

01
T(37)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Agronomía

EVALUACION PRELIMINAR DEL CONTENIDO DE
FOSFORO Y POTASIO DISPONIBLES EN LOS
SUELOS DE GUATEMALA



LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Mayo de 1976

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

PdeB, Guate, 14.7.76

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Decano:
Vocal 1o.
Vocal 2o.
Vocal 3o.
Vocal 4o.
Vocal 5o.
Secretario

Ing. Agr. Carlos Estrada Castillo
Ing. Agr. Salvador Castillo
Ing. Agr. Carlos Guillermo Aldana
Br. Julio Romeo Alvarez
P. Agr. Víctor Manuel de León
Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO**

Decano:
Examinador:
Examinador:
Examinador:
Secretario:

Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra
Ing. Agr. Marco Antonio Curley
Ing. Agr. Carlos Estrada Castillo
Ing. Agr. Angel A. Menéndez Flores
Ing. Agr. Oswaldo Porres Grajeda

Rector
Dr. Roberto Valdeavellano

Guatemala, 17 de mayo de 1976

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 intitulado "EVALUACION PRELIMINAR DEL CONTENIDO DE FOSFORO Y POTASIO DISPONIBLES EN LOS SUELOS DE GUATEMALA".

Con el presente trabajo pretendo contribuir al logro de la información básica necesaria para el conocimiento de la fertilidad de los suelos de Guatemala, que puede ser utilizada por técnicos en la Agronomía.

Al presentarlo 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, aprovecho la oportunidad para reiterados las muestras de mi consideración y respeto,

Julio César Brolo Luna

Guatemala, 17 de mayo de 1976

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Carlos Estrada Castillo
SU DESPACHO

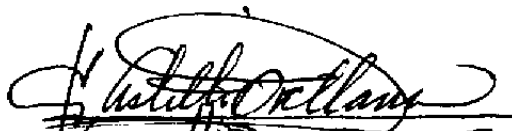
Señor Decano:

Tengo el honor de dirigirme a usted para hacer de su conocimiento, que atendiendo la designación que ese decanato me hiciera, he asesorado al universitario Julio César Brolo Luna en la elaboración de su tesis de grado. Dicho trabajo se titula: "Evaluación Preliminar del Contenido de Fósforo y Potasio Disponibles en los Suelos de Guatemala".

Concluida la asesoría requerida, he de informar finalmente al Señor Decano, que considero el trabajo altamente calificado para merecer la aprobación correspondiente.

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

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Agr. Salvador Castillo
Asesor

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS

A mis Padres:

Julio Brolo Orantes

Estela Luna de Brolo

A mi Esposa:

Miriam Salazar de Brolo

A mis Hijas:

Ana Virginia y

Miriam Regina

A mis familiares y Amigos

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a la Ex-Dirección de Investigación Agrícola y al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas por haberme permitido trabajar directamente en la elaboración de este estudio. A mis compañeros de trabajo, que sin su colaboración no hubiera sido factible realizar este trabajo, en especial a:

Ing. Agr. Aníbal Palencia O.
Ing. Agr. Roberto Díaz-Romeu
Ing. Agr. Jorge González (Q.E.P.D.)
Dr. James L. Walker
Br. Carlos A. Camey
Secretaria Lily C. de Estrada
Secretaria Rosa Rodríguez

A mi Asesor Ing. Agr. Salvador Castillo O., por sus acertadas observaciones y colaboración que me prestó.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION

II. REVISION DE LITERATURA

Análisis de Suelos
Correlación de Métodos Analíticos
Sumarización de Datos Analíticos

III. MATERIALES Y METODOS

Muestreo de Suelos
Preparación de Suelos
Análisis de Suelos
Sumario de las Muestras Analizadas
Levantamiento de la Fertilidad de los Suelos Estudiados

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Sumario de Análisis de Fertilidad

V. CONCLUSIONES

VI. RECOMENDACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA

APENDICE

Resumen del Sumario de Fertilidad de Suelos Agrícolas por Región y Subregión
Mapa de Levantamiento de Fertilidad de P
Mapa de Levantamiento de Fertilidad de K

I INTRODUCCION

La actual preocupación por obtener mayores rendimientos en las cosechas por unidad de área de suelo cultivado, ha despertado el interés en controlar los factores de producción para poder adoptar técnicas que llenen el objetivo que nos preocupa.

En cuanto a la fertilidad y fertilización de los suelos se ha tropezado principalmente con el alza inmoderada de los precios de los fertilizantes, aunque la tendencia a la baja del precio ya es apreciable; a pesar de este último aliciente, existe mayor interés por hacer un uso más racional de los fertilizantes para que su aplicación continúe siendo rentable a los agricultores o bien para que los costos de producción no se incrementen exageradamente. Para dominar esta situación, es necesario conocer y evaluar la fertilidad natural de los suelos agrícolas del país.

Afortunadamente, a la fecha se cuenta con valiosa información que consiste en los datos analíticos de 80,746 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 Agrícolas (ICTA).

El presente estudio está encaminado a hacer un levantamiento y evaluación de la fertilidad de los suelos de Guatemala a nivel de Región y Municipio, para los nutrimentos Fósforo y Potasio. El Nitrógeno, al igual que los anteriores se aplica generalmente al suelo; pero en el presente trabajo de Tesis no será considerado por ser un elemento cuya movilidad y comportamiento en el suelo es diferente al fósforo y potasio.

II REVISION DE LITERATURA

Análisis de Suelos

En el análisis del estado nutricional de un suelo se usan métodos biológicos, micro-biológicos y químicos.

En el uso de métodos químicos se han dado diferentes pasos buscando métodos de análisis adecuados. En primer lugar se trató de encontrar la correlación que existe entre el contenido total de un determinado nutrimento por estudiarse y la producción vegetal (1, 2, 8, 16, 19, 22 y 23).

El propósito básico de la evaluación de la fertilidad de un suelo es el de proveer información del estado nutricional de éste y el de predecir la respuesta relativa a los nutrientes aplicados. El estado nutricional de los suelos cultivados es variables y cambia continuamente debido a la influencia de la adición de fertilizantes, pérdidas de nutrientes asociadas con lixiviación, remoción por el cultivo, y al manejo en general. Por consiguiente, para racionalizar el uso de los fertilizantes, es importante la estimación total del estado actual de la fertilidad del suelo, en el cual se le presta atención adecuada a lo siguiente:

1. Técnicas de muestreo de suelos;
2. Métodos de análisis de suelos;
3. Sistemas para correlacionar los análisis de suelos y las respuestas del cultivo;
4. Modelos para interpretar la respuesta al fertilizante en experimentos de campo; y
5. Procedimientos para preparar recomendaciones de fertilizantes basadas en consideraciones económicamente sólidas (5,28).

Además de estos cinco puntos Fitts y colaboradores (12) agregan los sumarios de análisis de suelos como un sexto punto que también se puede considerar de gran importancia. Hunter y Fitss (15) dicen que el propósito del análisis del suelo es obtener información que pueda usarse para tomar una decisión en el uso de fertilizantes y otras enmiendas de suelo puesto que un agricultor siempre se enfrenta a la decisión de en dónde invertir sus limitados recursos para obtener las mayores utilidades. La interpretación de la información de análisis de suelos en términos de ganancias económicas es otra fase importante de la evaluación de la fertilidad del suelo. Por supuesto, la exactitud de la interpretación económica depende de los datos disponibles. Cate (3) indica que mientras mayor es la investigación disponible, más precisas pueden ser las recomendaciones que se den sobre un análisis de suelos. En este sentido el problema más difícil es la evaluación desde el punto de vista económico, de todos los factores involucrados en el logro de la cosecha para hacer las recomendaciones óptimas.

