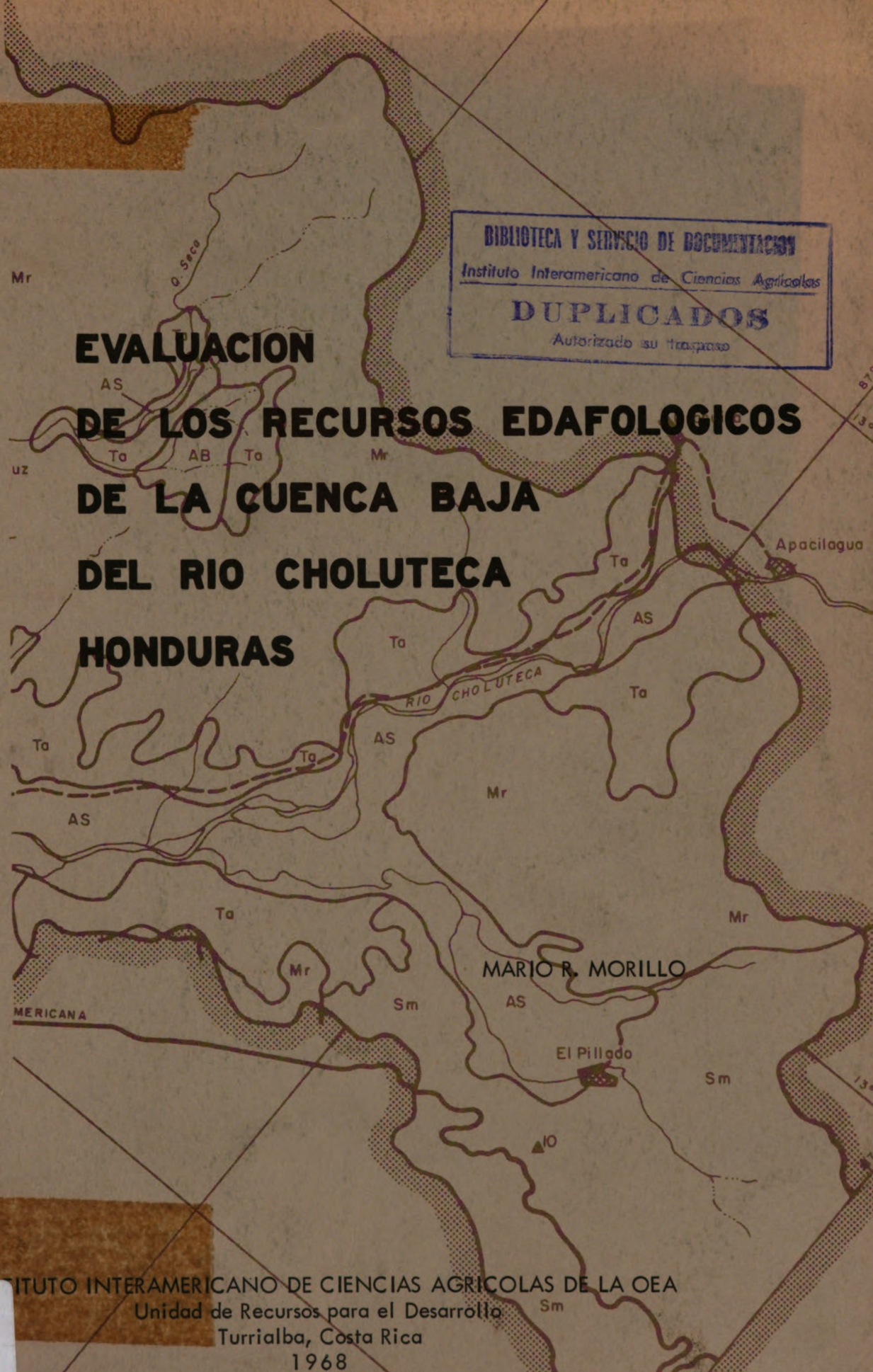


C A
5
CION
NEA No. 52

BIBLIOTECA Y SERVICIO DE DOCUMENTACION
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
DUPLICADOS
Autorizado su traspaso

EVALUACION DE LOS RECURSOS EDAFOLOGICOS DE LA CUENCA BAJA DEL RIO CHOLUTECA HONDURAS



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Unidad de Recursos para el Desarrollo
Turrialba, Costa Rica
1968

1.46 M857e 1968

COPIA 2.02 551.46 M 85te 1968

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA

**Centro de Enseñanza e Investigación
Turrialba, Costa Rica**

Publicación Miscelánea No. 52

**EVALUACION DE LOS RECURSOS EDAFOLOGICOS DE LA CUENCA
BAJA DEL RIO CHOLUTECA, HONDURAS**

por

Mario Ramón Morillo Zúñiga

Mayo 1968

El Ing. Mario R. Morillo, Estudiante Graduado de la Unidad de Recursos para el Desarrollo, recibió para este estudio la colaboración del Dr. Hans W. Fassbender, Químico de Suelos asignado por FAO al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica, dentro del Programa del Fondo Especial de las Naciones Unidas 80.

