *The estimation of soil acidity and the lime requeriments of soil.* J. Amer. Chem. Soc. 24:1120-1128. 1902.
37. VLAMIS, J. *Acid soils infertility as related to soil solution and solid phase effectss* Soil Sci. 75:383-394. 1953.
38. WADLEICH, C.H. *The integrated soil moisture stress upon a root system in a large contaiwer of sanine.* Soil Sci. 61:225-238. 1946.
39. WRIGHT, K.E. *Plant physiol.* 1943. 18:708 pp.

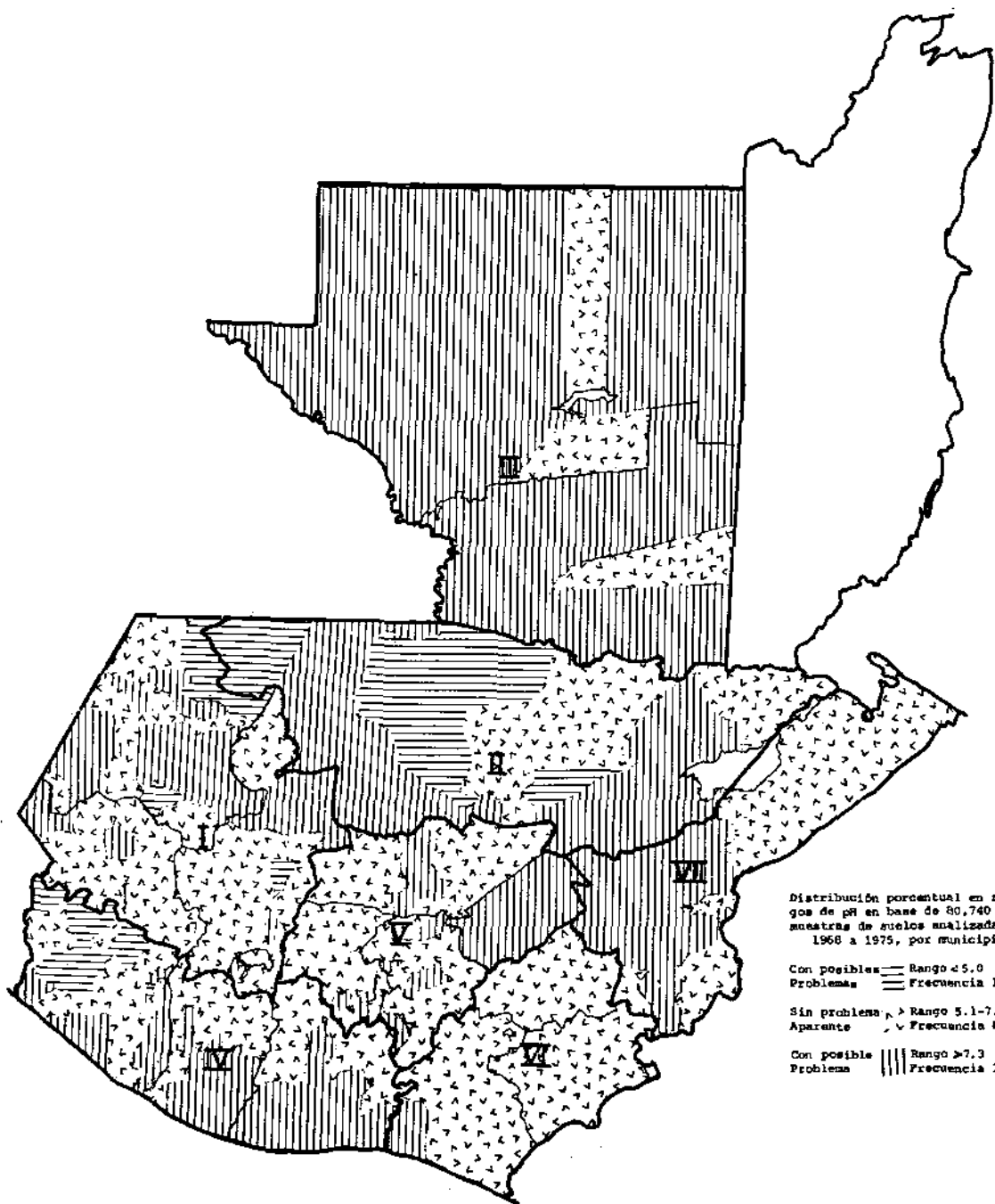
Vo. Bo.

Palmira de Quan
Bibliotecaria

APENDICE

RESUMEN DEL SUMARIO DE pH POR REGION Y SUB-REGION

Localización	Incidencia Porcentual de Cada Categoría de pH					
	Total	4.5	4.6-5.0	5.1-6.0	6.1-7.2	7.3
REGION I	25.1	0.2	1.8	41.4	48.6	7.8
Sub-Región 1	29.8	0.4	2.8	39.2	41.6	16.0
Sub-Región 2	36.8	0.01	0.5	44.4	51.4	3.6
Sub-Región 3	33.3	0.1	2.4	40.0	52.3	5.2
REGION II	4.24	0.7	5.1	47.0	38.2	9.0
Sub-Región 1	20.5	0.1	6.0	44.5	37.7	11.7
Sub-Región 2	48.8	1.3	6.2	58.0	29.9	4.6
Sub-Región 3	30.7	0	0.8	29.4	56.1	13.6
REGION III	0.9	0	0.2	27.6	45.3	26.9
Sub-Región 1	53.5	0	0.5	34.5	39.9	25.1
Sub-Región 2	46.5	0	0	19.6	51.4	29.0
REGION IV	28.9	0.4	2.4	22.2	61.2	13.8
Sub-Región 1	27.9	0.01	0.03	15.9	64.1	20.0
Sub-Región 2	32.8	0	0.04	9.3	71.7	19.0
Sub-Región 3	39.2	1.1	6.1	37.7	50.0	5.1
REGION V	25.2	1.1	0.2	20.6	71.9	7.2
Sub-Región 1	10.9	0	0.4	25.5	63.1	11.0
Sub-Región 2	4.4	0	0	8.5	38.1	53.4
Sub-Región 3	24.4	0.3	0.5	20.2	70.4	8.6
Sub-Región 4	57.2	0	0	20.8	76.9	2.3
REGION VI	9.6	0.5	2.0	34.2	59.6	3.7
Sub-Región 1	33.6	0	0.3	29.2	67.3	3.2
Sub-Región 2	13.1	0.2	0.1	37.6	59.6	2.6
Sub-Región 3	53.3	0.8	3.7	36.5	54.7	4.3
REGION VII	6.0	0.4	3.3	23.4	45.3	27.6
Sub-Región 1	40.9	1.0	7.6	36.9	49.0	5.5
Sub-Región 2	37.7	0	0.2	11.5	34.6	53.7
Sub-Región 3	21.3	0	0.5	1.8	57.1	50.6



IMPRIMASE:

R. Estrada

ING. RODOLFO ESTRADA GONZALEZ
Decano en Funciones