Al respecto de los análisis de suelos, Palencia (20) indica que este sistema ofrece

considerables ventajas para arribar, con las mayores probabilidades de éxito, a la solución de los problemas que sobre el particular plantea cualquier agricultor, pues por un lado la metodología analítica de laboratorio, además de confiable es sumamente rápida y de bajo costo; y por otro, la necesidad de experiencias en el campo se reduce considerablemente en términos de la cantidad de ensayos requeridos, los cuales por su naturaleza son siempre de un costo elevado.

Correlación de Métodos Analíticos

Al procurar datos para la interpretación de análisis de suelo, se ha adoptado la filosofía de obtener primeramente en el laboratorio cierta información relativa al suelo, y luego comprobar la misma en estudio de macetas. Los datos obtenidos en los estudios de macetas ayudarán en la selección del método analítico adecuado e indicará los niveles críticos de determinado nutriente en el suelo debajo del cual el uso apropiado de un fertilizante compuesto de ese elemento sea beneficioso. El ensayo final con estos niveles críticos ya establecidos deberá ser efectuado en ensayos de campo minuciosamente conducidos (6, 24, 29). Waugh, Cate y Nelson (28), indican que para que un análisis de suelo tenga significado para cualquier nutrimento, éste deberá ser asociado con la disponibilidad de dicho nutrimento para la planta. Se han ensayado diversas técnicas que relacionan los análisis de los resultados, con el crecimiento de las plantas, fluctuando desde intentos directos para extraer químicamente del suelo la misma cantidad que las raíces extraen biológicamente, hasta correlaciones indirectas o empíricas entre los nutrientes extraídos y el crecimiento vegetal. Los métodos indirectos de correlación han resultado ser los medios más prácticos para una evaluación, a pesar de la dificultad de controlar los factores de rendimiento. Palencia (20), indica que el moderno concepto de la evaluación de la fertilidad del suelo, mediante la utilización del equipo de análisis múltiple de suelos, tiene su fundamento en la correlación de métodos analíticos y en el uso de la muestra control. Ambos aspectos son sumamente importantes y deben ser revisados y ajustados constantemente para aumentar la confiabilidad en el proceso de la evaluación de la fertilidad de suelos.

Cate y Nelson (4, 5), presentaron una técnica bastante práctica y sencilla para llevar a cabo correlaciones de los resultados de análisis de suelos con información de la respuesta de las plantas, esta técnica establece un nivel crítico que separa el valor de los análisis de suelos en dos grupos: Suelos con alta probabilidad de una respuesta grande al aplicarse algún fertilizante en particular y suelos con poca probabilidad de respuesta.

Hunter y Fitts (15) indican que para el propósito de analizar y ajustar niveles críticos de acuerdo a las condiciones ambientales de campo, es necesario llevar a cabo una cantidad relativamente grande de ensayos. Por lo tanto, se recomienda que se haga un experimento relativamente sencillo para poder conducir un número mayor de ensayos.

A pesar de la importancia de los estudios de correlación y la facilidad de llevarlos a cabo, Fitts y colaboradores (12) realizaron a partir de junio de 1963 un reconocimiento

del trabajo realizado por los laboratorios de análisis de suelos y plantas de América Latina, en relación a las seis fases que componen un buen programa de análisis de suelo. Encontrando con respecto a la correlación de métodos analíticos que en general no se habían conducido ensayos y demostraciones de campo con el fin de usar los datos para correlacionar pruebas de suelos, y muy pocos estudios de invernadero se habían realizado para este propósito. González (14), Fassbender (9) y Muller (18), después de esta fecha, han realizado en Guatemala y otros países centroamericanos, estudios de correlación a nivel de invernadero; asimismo a nivel de campo se han venido realizando en Guatemala desde 1972 importantes estudios de correlación, principalmente en los cultivos de granos básicos, de acuerdo al informe anual de Nutrición Vegetal de ICTA. Palencia (20), encontró que el Método de Nelson, Mehlich y Winters para análisis de P y K disponibles ofrecen gran confiabilidad en el proceso de evaluación de la fertilidad de los suelos con respecto a estos dos nutrimentos. Encontraron en este mismo estudio el nivel crítico para P y K disponibles para granos básicos en general para P de 7 ug/ml y para K 60 ug/ml.

Sumarización de Datos Analíticos

Los análisis modernos de evaluación de fertilidad de 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 de Guatemala (12).

Fitts y colaboradores (12), 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 justificara 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 (13).

III MATERIALES Y METODOS

Se recopiló la información de 80,746 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 Nutrición Vegetal del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (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 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 (7), que básicamente consiste en tomar muestras compuestas representativas a una profundidad de 20 cm y de áreas homogéneas.

Preparación 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 que mantiene la temperatura a 30° C con circulación de aire, por último fueron tamizadas a 2 mm y homogeneizadas.

Información de las Muestras

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

Análisis de las Muestras

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

Solución Extractora

Para extraer el P y K se usó la solución extractora de Nelson, Mehlich y Winters 0.05N de HCl y 0.025N de H₂SO₄.

La relación suelo-solución extractora fue de 1:5, usando 5 ml de suelo, y 25 ml de solución extractora. El tiempo de agitación para la extracción de los elementos P y K fue de 5 minutos. Para separar el suelo del extracto se usó papel filtro Whatman No. 2.

Determinación de P

Se tomaron 5 ml del extracto, se desarrolló color agregando 2 ml de reactivo "A" y después de 20 minutos se tomó lectura por medio de un espectrofotómetro marca Cenco el cual fue calibrado previamente con soluciones Patrones de 0, 2.5, 5, 10, 15, 20 y 25 ug/ml de P.

Reactivo "A":

- 1o. Disolver 50 gr de Molibdato de Amonio en 1000 ml de H₂O.
- 2o. Disolver 2.50 gr de Metavanadato de Amonio en 1 litro de HNO₃ 1:1.

Mezclar estas dos soluciones usando volúmenes iguales antes de usarse.

Determinación de Potasio

Del extracto del suelo se determinó el K directamente en un fotómetro de llama marca Perkin Elmer modelo 146 el cual fue debidamente calibrado usando soluciones patrones de 0, 50, 100, 150, y 200 ug/ml de K.

Sumario de las Muestras Analizadas

Generalmente este tipo de estudio requiere un procesamiento de datos por medio de computadoras. En este estudio el procesamiento fue manual, agrupando los resultados de las muestras por año en que fueron analizadas, luego por departamento y municipio; además se hizo otra agrupación final de acuerdo a las regiones y sub-regiones en las cuales trabaja el Plan Nacional de Desarrollo Agrícola.

Los resultados analíticos de P y K correspondientes a cada muestra fueron agrupándose en cuatro categorías de acuerdo a los siguientes niveles encontrados:

Categoría

1	P	deficiente,	K	deficiente
2	P	deficiente,	K	adecuado
3	P	adecuado,	K	deficiente
4	P	adecuado,	K	adecuado

Considerando el P deficiente entre 0 y 7 ug/ml, y adecuado >7 ug/ml. El K deficiente entre 0 y 60 ug/ml y adecuado >60 ug/ml. Estos niveles fueron encontrados por el Programa de Nutrición Vegetal de ICTA (19).

Levantamiento de la Fertilidad de los Suelos Estudiados

Se calcularon los porcentajes de deficiencias de P y K correspondientes a cada municipio; por ejemplo para el caso de P se sumaron las casillas del sumario donde el P se encontraba deficiente, o sea la casilla de la categoría (p deficiente, K deficiente) más la de (P deficiente, K adecuado) y para K se sumaron las dos casillas donde se encontraba este nutrimento deficiente. Encontrando estos porcentajes de deficiencias se elaboraron dos mapas donde fueron consideradas las deficiencias de P y K en cinco niveles de porcentajes de deficiencia que fueron de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, y 80-100 por ciento, en relación al número de muestras analizadas. Estos rangos de niveles de deficiencia fueron tomadas de acuerdo a los determinados en otros países como el de Galvao y Cate (13).