Esta publicación es un compendio de parte de la tesis de grado presentada por el autor como requisito parcial para obtener su título de *Magister Scientiae* en setiembre de 1967.

ILCA
S 31-497283
M67e

Esta publicación ha sido preparada conforme a los términos del contrato firmado entre el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. (IICA) y la Agencia para el Desarrollo Internacional del Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica.

El IICA tiene su Dirección General en San José, Costa Rica y las Direcciones Regionales para la Zona Andina, Norte y Sur, con sede respectivamente en Lima, Ciudad de Guatemala y Montevideo.

CONTENIDO

	Pág. No.
PREFACIO	
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	1
Los inventarios de recursos físicos	1
Evaluación de la fertilidad de los suelos	1
DESCRIPCION DEL AREA	2
Localización geográfica	2
Clima	2
Geología	4
Relieve	4
Vegetación y uso de la tierra	4
MATERIALES Y METODOS	5
Delimitación del área física	5
Trabajo de campo	5
Análisis del suelo	5
Experimento de invernadero	6
RESULTADOS Y DISCUSIONES	8
Mapa base del área	8
Descripción morfológica de las unidades	8
Análisis de laboratorio	13
Experimento de invernadero	16
CONCLUSIONES	20
RESUMEN	21
LITERATURA CITADA	22
ANEXO:	
Mapa base de la cuenca baja del Río Choluteca, Choluteca, Honduras	
Mapa de suelos de la cuenca baja del Río Choluteca, Choluteca, Honduras	

PREFACIO

El estudio de los suelos viene cobrando cada día mayor impulso en América Latina. Los gobiernos y las instituciones van reconociendo la importancia y las limitaciones de las tierras como sostén y fuente de elementos nutritivos de las plantas para obtener los alimentos y materias primas necesarios para las poblaciones crecientes de los países.

De ello se derivan numerosos programas de desarrollo agrícola. Todos ellos empiezan por la evaluación de los recursos naturales, humanos e institucionales como factores de producción. El estudio de los suelos y su evaluación es así muy importante; su fertilidad indicará la posibilidad y tipo de explotación a iniciarse.

En el presente estudio se estudia y evalúa la potencialidad y limitaciones productivas de los suelos de la cuenca baja del río Choluteca, Honduras. Además de los resultados, directamente aplicados al desarrollo de esa área, se presenta una metodología que puede servir de modelo en otros estudios similares.

H. W. Fassbender

Químico de Suelos Asignado por FAO al IICA
dentro del Programa FENU-80

INTRODUCCION

La planificación del desarrollo de una región requiere el conocimiento adecuado y la evaluación posterior de sus recursos naturales.

Si se acepta la tesis de que la finalidad fundamental del uso de los recursos del suelo, debe ser el mantenimiento del nivel de vida más alto posible para la nación que los posee, se puede decir que éstos constituyen uno de los principales recursos físicos, representando para sus habitantes un "tesoro básico". Si se considera que en la agricultura todos los caminos conducen al suelo, el estudio de estos recursos se reviste aún de mayor importancia en aquellos países donde la mayoría de la población económicamente activa se dedica a faenas agrícolas.

Aún cuando poco es lo que se conoce sobre los suelos hondureños, existe un acuerdo general en calificar a los mismos como factor desfavorable para el trabajo y la vida humana debido a su baja calidad (43).

Considerando que una evaluación de la capacidad productiva de los suelos constituye información muy útil tanto para futuros trabajos conexos de investigación, como para una mejor planificación de las actividades agropecuarias, se ha programado y conducido este trabajo cuya finalidad es la de estudiar y evaluar en sus potencialidades productivas, los suelos de la cuenca baja del Río Choluteca, localizada en la región sur de la República de Honduras. El trabajo se ha planteado en diferentes niveles. En primer lugar, se estudiaron y describieron algunos recursos físicos del área así como los suelos presentes en la cuenca. Considerando las propiedades físicas y químicas del suelo como determinantes en su capacidad para retener y suministrar los nutrimentos a las plantas que crecen en él, se analizaron bajo condiciones de laboratorio y de invernadero, esas características en las diez series de suelos cartografiados en la cuenca de estudio. Dada la magnitud de estos estudios, no se consideraron los subsuelos de dichas series.

REVISION DE LITERATURA

Los Inventarios de Recursos Físicos

El inventario y evaluación de los recursos disponibles es un requisito indispensable para la planificación del desarrollo. Sin esta información básica no se puede encarar un ordenamiento factible de ser realizado exitosamente (47).