IV RESULTADOS Y DISCUSION

En el Sumario adjunto se consignan los resultados de la sumarización de los datos analíticos de las muestras de suelos estudiadas. Dichos resultados se refieren a la distribución porcentual de los casos encontrados para cada una de las cuatro categorías de fertilidad establecidas con respecto a P y K; además se indican los porcentajes de deficiencias encontradas de P y K para cada Región, Subregión y Municipio. Estos porcentajes de deficiencias también se ilustran en los mapas adjuntos.

En el Apéndice se presenta un resumen del Sumario a nivel de Región y Subregión el cual indica que de las 80,746 muestras de suelos consideradas a nivel nacional el 10.0% correspondieron a la categoría de P y K deficientes; el 45.7% a la categoría P deficiente y K adecuado; el 4.4% a la categoría P adecuado y K deficiente y el 39.9% a la categoría P y K adecuados.

La cantidad de muestras estudiadas por municipio fue variable como se puede observar en el Sumario. Es importante señalar que los municipios que cuentan con mayor número de muestras dan una información más precisa y confiable que los que tienen un número menor; por ejemplo, los municipios de Santa Bárbara con 61 muestras, San Juan Atitlán con 5 muestras, Colotenango con 30 muestras, etc., para cuyos casos será necesario acumular más información como lo recomiendan Fitts y colaboradores (12).

En un principio se había planificado el presente estudio para que además de aportar información básica se pudiera usar para dar recomendaciones sobre planes de fertilización de tipo general a nivel de municipio, agrupados en subregiones y regiones pero se tropezó con el problema de que la distribución de los porcentajes de las cuatro categorías estudiadas no permitían la escogencia de una de ellas para dar una sola recomendación por municipio. Para el efecto se consultó con expertos* en la materia quienes estuvieron de acuerdo con esta decisión. A pesar de que este objetivo del estudio fue descartado, la importancia del sumario se puede considerar de gran valor para el conocimiento de la fertilidad de los suelos de Guatemala.

Además como indica Palencia (20), se cuenta con la facilidad del análisis de suelos que debido a su bajo costo y rapidez simplifican la duda del fertilizante a usar y lógicamente con más muestras analizadas en un futuro se acumularán más datos que proveerán mejor información sobre todo para aquellos municipios que no cuentan con un número suficiente de muestras.

* Dr. James L. Walker, Dr. Roberto Cate, Jr. Asesores del Programa Internacional de Fertilidad de Suelos de la Universidad de Carolina del Norte, USA.

CUADRO No. 1 Sumario de Análisis de Fertilidad de Suelos Agrícolas por Regiones, Subregiones y Municipio (Muestras analizadas de 1968 a 1975).

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORÍA DE FERTILIDAD							
		N		P Def.		F y K		o/o Fósforo Deficiente	
		P y K Def.	K Adec.	K Def.	P Adec.	F y K Adecuado	F y K Deficiente	o/o Potasio Deficiente	
REGION I	20,278	11.5	48.0	5.0	5.5	59.5	16.5		
SUBREGION I	6,059	25.7	42.4	6.2	25.7	68.1	31.9		
Huehuetenango	302	19.2	32.8	6.3	41.7	52.0	25.5		
Chiantla	970	23.2	46.0	5.2	25.6	69.2	28.4		
Malacatancito	101	2.0	35.6	2.0	60.4	37.6	4.0		
Guilco	118	11.9	29.7	3.4	55.0	41.6	15.30		
Nenton	116	43.1	39.7	1.7	15.5	82.8	44.8		
San Pedro Necta	250	13.6	58.8	4.4	23.2	72.4	18.0		
Jacaltenango	780	48.6	30.5	6.5	14.4	79.1	55.1		
San Pedro Soloma	247	35.2	42.1	17.4	5.3	77.3	52.6		
Ixtahuacan	301	9.6	27.6	6.3	56.5	37.2	15.9		
Santa Bárbara	61	9.9	31.1	4.9	54.1	41.0	14.8		
La Libertad	206	7.8	28.1	11.2	52.9	35.9	19.0		
La Democracia	218	24.8	28.9	5.0	41.3	53.7	29.8		
San Miguel Acatán	117	26.5	44.4	2.6	26.5	70.9	29.1		
San Rafael La Independencia	43	11.6	16.3	65.1	7.0	27.9	76.7		
Todos Los Santos Cuch.	260	12.7	60.0	3.5	23.8	72.7	16.2		
San Juan Atitán	5	40.0	---	60.0	---	40.0	100.0		
Santa Eulalia	321	45.5	32.7	7.5	14.3	78.2	53.0		
San Mateo Ixtatán	93	31.2	40.9	12.9	15.0	72.1	44.1		
Colotenango	30	26.7	60.0	---	13.3	86.7	26.7		
San Sebastián Huehuetenango	70.	18.6	22.9	15.7	42.8	41.5	34.3		
Tectitán	1	---	100.0	---	---	100.0	0.0		
Concepción	541	22.4	66.4	2.2	9.0	88.8	24.6		
San Juan Ixcay	166	45.2	40.4	8.4	6.0	85.6	53.6		
San Antonio Huista	223	14.0	60.0	2.2	23.8	74.0	16.2		
San Sebastián Coatlán	83	21.7	69.9	---	8.4	91.6	21.7		

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE FERTILIDAD							
		P y K		P		K		P y K	
		Def.	K Def.	P Def.	K Def.	P Adec.	K Adec.	Adecuado	o/o Potasio Deficiente
Aguacatán	240	27.0	36.7	4.6	31.7	63.7	31.6		
San Rafael Petzal	44	20.4	27.3	9.1	43.2	47.7	29.5		
San Gaspar Ixchil	--	--	--	--	--	--	--		
Santiago Chimaltenango	62	17.7	80.7	1.6	--	98.4	19.3		
Santa Ana Huista	90	6.7	35.5	1.1	56.7	42.2	7.8		
SUBREGION 2	7,457	3.2	36.0	6.7	54.1	39.2	9.9		
Quezaltenango	750	1.2	16.1	3.0	79.7	17.3	4.2		
Salcá	212	2.4	38.2	1.9	57.5	40.6	4.3		
Olintepeque	719	1.0	15.8	0.3	82.9	16.8	1.3		
San Carlos Sija	488	4.3	69.9	2.9	22.9	74.2	7.2		
Sibilia	136	1.5	52.2	4.4	41.9	53.7	5.9		
Cabricán	412	1.7	70.1	0.2	28.0	71.8	1.9		
Cajolá	68	--	17.6	1.5	80.9	17.6	1.5		
San Miguel Sigüilá	196	0.6	40.8	2.0	56.6	41.4	2.6		
Ostuncalco	345	1.2	13.3	10.1	75.4	14.5	11.3		
San Mateo	61	--	18.0	--	82.0	18.0	0.0		
Concepción Chiquirichapa	234	--	1.7	25.2	73.1	1.7	25.2		
San Martín Sacatepéquez	215	2.8	2.3	56.7	38.2	5.1	59.5		
Almolonga	476	0.8	3.0	17.4	78.8	3.8	18.2		
Cantel	403	1.7	53.8	0.5	44.0	55.5	2.2		
Huitán	166	0.6	66.9	1.2	31.3	67.5	1.8		
Zunil	98	9.2	36.7	5.1	49.0	45.9	14.3		
San Francisco La Unión	198	7.0	80.8	1.5	10.6	87.8	8.5		
La Esperanza	248	2.8	39.5	0.4	57.3	42.3	3.2		
Palestina de Los Altos	25	12.0	52.0	4.0	32.0	64.0	16.0		
San Marcos	235	5.5	23.4	3.4	67.7	28.9	8.9		
San Pedro Sacatepéquez	206	0.5	34.5	0.5	64.5	35.0	1.0		

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE FERTILIDAD							
		P y K		P Def.		K Def.		P y K	
		Def.		K Adec.				Adecuado	o/o Potasio Deficiente
San Antonio Sacatepéquez	16	31.2		18.8		—		50.0	31.2
Comitancillo	310	4.5		54.5		1.0		40.0	5.5
San Miguel Ixtahuacán	15	—		73.3		—		26.7	0.0
Concepción Tutuapa	18	55.6		44.4		—		—	55.6
Tacaná	86	8.2		58.1		2.3		31.4	10.5
Sibinal	39	30.8		38.4		2.6		28.2	33.4
Tajumulco	16	12.5		56.3		—		31.2	12.5
Tejula	209	4.3		54.1		0.5		41.1	4.8
San Rafael Pie de La Cuesta	181	12.7		23.2		30.4		33.7	43.1
Ixchiguan	81	8.6		50.6		2.5		38.3	11.1
San José Ojetenán	81	8.6		29.7		8.6		53.1	17.2
San Cristóbal Cuch.	37	2.7		29.7		21.6		46.0	24.3
Sipacapa	81	9.8		85.2		2.5		2.5	12.3
Esquipulas Palo Gordo	105	1.0		16.2		10.5		72.3	11.5
Río Blanco	53	—		77.4		—		22.6	0.0
San Lorenzo	238	4.2		47.5		13.4		34.9	17.6
SUBREGION 3	6,762	7.8		66.3		2.0		23.9	9.8
Totonicapán	540	6.3		44.3		2.2		47.2	8.5
San Cristóbal Totonicapán	154	9.1		42.2		5.8		42.9	14.9
San Francisco El Alto	183	3.8		84.7		0.5		11.0	4.3
San Andrés Xecul	92	1.1		25.0		—		73.9	1.1
Momostenango	503	11.0		75.1		1.0		12.9	12.0
Santa María Chiquimula	40	15.0		85.0		—		—	15.0
Santa Lucía La Reforma	2	—		50.0		—		50.0	0.0
San Bartolo	50	2.0		58.0		—		40.0	2.0
Sololá	659	1.1		90.1		0.2		8.6	1.3
San José Chacayá	158	2.0		84.1		—		13.3	2.0

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORÍA DE FERTILIDAD									
		P y K		P Def.		K Def.		P y K		o/o Fósforo	
		Def.		K Adec.		K Def.		Adecuado		deficiente	o/o Potasio deficiente
Santa María Visitación	34	--		85.3		2.9		11.8		85.3	2.9
Santa Lucía Utatlán	691	0.7		77.7		--		21.6		78.4	0.7
Nahualá	57	21.1		71.9		--		7.0		93.0	21.1
Santa Catarina Ixtahuacán	69	--		82.6		1.4		16.0		82.6	1.4
Santa Clara La Laguna	57	1.7		96.6		--		1.7		98.3	1.7
Concepción	19	--		31.6		--		68.4		31.6	0.0
San Andrés Semetabaj	170	--		56.5		--		43.5		56.7	0.0
Panajachel	48	--		6.3		--		93.7		6.3	0.0
Santa Catarina Palopo	3	--		66.7		--		33.3		66.7	0.0
San Antonio Palopo	72	2.8		69.4		1.4		26.4		72.2	4.2
San Lucas Tolimán	317	31.2		40.4		3.5		24.9		71.6	34.7
Santa Cruz La Laguna	--	--		--		--		--		--	--
San Pablo La Laguna	67	--		43.3		1.5		55.2		43.3	1.5
San Marcos La Laguna	11	--		36.4		9.1		54.5		36.4	9.1
San Juan La Laguna	55	--		87.3		--		12.7		87.3	0.0
San Pedro La Laguna	6	16.7		33.3		--		50.0		50.0	16.7
Santiago Atitlán	179	11.7		31.3		24.6		32.4		43.0	36.3
Santa Cruz del Quiché	894	11.2		67.1		0.8		20.9		78.3	12.0
Chiché	283	9.2		77.7		0.7		12.4		86.9	9.9
Chimique	47	17.0		55.4		8.5		19.1		72.4	25.5
Chichicastenango	597	2.7		82.9		0.3		14.1		85.6	3.0
Patzún	47	2.1		80.9		--		17.0		83.0	2.1
San Antonio Ilotenango	169	2.4		73.4		--		24.2		75.8	2.4
San Pedro Jocopilas	107	5.6		37.4		3.7		53.3		43.0	9.3
Cunén	107	34.6		43.0		9.3		13.1		77.6	43.9
San Juan Cotzal	73	31.5		43.8		2.7		21.9		75.3	34.2
Nebaj	64	37.5		48.4		6.3		7.8		85.9	43.8
San Andrés Sajcabajá	5	--		--		--		100.0		0.0	0.0

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE FERTILIDAD							
		P y K		P Def.		P Adec.		P y K	
		Def.		K Adec.	K Def.	K Def.	K Def.	Adecado	o/o Potasio Deficiente
Sacapulas	89	10.0		18.0	12.4	59.6	28.0	22.4	
San Bartolomé	---	---		---	---	---	---	---	
Canilla	44	9.0		45.5	---	45.5	54.5	9.0	
REGION II	3,423	39.6		41.2	8.6	10.6	80.8	48.2	
SUBREGION 1	701	27.0		58.8	3.4	10.8	85.8	30.4	
Barillas	82	35.4		50.0	4.9	9.7	85.4	40.3	
Chajul	59	37.3		50.8	1.7	10.2	88.1	39.0	
Uspantán	560	24.6		60.9	3.4	11.1	85.5	28.0	
SUBREGION 2	1,671	44.0		42.3	6.0	7.7	86.3	50.0	
Cobán	458	50.5		39.5	4.2	5.8	90.0	54.7	
Santa Cruz Verapaz	76	21.1		56.6	3.9	18.4	77.7	25.0	
San Cristobal Verapaz	116	19.0		69.8	2.6	8.6	88.8	21.6	
Tactic	31	12.9		77.4	---	9.7	90.3	12.9	
Tamahú	30	46.7		43.3	3.3	6.7	90.0	50.0	
Tucurú	20	55.0		30.0	5.0	10.0	85.0	70.0	
Senahú	201	63.7		5.5	26.4	4.4	69.2	90.1	
San Pedro Carchá	440	48.4		46.0	1.1	4.5	94.4	49.5	
San Juan Chamelco	74	17.6		46.0	6.7	29.7	63.6	24.3	
Lanquín	11	45.5		27.3	18.2	9.0	72.8	63.7	
Cahabón	155	39.3		47.1	3.9	9.7	86.4	43.2	
Chisec	24	12.5		70.8	4.2	12.5	83.3	16.7	
Chahal	35	40.0		54.2	2.9	2.9	94.2	42.9	

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE FERTILIDAD									
		P y K		P Def.		K Def.		P y K		o/o Fósforo	
		Def.		K Adec.		K Def.		Adecado		Deficiente	Deficiente
SUBREGION 3	1,051	41.1		27.8		16.3		14.8		68.9	57.4
Panzós	356	28.4		18.3		29.4		23.9		46.7	57.8
Livingston	381	63.3		28.9		4.2		3.6		92.2	67.5
El Estor	314	28.7		37.3		15.9		18.1		66.0	44.6
REGION III	802	51.5		28.9		7.2		12.4		80.4	58.7
SUBREGION 1	429	59.9		23.8		7.4		8.9		83.7	67.3
Flores	74	47.3		31.1		10.8		10.8		78.4	58.1
San José	5	20.0		40.0		--		40.0		60.0	20.0
San Benito	23	34.8		65.2		--		--		100.0	34.8
San Andrés	15	73.3		--		26.7		--		73.3	100.0
La Libertad	148	44.6		35.8		9.5		10.1		80.4	54.1
San Francisco	31	87.1		9.7		3.2		--		96.8	90.3
Santa Ana	110	86.4		1.8		4.5		7.3		88.2	90.9
Melchor de Mencos	23	60.9		17.4		--		21.7		78.3	60.9
SUBREGION 2	373	41.8		34.9		6.9		16.4		76.7	48.7
Dolores	53	49.0		20.8		11.3		18.9		69.8	60.3
San Luis	52	36.6		28.8		5.8		28.8		65.4	42.4
Sayaxché	222	34.2		42.8		7.2		15.8		77.0	41.4
Poptún	46	76.0		19.6		2.2		2.2		95.6	78.2
REGION IV	23,343	8.2		37.4		5.0		49.4		45.6	13.2
SUBREGION 1	6,527	6.6		38.5		1.8		53.1		45.1	8.4
Tiquisate	2,871	0.9		11.5		1.0		86.6		12.4	1.9
Mazatenango	481	4.8		64.9		0.8		29.5		69.7	85.6
San Francisco Zapotitlán	102	19.6		17.6		--		12.7		37.2	19.6
San Bernardino	9	--		0.7		--		0.3		0.7	0.0