Dentro de los recursos físicos, la mayoría de los inventarios contemplan los aspectos del clima, vegetación, geología y fisiografía como información útil complementaria, en cuanto que las recomendaciones de uso para el área en estudio se formulan principalmente en base a la calidad de los suelos inventariados. Estos últimos reciben atención y estudio especial, siendo descritos tanto en sus aspectos pedológicos como en sus capacidades de producción.

Evaluación de la Fertilidad de los Suelos

Se vienen realizando estudios sobre este tópico, desde el momento en que se reconoció que los suelos constituyen la fuente de suministros de los nutrimentos minerales de las plantas (34). En la actualidad, los trabajos de evaluación de la fertilidad de los suelos son considerados como complemento obligatorio del levantamiento pedológico de los predios agrícolas (11).

Los métodos utilizados para determinar las necesidades de fertilizantes de los suelos son numerosos y de naturaleza diversa. Varios autores (13, 31) han presentado revisiones detalladas sobre los mismos, incluyendo entre ellos, la experimentación de campo, la interpretación de síntomas de deficiencias, el análisis foliar y de tejidos, el análisis biológico, los análisis químicos y la experimentación en macetas. De éstos, los dos últimos serán objeto de una exposición más detallada por haber sido utilizados en el presente trabajo.

a. Análisis químico de los suelos

Los trabajos de investigación en sus diferentes líneas, requieren de la caracterización adecuada de los suelos en los cuales se conducen los experimentos, estén estos últimos relacionados o no con los problemas de fertilidad. Además, los sistemas modernos de clasificación echan mano de los datos de laboratorio para la descripción detallada de los perfiles genéticos (45).

Como método para evaluar la fertilidad de los suelos, los primeros esfuerzos fueron encaminados a la determinación de las cantidades totales de los nutrimentos del suelo. Sin embargo, muy pronto se observó que los valores así obtenidos, eran generalmente mayores a las cantidades aprovechables por las plantas, surgiendo así el concepto de la "disponibilidad" y la utilización de soluciones extractoras que se creía retiraban del suelos las mismas cantidades de nutrimentos que las plantas. El desarrollo de estos trabajos ha conducido a los actuales análisis del suelo, que aunque útiles para la recomendación de fertilizantes, están sujetos a ciertas limitaciones (34).

b. Experimentos en macetas

La literatura disponible sobre experimentos en macetas bajo condiciones de invernadero es numerosa. En la bibliografía especializada de Latinoamérica también se han encontrado referencias sobre el empleo de este método en la evaluación de la fertilidad de los suelos, algunas de las cuales se revisan a continuación.

Jenny y colaboradores (25), así como Correa (8), investigando la capacidad de producción de varios suelos colombianos, encontraron que el P era el nutrimento más deficiente, el K no era limitado en la mayoría de los suelos, mientras que el N ocupaba una posición intermedia. Hardy y Harper (17), Hardy y Jordan (18), Hardy y colaboradores (16) y Hardy (14), utilizando el método de experimentos en macetas complementado por análisis químicos, estudiaron la fertilidad de los suelos de Trinidad y el estado de P en los mismos. Recientemente, Hardy y Bazan (15) estudiaron la fertilidad de numerosos suelos de Costa Rica. Gargantini (11), McClung et al. (32, 33), investigando la fertilidad de diversos suelos del Brasil, encontraron que el P era el nutrimento limitante en la mayoría de las series analizadas. Mediante experimentos en macetas y análisis de laboratorio, Igue y Schmidt (23) determinaron la fertilidad de algunos suelos del Brasil, encontrando que la acidez elevada y el bajo contenido en nutrimentos eran responsables de las bajas producciones en los suelos analizados. Blanco et al. (3) investigaron la fertilidad de los suelos del Valle del Río Paraíba, en Brasil revelándose el N como el principal nutrimento limitante de la producción. Estudios sobre la fertilidad de suelos de Chile (7) han demostrado deficiencias marcadas en P y menores en K, mientras que el S ocupó una posición intermedia entre ambos nutrimentos. Estudiando la capacidad de producción de cuatro tipos de suelos de Costa Rica, Flor (9) encontró que el N y el K eran deficientes en todos ellos, mientras que el P se mostraba en niveles adecuados para el desarrollo de las plantas. Müller (36) mediante experimentos en macetas y trabajando con suelos de El Salvador, encontró deficiencias marcadas de azufre.

DESCRIPCION DEL AREA

Localización Geográfica

El área física de la zona de estudio está constituida por la cuenca hidrográfica del Río Choluteca a partir de su confluencia con el Río Orocuina. Esta área se encuentra situada entre los paralelos 13° 00' y 13° 30' latitud Norte y los meridianos 87° 00' y 87° 30' longitud Oeste.