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORÍA DE FERTILIDAD							
		P y K		P Def.		P y K		o/o Fósforo	
		Det.		K Adec.	K Def.	Adecado		Deficiente	Deficiente
San José El Idolo	193	5.2		70.0	1.0	23.8		75.2	6.2
Santo Domingo Suchitepéquez	647	3.0		32.9	1.5	62.6		35.9	4.5
San Lorenzo	10	—		20.0	—	80.0		20.0	0.0
Samayac	34	17.6		79.4	—	3.0		97.0	17.6
San Pablo, Jocopilas	144	2.8		88.9	2.1	6.2		91.7	4.9
San Antonio Suchitepéquez	424	6.0		81.6	1.4	11.0		87.6	7.4
San Miguel Panam	41	22.0		61.0	2.5	14.5		83.0	24.5
San Gabriel	10	—		50.0	—	50.0		50.0	0.0
Chicacao	327	10.1		61.8	2.1	26.0		71.9	12.2
Patulul	404	6.2		77.7	1.0	15.1		83.9	7.2
Santa Bárbara	400	41.2		39.0	8.3	11.5		80.2	49.5
San Juan Bautista	63	3.2		90.5	—	6.3		73.7	3.2
Santo Tomás La Unión	75	—		84.0	—	16.0		84.0	0.0
Zunilito	57	52.6		22.8	12.3	12.3		75.4	64.9
Pueblo Nuevo	52	21.2		53.8	5.8	19.2		75.0	27.0
Río Bravo	183	10.9		45.4	5.5	38.2		56.3	16.4
SUBREGION 2	7,672	10.9		45.7	2.9	40.5		56.6	13.8
Pochuta	178	4.0		55.0	3.4	37.6		59.0	7.4
Acatenango	200	8.5		57.0	1.5	33.0		65.5	10.0
Yepocapa	320	30.6		38.8	15.6	15.0		69.4	46.2
Escuintla	1,900	11.4		73.1	1.9	13.6		84.5	13.3
Santa Lucía Cotzumalguapa	905	16.1		60.3	3.3	20.3		76.4	19.4
La Democracia	1,151	11.2		37.5	5.2	46.1		48.7	16.4
Siquinalá	238	47.0		47.0	3.0	3.0		94.0	50.0
Masagua	718	7.2		29.1	0.7	63.0		36.3	7.9
La Gomera	919	1.2		10.5	0.2	88.1		11.7	1.4
Guanagazapa	269	10.0		51.7	1.5	36.8		61.7	11.5

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORÍA DE FERTILIDAD							
		P y K		P Def.		K Def.		P y K	
		Def.		K Adec.		P Adec.		Adecuado	
San José	334	---	6.9	1.5	91.6	6.9	1.5	6.9	1.5
Iztapa	85	4.7	12.9	2.4	80.0	17.6	7.1	17.6	7.1
Palín	300	4.3	49.7	1.3	44.7	54.0	5.6	54.0	5.6
San Vicente Pacaya	155	1.9	39.4	4.5	54.2	41.3	6.4	41.3	6.4
SUBREGION 3	9,144	7.3	29.7	8.9	54.1	37.0	16.2	37.0	16.2
El Palmar	323	3.4	13.6	22.3	60.7	17.0	25.7	17.0	25.7
Coatepeque	349	1.7	14.3	4.3	79.7	16.0	6.0	16.0	6.0
Génova	861	8.0	38.4	3.1	50.5	46.4	11.1	46.4	11.1
Flores Costa Cuca	263	0.4	16.3	2.0	81.3	16.7	2.4	16.7	2.4
Cuyotenango	677	13.4	69.3	1.6	15.7	82.7	15.0	82.7	15.0
Retalhuleu	801	7.2	41.6	0.5	50.7	48.8	7.7	48.8	7.7
San Sebastián	117	12.0	66.7	1.7	19.6	78.7	13.7	78.7	13.7
Santa Cruz Mulúa	105	13.4	69.5	---	17.1	82.9	13.4	82.9	13.4
San Martín Zapotitlán	43	---	16.3	---	83.7	16.3	0.0	16.3	0.0
San Felipe	198	10.6	34.9	2.0	52.5	45.5	12.6	45.5	12.6
San Andrés Villa Seca	252	4.4	63.9	0.8	30.9	68.3	5.2	68.3	5.2
Champerico	976	4.0	42.2	0.5	53.3	46.2	4.5	46.2	4.5
Nuevo San Carlos	212	7.6	37.2	7.6	47.6	44.8	15.2	44.8	15.2
El Asintal	342	2.3	13.5	1.8	82.4	15.8	4.1	15.8	4.1
Nuevo Progreso	68	10.3	33.8	14.7	41.2	44.1	25.0	44.1	25.0
El Tumbador	491	17.1	22.6	23.8	36.5	39.7	40.9	39.7	40.9
El Rodeo	134	16.4	15.7	37.3	30.6	32.1	53.7	32.1	53.7
Malacatán	437	12.8	21.1	13.7	52.4	33.9	26.5	33.9	26.5
Catarina	60	5.0	36.7	1.7	56.6	41.7	6.7	41.7	6.7
Ayutla (Tecún Umán)	329	0.3	0.9	---	98.8	1.2	0.3	1.2	0.3
Ocos	324	1.2	1.8	5.9	91.1	3.0	7.1	3.0	7.1
San Pablo	189	21.7	21.7	31.2	25.4	43.4	52.9	43.4	52.9

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE FERTILIDAD					
		P y K Def.	P Def. K Adec.	P Adec. K Def.	P y K Adecuado	o/o Fósforo Deficiente	o/o Potasio Deficiente
El Quetzal	270	8.2	12.2	17.0	62.6	20.4	25.2
La Reforma	278	14.4	15.8	21.6	48.2	30.2	36.0
Pajapita	117	--	5.1	--	94.9	5.1	0.0
Colomba	928	3.0	12.6	24.5	59.9	15.6	27.5
REGION V	20,336	3.8	56.8	2.5	36.9	60.6	6.3
SUBREGION 1	2,230	15.8	38.4	10.9	34.9	54.2	26.7
Zacualpa	71	5.6	52.1	5.6	36.7	57.7	11.2
Joyabaj	153	12.4	50.3	5.2	32.1	62.7	17.6
Salamá	296	24.7	51.0	3.0	21.3	75.7	27.7
San Miguel Chicaj	75	4.0	60.0	--	36.0	64.0	4.0
Rabinal	861	13.5	29.5	19.0	38.0	43.0	32.5
Cubulco	105	33.3	19.0	25.7	22.0	52.3	59.0
Granados	24	8.3	20.8	16.7	54.2	29.0	25.0
El Chol	22	22.5	36.4	4.5	36.9	58.9	27.0
San Jerónimo	461	8.0	38.0	4.8	49.2	46.0	12.8
Purulhá	162	36.4	51.9	2.5	9.2	88.3	38.9
SUBREGION 2	894	7.2	24.3	8.2	60.3	31.5	15.4
El Progreso	87	1.1	15.0	13.8	70.1	16.1	14.9
Morazán	48	8.3	33.3	10.4	48.0	41.6	18.7
San Agustín Acasaguastlán	94	29.8	16.0	8.5	45.7	45.8	38.3
San Cristóbal Acasaguastlán	60	8.3	16.7	--	75.0	25.0	8.3
El Júcaro	186	2.2	1.1	9.1	87.6	3.3	11.3
Sansare	16	--	37.5	6.3	56.2	37.5	6.3
Sanarate	299	3.3	34.8	8.7	53.2	38.1	12.0
San Antonio La Paz	104	12.5	49.0	3.9	34.6	61.5	16.4

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE FERTILIDAD							
		P y K		P Adec.		p y K		o/o Fósforo	
		Def.		K Def.		Adecuado		Deficiente	o/o Potasio Deficiente
SUBREGION 3	5,584	2.5	52.8	1.3	43.4	53.3	3.8		
Guatemala	960	3.6	54.8	1.0	40.6	58.4	4.6		
Santa Catarina Pinula	157	0.6	82.8	0.6	16.0	83.4	1.2		
San José Pinula	599	1.3	76.0	0.7	22.0	77.3	2.0		
San José del Golfo	50	20.0	52.0	--	46.0	72.0	20.0		
Palencia	254	2.0	41.3	0.4	56.3	43.3	2.4		
Chinautla	68	14.7	32.4	4.4	48.5	47.1	19.1		
San Pedro Ayampuc	122	8.2	37.7	9.0	45.1	45.9	17.2		
Mixco	267	0.7	53.9	0.4	45.0	54.6	1.1		
San Pedro Sacatepéquez	93	4.3	68.8	2.2	24.7	73.1	6.5		
San Juan Sacatepéquez	387	1.3	55.8	0.5	42.4	57.1	1.8		
San Raymundo	110	7.3	81.8	--	10.9	89.1	7.3		
Chuarancho	19	5.3	15.8	--	78.9	21.1	5.3		
Fraijanes	201	0.5	78.6	--	20.9	79.1	0.5		
Amatitlán	390	2.8	40.5	1.3	55.4	43.3	4.1		
Villa Nueva	839	1.3	24.3	2.7	71.7	25.6	4.0		
Villa Canales	934	2.5	62.3	0.7	34.5	64.8	3.2		
Petapa	134	3.0	14.9	0.7	81.4	17.9	3.7		
SUBREGION 4	11,628	1.7	64.8	1.1	32.4	66.5	2.8		
Chimaltenango	1,341	1.1	47.3	0.4	51.2	48.4	1.5		
San José Poaquil	531	1.7	70.0	1.9	26.4	71.7	3.6		
San Martín Jilotepeque	3,023	2.2	72.8	0.7	24.3	75.0	2.9		
Comalapa	706	1.4	61.2	0.4	37.0	62.6	1.8		
Santa Apolonia	219	--	63.5	0.5	36.0	63.5	0.5		
Tecpán	951	0.4	74.3	--	25.3	74.7	0.4		
Patzún	909	0.7	83.8	--	15.5	84.5	0.7		

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADAC CATEGORIA DE FERTILIDAD					
		P y K Def.	P Def. K Adec.	P Adec. K Def.	P y K Adecuado	o/o Fósforo Deficiente	o/o Potasio Deficiente
Patricia	478	0.4	70.3	—	29.3	70.7	0.4
Santa Cruz Balanyá	142	—	54.2	1.4	44.4	54.2	1.4
San Andrés Itzapa	313	4.2	59.1	1.3	35.4	63.3	5.5
Parramos	283	1.1	54.4	—	44.5	55.5	1.1
Zaragoza	487	1.4	84.2	0.4	14.0	85.6	1.8
El Tejac	102	—	52.9	—	47.1	52.9	0.0
Antigua	358	3.9	31.0	4.2	60.9	34.9	8.1
Jocotenango	7	—	14.3	—	85.7	14.3	0.0
Pastores	74	—	44.6	—	55.4	44.6	0.0
Sumpango	198	1.5	59.6	4.0	34.9	61.1	5.5
Santo Domingo	13	—	46.2	—	53.8	46.2	0.0
Santiago Sac.	174	—	50.0	0.6	49.4	50.0	0.6
San Bartolomé Milpas Altas	52	—	73.1	—	26.9	73.1	0.0
San Lucas Sac.	403	0.2	67.7	0.2	31.9	67.9	0.4
Santa Lucía Milpas Altas	217	—	64.1	—	35.9	64.1	0.0
Magdalena Milpas Altas	65	—	86.2	—	13.8	86.2	0.0
Santa María de Jesús	114	0.9	78.9	7.0	13.2	79.8	7.9
Ciudad Vieja	91	2.2	15.4	—	82.4	17.6	2.2
San Miguel Dueñas	128	1.6	15.6	7.8	75.0	17.2	9.4
Alotenango	136	30.1	25.7	21.4	22.8	55.8	51.5
San Antonio A. C.	78	5.1	35.9	—	59.0	41.0	5.1
Santa Catarina B.	35	—	71.4	—	28.6	71.4	0.0
REGION VI	7,730	5.8	52.9	1.2	40.1	58.7	7.0
SUBREGION 1	2,600	5.1	51.2	1.6	42.1	56.3	6.7
Jutiapa	545	14.5	72.5	1.8	11.2	87.0	16.3
El Progreso	190	2.1	49.5	2.6	45.8	51.6	4.7
Santa Catarina Mita	246	2.0	81.3	1.5	15.1	83.3	3.6

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE FERTILIDAD							
		Py K		P Adeq.		Py K		o/o Fósforo	
		Def.	K Adeq.	K Def.	K Adeq.	Adecuado	Deficiente	Deficiente	o/o Potasio
Yupiltepec	88	1.1	46.6	--	--	52.3	46.7	1.1	1.1
Atescatempa	95	2.1	43.2	2.1	--	52.6	45.3	4.2	4.2
Jerez	49	4.1	61.2	--	--	34.7	65.3	4.1	4.1
El Adelanto	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Zapotitlán	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Comapa	7	--	--	--	--	100.0	0.0	0.0	0.0
Jalpatagua	486	3.1	31.9	1.4	--	63.6	35.0	4.5	4.5
Conguaco	36	5.6	66.7	--	--	27.7	72.3	5.6	5.6
San José Acatempa	46	--	80.4	--	--	19.6	80.4	0.0	0.0
Quezada	170	5.3	74.7	--	--	20.0	80.0	5.3	5.3
Asunción Mira	517	1.7	17.6	2.5	--	78.2	19.3	4.2	4.2
Agua Blanca	125	3.2	77.6	--	--	19.2	80.2	3.2	3.2
SUBREGION 2	1,011	8.9	54.3	1.7	--	35.1	63.2	10.6	10.6
Jalapa	239	29.3	57.3	0.8	--	12.6	86.6	30.1	30.1
San Pedro Pinula	102	11.8	44.1	10.8	--	33.3	55.9	22.6	22.6
San Luis Jilotepec	35	--	40.0	--	--	60.0	40.0	0.0	0.0
San Manuel Chaparrón	22	13.6	63.7	9.1	--	13.6	77.3	22.7	22.7
San Carlos Alz.	68	--	95.6	--	--	4.4	95.6	0.0	0.0
Monjas	429	1.2	44.0	0.5	--	54.3	45.2	1.7	1.7
Mataquescuintla	116	--	73.3	--	--	26.7	73.3	0.0	0.0
SUBREGION 3	4,119	5.4	53.6	0.8	--	40.2	59.0	6.2	6.2
Moyuta	130	4.6	36.2	0.8	--	58.4	40.8	5.4	5.4
Pasaco	43	--	14.0	--	--	86.0	14.0	0.0	0.0
Cuila	427	4.0	59.0	1.6	--	35.4	63.0	5.6	5.6
Barberena	720	5.6	58.7	1.8	--	33.9	64.3	7.4	7.4