Políticamente pertenece al Departamento de Choluteca y de acuerdo con la división geoeconómica de Honduras, el área se encuentra comprendida dentro de la Zona Choluteca Baja, Sub-región Choluteca de la Región Sur (43).

Clima

El clima de la cuenca es tropical lluvioso y seco (1). Las temperaturas promedio mensuales se mantienen constantemente por arriba de los 25°C, con pequeñas oscilaciones estacionales; la precipitación, aunque variable dentro de la cuenca, alcanza cerca de los 1.600 mm de lluvia anual.

Existen dos estaciones meteorológicas dentro del área en estudio, cuyos registros de temperatura y precipitación aparecen en el Cuadro 1. De acuerdo con estos datos, el promedio anual de temperatura para la Estación de Choluteca, prácticamente en el centro de la cuenca, es de 28,6°C y para la Estación de los Encuentros, al norte de la misma, de 28,7°C. En ambas Estaciones dichas temperaturas son prácticamente estables a lo largo del año, ocurriendo una oscilación máxima de 3,5°C entre la temperatura del mes más cálido (abril) y la del más frío (generalmente octubre), siendo ampliamente superada por las oscilaciones de las temperaturas diarias.

CUADRO I

Datos meteorológicos* para las estaciones de Choluteca y Los Encuentros,
y cálculo de la evapotranspiración potencial

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Agt.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Temperatura promedio (en °C)													
Choluteca	28,4	29,3	30,7	30,8	30,1	27,8	28,4	28,1	27,4	27,3	27,3	27,8	28,6
Los Encuentros	27,4	28,1	28,7	29,4	29,4	28,2	28,8	28,5	29,3	27,9	28,7	28,7	28,7
Precipitación (en mm)													
Choluteca	0	4	10	50	271	381	206	232	418	354	44	6	1.976
Los Encuentros	0	12	5	10	191	129	23	55	186	179	11	2	808
Evapotranspiración potencial** (en mm)													
Choluteca	139	144	151	151	148	137	140	138	135	134	134	137	1.688
Los Encuentros	135	138	141	144	144	139	141	140	144	137	141	141	1.685
Exceso de lluvia (en mm)													
Choluteca	-139	-140	-141	-101	123	244	66	94	283	220	-90	1.131	288
Los Encuentros	-135	-126	-136	-134	47	-10	-118	85	42	42	-130	-139	-887

* Fuente: Honduras. Servicio meteorológico nacional. Almanaque hondureño. 1966.

** Calculada mediante la fórmula de Holdridge, E = 4,91 x ToC.

La precipitación anual que como ya se dijo anteriormente varía dentro de la cuenca, es de 1.976 mm para Choluteca y de 808 mm para los Encuentros. Esta aumenta hasta los 2.200 mm en la zona costanera y disminuye a 600 mm en la parte alta de la cuenca (19). Sin embargo, dichas precipitaciones se distribuyen en toda la cuenca de manera semejante, esto es, a lo largo de una estación lluviosa o invierno que se extiende de mayo a octubre, inclusive, correspondiendo los meses restantes a la estación seca o verano.

Dentro del período lluvioso ocurre una disminución relativa de la precipitación en torno a los meses de julio y agosto (meses de "veranillo"), así como un aumento de la misma en los meses de setiembre y octubre (meses de "temporal"), período en que llega a caer más de 40% de la precipitación anual (ver Climadiagrama de la Figura 1).

Geología

En la carta geológica de Centro América de Robert e Irving (40) la zona montañosa ha sido cartografiada como constituida por rocas piroclásticas y otras rocas volcánicas del Cuaternario reciente o de fines de Terciario. Las colinas más próximas a la costa aparecen como rocas dacíticas piroclásticas del Cuaternario.

Según estos mismos autores, la parte del valle y de la llanura costera están constituidas por rocas sedimentarias del Cuaternario, incluyendo materiales aluviales terrestres y depósitos fluviales y marinos del río y de la costa.

De acuerdo con el informe de la Misión 105 de la Unión Panamericana (43), la composición geológica de la llanura costanera del área en estudio corresponde a viejas terrazas marinas, que han estado expuestas a levantamientos tectónicos desde el período Pleistocénico, así como el depósito de materiales aluviales arrastrados por los ríos.

Los suelos aluviales presentes se formaron a partir de materiales erosionados y transportados por corrientes de agua provenientes de las colinas y de las montañas altas, que se depositaron al disminuir la pendiente a medida que tales corrientes se acercaban al mar, formando los deltas y la llanura costanera (44).

Relieve

En la parte superior de la cuenca se encuentran dos aspectos morfológicos principales: la terraza baja de inundación o vega del río y las faldas de las colinas adyacentes con pendientes hasta de 30% o mayores (44).