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE FERTILIDAD							
		P y K		P Def.		P y K		o/o Fosforo	
		Def.	Adec.	K Def.	Adec.	Def.	Adec.	Deficiente	Deficiente
Santa Rosa de Lima	160	0.6	46.2	0.6	52.6	46.8	1.2		
Casillas	168	0.6	72.6	---	26.8	73.2	0.6		
San Rafael Las Flores	114	---	53.5	0.9	45.6	53.5	0.9		
Oratorio	121	10.7	43.8	0.8	44.7	54.5	11.5		
San Juan Tecuaco	---	---	---	---	---	---	---		
Chiquimulilla	390	4.9	44.4	0.3	50.4	49.3	5.2		
Taxisco	372	12.9	37.4	1.1	40.6	50.3	14.0		
Santa María Ixtahuacán	35	5.7	51.4	---	42.9	57.1	5.7		
Guazacapán	177	10.7	56.5	---	32.8	67.2	10.7		
Santa Cruz Naranjo	152	5.3	63.2	1.3	30.2	68.5	6.6		
Pueblo Nuevo Viñas	793	4.2	52.7	0.5	42.6	56.9	4.7		
Nueva Santa Rosa	317	5.0	70.7	---	24.3	75.7	5.0		
REGION VII	4,834	18.1	23.3	9.4	49.2	41.4	27.5		
SUBREGION 1	1,979	31.5	17.7	12.6	38.1	49.2	44.1		
Puerto Barrios	299	42.8	21.7	18.7	16.8	64.5	61.5		
Morales	964	20.1	14.9	13.5	51.5	35.0	33.6		
Los Amates	716	42.0	19.8	8.9	29.3	61.8	50.9		
SUBREGION 2	1,820	6.5	25.4	7.7	60.4	31.9	14.2		
Zacapa	385	18.7	22.6	13.2	45.7	41.3	31.9		
Estanzucla	212	2.4	41.0	0.9	55.7	43.4	3.3		
Río Hondo	330	3.0	20.9	11.2	64.9	23.9	14.2		
Gualán	166	7.8	20.5	6.0	65.7	28.3	13.8		
Teculután	216	1.4	16.7	4.2	77.7	18.1	5.6		
Usumatlán	84	---	3.6	3.6	92.8	3.6	3.6		

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORÍA DE FERTILIDAD							
		P y K		P Def.		P y K		o/o Fósforo	
		Def.		K Adec.	K Def.	Adecado		Deficiente	Deficiente
Cabañas	145	--		2.8	11.0	86.2		2.8	11.0
San Diego	46	--		6.5	2.2	91.3		6.5	2.2
La Unión	213	7.5		65.3	4.7	22.5		72.8	12.2
Huité	23	--		4.3	8.7	87.0		4.3	8.7
SUBREGION 3	1,035	13.1		30.3	6.0	50.6		43.4	19.1
Chiquimula	144	2.8		9.7	4.2	83.3		12.5	7.0
San José La Arada	12	--		8.3	8.3	83.4		8.3	8.3
San Juan La Ermita	12	25.0		16.7	8.3	50.0		41.7	33.3
Jocotán	28	7.1		17.9	10.7	64.3		25.0	17.8
Camotán	371	18.6		40.4	5.1	35.9		59.0	23.7
Olopa	120	18.3		56.7	3.3	21.7		75.0	21.6
Esquipulas	54	14.8		44.4	1.9	38.9		59.2	16.7
Concepción Las Minas	48	16.7		18.7	2.1	62.5		35.4	18.8
Quezaltepeque	60	13.3		25.0	10.0	51.7		38.3	23.3
San Jacinto	110	3.5		8.6	12.9	75.0		12.1	16.4
Ipala	70	11.4		22.9	7.1	58.6		34.3	18.5

V CONCLUSIONES

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

1. Las 80,746 muestras de suelos estudiadas son representativas de las áreas agrícolas más importantes del país.
2. De todas las muestras estudiadas el 55.70/o acusaron deficiencias de P y el 14.50/o deficiencia de K, de lo que se deduce en términos generales la importancia del análisis de suelo principalmente en el caso del P, ya que existe la misma probabilidad de encontrar suelos adecuados como deficientes en P.
3. De acuerdo a las cuatro categorías de fertilidad estudiadas, se encontró a nivel nacional, que el 100/o de los suelos correspondieron a la categoría de P y K deficientes; el 45.70/o a la categoría P deficiente y K adecuado; el 4.40/o a la categoría P adecuado y K deficiente y el 39.90/o de la categoría P y K adecuados.
4. A nivel regional la mayor deficiencia de P y K se encontró en las regiones II y III, que es atribuible al material original de estos suelos y el efecto de la alta precipitación.
5. La mayoría de municipios mostraron suelos con alto contenido de K lo que es atribuible a la influencia volcánica sobre estos suelos.
6. La baja deficiencia en P y K encontrada en varios municipios de las regiones I, IV, VI y VII, está relacionada con la fertilidad natural de los suelos y con el efecto residual de la fertilización usada en cultivos de alta rentabilidad.
7. En algunos municipios el bajo número de muestras estudiadas no refleja adecuadamente el estado nutricional de estos suelos.

VI RECOMENDACIONES

1. Que se continúe analizando los suelos que van a recibir un plan de fertilización, principalmente en aquellos municipios donde el número de muestras es limitado y en los que el porcentaje de deficiencia no indique con seguridad un nivel adecuado o deficiente.
2. Que la información disponible en el presente estudio se utilice para determinar los requerimientos de fertilizantes en los suelos de Guatemala a nivel de Región y Subregión y en varios casos para dar planes de fertilización a nivel de finca cuando sea imposible practicar un análisis de suelo.
3. En las áreas donde se encontró marcadas deficiencias de P, estudiar las causas de la poca disponibilidad de este nutrimento, dedicando especial atención a lo siguiente:
 - a. Contenido de Fe y Al.
 - b. Fraccionamiento de P.
 - c. Fijación de P.
 - d. Enmiendas de cal.
4. Correlacionar los datos obtenidos en este estudio con los mapas geológicos y fisiográficos del país.
5. Revisar y ampliar este estudio a un plazo de 3 a 5 años, debido a que en este tiempo, se tendrá mayor información acumulada que será de gran interés.
6. Al llevar a cabo los estudios recomendados anteriormente, será necesario computar la información obtenida con el objetivo de que en un futuro se puedan dar recomendaciones rápidas y eficientes sobre planes de fertilización, por medio de programas IBM.
7. Estos estudios deberán ser efectuados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas y la Facultad de Agronomía pudiendo utilizar colaboradores de otras instituciones del Sector Público Agrícola y el Instituto Geográfico Nacional.

VII BIBLIOGRAFIA

1. BALLERDI, F., MULLER, L. y FASSBENDER, H. W. Estudio del fósforo en suelos de América Central. III Comparación de cinco métodos químicos de análisis de fósforo disponible. En: Turrialba. 18 (4):384-360. 1968.
2. BUCKMAN, H.O. y BRADY, N.C. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por: R. Salord Barceló. Barcelona, UTEHA, 1966. 566 p.
3. CATE, R. B. Minimización de costos por unidad como base para hacer recomendaciones sobre fertilizantes. Raleigh. Universidad del Estado de Carolina del Norte, Agosto 1969. Reporte Preliminar No. 3. 30 p.
4. CATE, R. B. y NELSON, L.A. Un método rápido para correlación de análisis de suelos con ensayos de fertilizantes. Raleigh, Universidad del Estado de Carolina del Norte. Estación Experimental Agrícola y AID, 1965. Bol. Tec. No. 1.
5. CATE, R. B. y NELSON L.A. Un procedimiento estadístico para separar los datos de correlación de análisis de suelos en dos clases. Raleigh. Universidad del Estado de Carolina del Norte, 1971. 11 p. (Material Mimeografiado).
6. CATE, ROBERT B. y NELSON, LARRY A. Un método rápido para correlación de análisis de suelos con ensayos de fertilizantes. Raleigh. Universidad del Estado de Carolina del Norte, Estación Experimental Agrícola y AID, 1965. Bol. Tec. No. 1.
7. 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, Marzo 1968. Reporte Preliminar No. 17 p.
8. FASSBENDER. Química de suelos. Turrialba, Costa Rica, IICA/OEA, 1968. 221 p.
9. FASSBENDER, H. W. Estudio del fósforo en América central IV. Capacidad de fijación de fósforo y su relación con características edáficas. En: Turrialba, 19(4):497-507. 1969.
10. FASSBENDER, H.W. La disorción de fósforo en suelos fuertemente ácidos y su evaluación usando la Isotermia de Langmuir. Separado de Fitotecnia Latinoamericana 3: (1-2): 203-216. 1966.
11. FASSBENDER, H.W., MULLER, L. y BALLERDI, F. Estudios del fósforo en suelos de América central II. Formas y su relación con las plantas. En: Turrialba, 18(4):333-347. 1968.