En la parte inferior se encuentra la llanura costanera, donde las pendientes fuertes prácticamente desaparecen limitándose a las pequeñas colinas que en forma aislada ocurren en número reducido dentro de dicha llanura. Aquí predominan otros dos aspectos morfológicos: el plano o terraza de inundación y una terraza alta, cerca de 10 a 15 metros arriba de la anterior. La primera es plana, siendo que el único accidente que interrumpe el paisaje lo constituyen los cauces antiguos abandonados del río. La terraza alta, geológicamente más vieja, se extiende desde el límite externo del plano inundable hasta el pie de las colinas que limitan la cuenca; de mayor pendiente que la anterior ha sido más intensamente erosionada por el drenaje superficial lateral del río (44).

Vegetación y Uso de la Tierra

El régimen de temperatura y precipitación anteriormente descrito, la relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación que gira alrededor de la unidad y la altitud de la zona, en su mayor parte abajo de los 500 metros, coloca el área de estudio según el Sistema de Clasificación de las zonas naturales de vida propuesta por Holdridge (21), dentro de la formación bosque seco tropical.

La asociación vegetal presente es un bosque alto, constituido en su mayoría por especies que pierden sus hojas en la estación seca, entre las cuales se encuentran: *Cochlospermum vitifolium*, *Swietenia humilis*, *Cassia grandis*, *Byrsonima crassifolia*, *Enterolobium cyclocarpus* y *Crescentia cujete* (43).

Según el mapa preliminar de Clasificación Forestal del Gobierno de Honduras (20) el área dentro de la cuenca se encuentra actualmente dedicada en su gran mayoría a actividades agropecuarias, predominando el cultivo del algodón, caña de azúcar, maíz y pastos.

MATERIALES Y METODOS

Delimitación del Area Física

Los límites de la cuenca se trazaron sobre hojas topográficas a escala 1:50.000, siguiendo las líneas divisorias de las aguas y trazando los linderos por la cima de las mismas. Se incluyeron todos los afluentes tanto primarios como secundarios, así como la desembocadura y el cauce antiguo del río actualmente abandonados.

El área así delimitada fue reducida fotográficamente a una escala 1:100.000 pasando a constituir en esta forma el mapa base de la cuenca. Para obtener el mapa de suelos de la misma, se transportaron los límites de la cuenca a la "Carta Agrológica de la Costa Sur de Honduras" (43) mediante el uso de un pantógrafo de precisión. La medición de las superficies correspondientes a las distintas unidades de suelos que ocurren dentro de dicha cuenca se realizó mediante el empleo de un planímetro.

Trabajo de Campo

Con la colaboración del personal técnico del Departamento de Suelos del Ministerio de Recursos Naturales de la República de Honduras, se determinaron áreas de muestreo para cada uno de los suelos presentes en la cuenca. Localizadas estas áreas en el terreno, se procedió a seleccionar el lugar de muestreo pasando luego a la descripción de los perfiles, siguiendo las instrucciones del Manual de Levantamiento de Suelos (45). Al mismo tiempo se tomó una muestra de los 15 cm superficiales de los suelos para análisis de laboratorio y ensayo en macetas.

Análisis del Suelo

Las muestras tomadas fueron secadas al aire y pasadas por un tamiz de 2 mm. Se efectuaron por duplicado las siguientes determinaciones:

a. Análisis granulométrico

Se determinó por el método de la pipeta, siguiendo en principio el método de Kilmer y Alexander (27). Se usó la pipeta para las fracciones de arcilla y limo, y se tamizó para la arena gruesa. La arena fina se obtuvo por diferencia, por no contar con el tamiz apropiado.

b. pH en H₂O y en CaCl₂ 0,01 M

Determinado potenciométricamente con electrodo de vidrio, en las relaciones suelo-líquido 1:2,5 y 1:2, respectivamente, según Peech (38).

c. Carbono orgánico

Por oxidación húmeda con dicromato de potasio y ácido sulfúrico y titulación con sulfato de hierro y amonio (Método de Walkley y Black), según Allison (2).

d. Nitrógeno total

Por el método Macro-Kjeldahl Regular, según Bremner (4).

e. Fósforo total

Por digestión de 100 mg de suelo con una mezcla de los ácidos clorhídrico, nítrico y perclórico según Ulrich y colaboradores (42), modificado al no incluir el ácido sulfúrico en la mezcla digestora y posterior determinación del fósforo en el extracto por el método del azul molibdofosfórico, obtenido por reducción con ácido cloroestannoso en sistema sulfúrico (24).

f. Fraccionamiento del fósforo inorgánico

Se siguió el método de Chang y Jackson (6) basado en la solubilidad selectiva en diversos extractores, de las diferentes formas de los fósforos inorgánicos en el suelo.

g. **Capacidad de intercambio catiónico y bases cambiables**

Se siguió el método de Jackson (24) para suelos calcáreos, utilizando Ba Cl₂ TEA 0,2 N a pH 8,2 introduciéndole ligeras modificaciones. Ca, Mg y K cambiables se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica y la capacidad total de intercambio después de desplazar el Ba por Ca y éste por NH₄, midiéndose Ca por el método arriba indicado.