12. 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, 1965. Bol. Tec. No. 2.
13. GALVAO, S.J. y CATE, R.B. Levantamento da fertilidade de solos do nordeste 1a. aproximacao. Brasil, Ministerio de Agricultura. Escritorio de Pesquisas e experimentacao agropecuaria do nordeste (IPEANE). 1969. 14 p.
14. GONZALEZ, J. A. Evaluación de fijación y disponibilidad del fósforo en 14 series de suelos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1970. 31 p. (Tesis Ing. Agr.).
15. HUNTER, A.H. y FITTS, J.W. Estudio de interpretación de análisis de suelos: ensayos de campo. Raleigh, Universidad del Estado de Carolina del Norte, Estación Experimental Agrícola y AID, 1969. Bol. Tec. No. 5
16. JACKSON, M.L. Análisis químico de suelos. Trad. por: José Beltrán Martínez. Barcelona, Ediciones Omega S.A. 1964. 662 p.
17. MARTINI, J.A. Guía para la investigación en el abonamiento del frijol para el PCCMCA. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica. Centro de Enseñanza e Investigación. 1968.
18. MULLER, L. et al. Estudios del fósforo en américa central I. Ubicación, características físicas y químicas de los suelos estudiados. En: Turrialba, 18(4):319-332. 1968.
19. MUYSHONDT, M. y CORDON, J.A. Importancia e interpretación del análisis de suelos. San Salvador, El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. 1969.
20. PALENCIA, J.A. Programa de Nutrición Vegetal, Memoria Anual 1973 Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) Junio 1974. 71 p.
21. SIMMONS, C.S., TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional y Ministerio de Educación Pública, Editorial "José de Pineda Ibarra", 1959. 1,000. p.
22. THOMPSON, L.M. El suelo y su fertilidad. Trad. por: Ricardo Clara Campubí. Barcelona, Editorial Reverté, S.A. 1962. 407 p.
23. TISDALE, S.L. y NELSON, L.W. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. por: Jorge Balash y Carmen Piña. Barcelona, MONTANER y SIMON, S.A., 1970. 769 p.

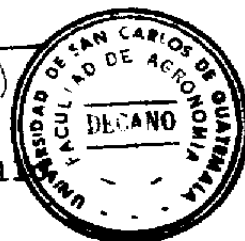
24. VELA M.R. Correlación de análisis para fósforo en seis suelos cañeros de la región de Córdoba en el Estado de Veracruz. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados, Escuela Nac. de Agricultura. 1967. 53 p. (Tesis Pag. Sc.).
25. VIEIRA, L.S. y BORNEMIZA, E. Categorías de fósforo en los principales grandes grupos de suelos en la amazonia de Brasil. Turrialba, 18(3):242:248. 1968.
26. VLADIMIR, I. El uso eficaz de los fertilizantes. Roma-FAO, 1959. Estudios Agropecuarios No. 9.
27. WAUGH, D.L. y CATE, R.B. Formas sistemáticas para el procesamiento y reportaje manual o mecanizado de información recaudada para su uso en programas de evaluación y mejoramiento de la fertilidad de los suelos. Raleigh, Universidad del Estado de Carolina del Norte. Reporte Preliminar No. 2, Dic. 1968. 18 p.
28. WAUGH, D.L. y CATE, R.B. Modelos discontinuos para una rápida correlación, interpretación y utilización de los datos de análisis de suelos y las respuestas a los fertilizantes. Carolina del Norte, Universidad, Estación Experimental Agrícola y AID. Bol. Tec. No. 7. 1973.
29. WAUGH, D.L. y FITTS, J.W. Estudio e interpretación de análisis de suelos. Laboratorio maceta. Carolina del Norte, Universidad, Estación Experimental Agrícola y AID, 1966. Bol. Tec. No. 3.

Vo.Bo.

Bibliotecaria

IMPRIMASE:

Ing. Agr. Carlos F. Estrada Castill
Decano



APENDICE

Resumen del Sumario de Fertilidad de Suelos Agrícolas por Región y Sub-región

Localización	Total de muestras analizadas	INCIDENCIA PORCENTUAL DE CADA CATEGORIA DE FERTILIDAD						o/o Potasio Deficiente	
		P y K Def.	P Def. K Adec.	P Adec. K Def.	P y K Adec.	o/o Fósforo Deficiente			
REGION I	20,278	11.5	48.0	5.0	5.5	59.5		16.5	
Sub-región 1	6,059	25.7	42.4	6.2	25.7	68.1		31.9	
Sub-región 2	7,457	3.2	36.0	6.7	54.1	39.2		9.9	
Sub-región 3	6,762	7.8	66.3	2.0	23.9	74.1		9.8	
REGION II	3,423	39.6	41.2	8.6	10.6	80.5		48.2	
Sub-región 1	701	27.0	58.8	3.4	10.8	85.8		30.4	
Sub-región 2	1,671	44.0	42.3	6.0	7.7	86.3		50.0	
Sub-región 3	1,051	41.1	27.8	16.3	14.8	68.9		57.4	
REGION III	802	51.5	28.9	7.2	12.4	80.4		58.7	
Sub-región 1	429	59.9	23.8	7.4	8.9	83.7		67.3	
Sub-región 2	373	41.8	34.9	6.9	16.4	76.7		48.7	
REGION IV	23,343	1.2	37.4	5.0	49.4	45.6		13.2	
Sub-región 1	6,527	6.6	38.5	1.8	1.8	53.1		8.4	
Sub-región 2	7,672	10.9	45.7	2.9	40.5	56.6		13.8	
Sub-región 3	9,144	7.3	29.7	8.9	54.1	37.0		16.2	
REGION V	20,336	3.8	56.8	2.5	36.9	60.6		6.3	
Sub-región 1	2,230	15.8	38.4	10.9	34.9	54.2		26.7	
Sub-región 2	894	7.2	24.3	8.2	60.3	31.5		15.4	
Sub-región 3	5,584	2.5	52.8	1.3	43.4	55.3		3.8	
Sub-región 4	11,628	1.7	64.8	1.1	32.4	66.5		2.8	
REGION VI	7,730	5.8	52.9	1.2	40.1	58.7		7.0	
Sub-región 1	2,600	5.1	51.2	1.6	42.1	56.3		6.7	
Sub-región 2	1,011	8.9	54.3	1.7	35.1	63.2		10.6	
Sub-región 3	4,119	5.4	53.6	0.8	40.2	59.0		6.2	
REGION VII	4,834	18.1	23.3	9.4	49.2	41.4		27.5	
Sub-región 1	1,979	31.5	17.7	12.6	38.1	49.2		44.1	
Sub-región 2	1,820	6.5	25.4	7.7	60.4	31.9		14.2	
Sub-región 3	1,035	13.1	30.3	6.0	50.6	43.4		19.1	
TOTAL	80,746	10.0	45.7	4.4	39.9	55.7		14.5	