Experimento de Invernadero

a. **Diseño del experimento**

Se utilizó el diseño de parcelas subdivididas, mediante el cual se estudiaron los factores fertilizantes y suelos agrupados en tres bloques o repeticiones y con distribución completamente al azar. La unidad de observación estaba constituida por una maceta con 6 plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum*).

Habiéndose estudiado como se verá más adelante, ocho tratamientos de fertilizantes y diez series de suelos, el número de macetas por bloques o repetición fue 80 y el número total de macetas en el experimento de 240.

El análisis estadístico de los resultados siguió las normas de Gómes (12) y Le Clerg y colaboradores (29).

b. **Tratamientos de fertilización estudiados**

Se siguió el método del elemento faltante o substractivo, introducido por Hardy y Bazan (15) en estudios de fertilidad realizados en el Centro de Enseñanza e Investigación del IICA, en Turrialba.

El ensayo se limitó al estudio individual de los elementos: nitrógeno, fósforo, potasio y azufre; en forma combinada al calcio más el magnesio y a una mezcla de los elementos menores: Hierro, zinc, boro, molibdeno, cobre y manganeso. Esta última mezcla se aplicó en forma adicional al tratamiento NPKS Ca Mg resultando así los ocho tratamientos siguientes:

1.	N P K S Ca Mg	Elementos Mayores
2.	O P K S Ca Mg	Menos N
3.	N O K S Ca Mg	Menos P
4.	N P O S Ca Mg	Menos K
5.	N P K O Ca Mg	Menos S
6.	N P K S O O	Menos Ca Mg
7.	N P K S Ca Mg Fe Zn B Mo Cu Mn	Elementos Mayores y Menores
8.	O O O O O O	Testigo

Para la aplicación de estos nutrimentos en forma de soluciones se procedió de la siguiente manera: de la solución madre y utilizando una pipeta, se trasladó a un vaso de precipitados la cantidad correspondiente (indicadas en el Cuadro 2); se añadieron 50 ml de agua desmineralizada, se agitó manualmente y se regó el suelo en la maceta con la dilución así preparada. En el caso del fósforo, la aplicación fue semejante pero practicada a una profundidad de cinco centímetros de la superficie original del suelo en la maceta.

c. **Conducción del experimento**

La capacidad de las macetas utilizadas era de 1 litro. El fondo de las mismas fue perforado varias veces y cubierto con aproximadamente 150 g de grava diorítica (lavada con H Cl) para facilitar el drenaje.

Una vez realizado el sorteo para determinar el suelo y el tratamiento de fertilizantes que iría en cada maceta, se pesaron 750 g de suelo seco y cernido para cada una de ellas, procediendo luego con la aplicación de las soluciones nutritivas (conjunto de elementos nutritivos suministrados en solución acuosa). Colocada cada maceta sobre un platillo hondo de plástico, se pasó a regarlas tratando de establecer un equilibrio de los nutrimentos dentro de cada maceta.

Cinco días después de la aplicación de las soluciones nutritivas se sembraron 30 semillas de tomate en cada maceta; durante las tres semanas siguientes se ralearon gradualmente las plántulas hasta el número uniforme de seis por maceta.

Durante el período de crecimiento de las plantas se regó invariablemente con agua desmineralizada, tratando siempre de mantener la humedad en el suelo lo más cercana posible a la capacidad de campo.

CUADRO 2

Nutrientos y fuente de los mismos; dosis de aplicación del nutrimento y de la fuente por hectárea y por maceta; composición de las soluciones madres y cantidades aplicadas por maceta

Nutrimento	Fuente del nutrimento	kg/ha	DOSIFICACIONES			SOLUCIONES MADRES	
			Del Nutrimento mg/maceta	kg/ha	De la Fuente mg/maceta	Gramos de la Fuente por litro de solución	Mililitros de solución p/maceta
N	NH ₄ NO ₃	308,0	115,5	880,0	330,0	33,0	10
P	NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	349,1	130,9	1.555,5	583,3	58,3	10
K	KCl	383,1	143,7	730,4	273,9	27,4	10
S	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	134,0	50,3	1.346,5	504,9	50,5	10
Fe	FeC ₆ H ₅ O ₇ ·3H ₂ O	11,5	4,3	61,6	23,1	2,3	10
Mn	MnSO ₄ ·H ₂ O	14,6	5,5	44,8	16,8	1,7	10
Zn	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	5,1	1,9	22,4	8,4	0,8	10
Cu	CuSO ₄ ·5H ₂ O	1,1	0,4	4,5	1,7	0,2	10
B	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	0,1	0,05	4,5	1,7	0,2	10
Mo	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	1,8	0,7	4,5	1,7	0,2	10
Ca	CaCl ₂	500,0	187,5	1.384,6	520,7	52,1	10
Mg	MgCl ₂ ·6H ₂ O	250,0	93,8	2.090,2	783,8	78,4	10

Durante este mismo período se mantuvo una observación constante sobre el grado de desarrollo que iban alcanzando las plantas en cada maceta y sobre los síntomas foliares de deficiencias que presentaban las mismas, efectuándose cada tres semanas una evaluación ocular del estado del experimento.

Las plantas se cosecharon a la edad de siete semanas en bolsas de papel y fueron luego secadas en una estufa de circulación formada a 85°C durante 60 horas, procediendo después con las pesadas para obtener los datos del peso seco.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Mapa Base del Area

Como resultado de la delimitación de la cuenca se obtuvo el mapa base que aparece en el anexo, en donde también se incluye su localización dentro de la República de Honduras.

La superficie total de la misma fue de 677,3 km², correspondiendo aproximadamente al 16% de la extensión del Departamento de Choluteca dentro del cual ella se encuentra.

Descripción Morfológica de las Unidades

En el mapa de suelos del anexo, se observa la distribución de las distintas unidades taxonómicas dentro de la cuenca, la superficie de cada una de ellas y la localización de los sitios de muestreo. En él se puede apreciar que los suelos Mr y Ab son los de distribución más amplia, ocupando conjuntamente más de la mitad del área de la cuenca (31,8% y 19,5%, respectivamente), en cuanto que los suelos AA y Sp son los de distribución más restringida, totalizando entre ambos menos del 3% de la superficie.

Los seis suelos restantes se distribuyen más o menos equitativamente, correspondiendo en promedio cerca de 8% del área para cada uno de ellos.

Las descripciones de los sitios y perfiles muestreados fueron las siguientes:

- a. **Suelos de textura gruesa**, bien drenados, sin diferenciación, desarrollados sobre materiales aluviales (AA).
Sitio No. 1.

Localidad : Aproximadamente a 41 km de la ciudad de Choluteca sobre la carretera a Cedeno, en potrero a la derecha del camino

Relieve y pendiente : Plano; 0 – 2%

Altitud : 5 metros sobre el nivel del mar

Vegetación actual : Pastizal y bosque de segundo crecimiento

Material original : Materiales aluviales

Capa	Profundidad (cm)	Descripción
1	0 – 10	Café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 seco) y café muy oscuro (10YR 2/2 húmedo); arena gruesa; granular, débil, medio; suelto, no adherente, no plástico.
2	10 -- 30	Café grisáceo oscuro (10YR 4/2 seco) y café oscuro (7.5YR 3/2 húmedo); arena gruesa; granular, muy débil, medio; suelto, suelto, no adherente, no plástico.
3	30 50	Café (10YR 5/3 seco) y café oscuro (7.5YR 3/2 húmedo); arena gruesa; granular, muy débil, medio; suelto, suelto, no adherente, no plástico.

Observaciones : Raíces abundantes que penetran hasta los 50 cm de profundidad.

b. **Suelos de textura fina**, bien drenados, sin diferenciación, desarrollados sobre materiales aluviales (AB).
Sitio No. 2.

Localidad : A 1 km de Los Llanos sobre la carretera a Piedra de Agua; a la izquierda del camino.
Relieve y pendiente : Plano; 0 – 2%
Altitud : 10 metros sobre el nivel del mar
Vegetación actual : Pastizal
Material original : Materiales aluviales

Capa	Profundidad (cm)	Descripción
1	0 – 15	Café grisáceo oscuro (10YR 4/2 seco) y café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 húmedo); Franco arcillo arenoso; masivo; duro, firme, ligeramente adherente y ligeramente plástico.
2	15–30	Café (10YR 5/3 seco) y café grisáceo muy oscuro (10YR 3/3 húmedo); franco areno limoso; blocoso sub–angular, débil, fino; ligeramente duro, friable, no adherente, ligeramente plástico.
3	30 – 50	Café grisáceo oscuro (10YR 4/2 seco) y café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 húmedo); limo arcilloso; blocoso sub–angular, débil, medio; ligeramente duro, firme, adherente y plástico.

Observaciones : Raíces abundantes hasta los 30 cm. Presencia de pequeñas moteaduras en las capas 2 y 3. El área está sujeta a inundaciones esporádicas.

c. **Suelos aluviales de textura fina**, mal drenados, sin diferenciación (AM).
Sitio No. 3.

Localidad : A 34 km de la ciudad de Choluteca sobre el desvío a la Isla Ratón y a la izquierda de la vía. Propiedad de la Colonia Buena Vista.
Relieve y pendiente : Plano; 0 – 2%
Altitud : 10 metros sobre el nivel del mar
Vegetación actual : Bosque primario latifoliado
Material original : Materiales aluviales

Capa	Profundidad (cm)	Descripción
1	0 – 20	Café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 húmedo); franco arcilloso; blocoso sub–angular, moderado, medio; friable, ligeramente plástico.
2	20 – 50	Café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 húmedo); franco limoso; blocoso subangular, débil, medio; friable, adherente, ligeramente plástico.
3	50	Café oscuro (7.5 YR 4/4 húmedo); franco limoso; blocoso subangular, débil, medio; friable, adherente, ligeramente plástico.

d. **Choluteca franco arenoso fino**. Suelos mal drenados, desarrollados sobre materiales aluviales depositados bajo aguas poco profundas (Ch).
Sitio No. 4.

Localidad : A 1 km de la nueva Hacienda Colama a la izquierda de la carretera de Choluteca a Marcovia

Relieve y pendiente : Plano; 0 – 2%

Altitud : 25 metros sobre el nivel del mar

Vegetación actual : Pastizal

Material original : Materiales aluviales

Capa	Profundidad (cm)	Descripción
1	0 – 10	Café claro (10YR 6/2 seco) y café grisáceo oscuro (10YR 4/2 húmedo); franco arenoso; granular, débil, fino; duro, suelto, no adherente, no plástico.
2	10 – 25	Café grisáceo claro (10YR 6/2 seco) y café grisáceo oscuro (10YR 4/2 húmedo); franco arcilloso; blocoso subangular, medio, débil; duro, firme, ligeramente adherente y ligeramente plástico.
3	25 – 40	Café grisáceo oscuro (10YR 4/2 seco) y café oscuro (10YR 4/3 húmedo); arcilloso; masivo; muy duro, muy firme, muy adherente y muy plástico.

Observaciones : Raíces muy escasas, que penetran hasta los 30 cm. Durante las lluvias ocurre empozamiento del agua. Las capas 1 y 2 presentan moteaduras pequeñas y numerosas. La capa 2 contiene grava mediana. A partir de los 40 cm hay presencia de rocas en el perfil.

e. **Tapatoca arcilla.** Suelos mal drenados, desarrollados sobre materiales aluviales muy finos depositados bajo agua (Ta).
Sitio No. 5.

Localidad : A 5 km de la Ciudad de Choluteca, sobre la carretera Panamericana a Júcaro Galán y a 800 metros a la izquierda de la vía

Relieve y pendiente : Ondulado; 0 – 4%

Altitud : 50 metros sobre el nivel del mar

Vegetación actual : Pastizal

Material original : Materiales aluviales

Capa	Profundidad (cm)	Descripción
1	0 – 30	Gris oscuro (N 3/seco) y negro (N 2/húmedo); arcilloso; masivo; muy duro, muy adherente y muy plástico.

Observaciones : Raíces escasas que penetran hasta los 10 cm. Hay presencia de rocas tanto en la superficie (menos de 5%) como en la capa 1. También hay formación de grandes grietas que pueden alcanzar hasta 50 cm de profundidad.

f. **Suelos sin diferenciación,** de textura variable, drenaje y forma compleja, desarrollados sobre materiales aluviales (AS).
Sitio No. 6.

Localidad : A 50 metros de la margen izquierda del Río Iztoca y a 100 metros al sur del puente del mismo nombre, en la carretera de Choluteca a Júcaro Galán

Relieve y pendiente : Levemente ondulado; 0 -- 3%

Altitud : 30 metros sobre el nivel del mar
Vegetación acual : Campo de maíz en barbecho y dedicado al pastoreo
Material original : Materiales aluviales

Capa	Profundidad (cm)	Descripción
1	0 – 10	Café grisáceo (10YR 5/2 seco) y café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 húmedo); franco arcillo arenoso fino; granular, débil, fino; ligeramente duro, friable, no adherente y no plástico.
2	10 – 25	Café (7.5YR 4/2 seco) y café oscuro (10YR 3/2 húmedo); areno francoso grueso; granular, débil, fino; suelto, no adherente y no plástico.
3	25 – 40	Café (7.5YR 4/4 seco) y café amarillento oscuro (10YR 4/4 húmedo); franco arcillo arenoso; masivo; suave, friable, ligeramente adherente y ligeramente plástico.
4	40 – 50	Café (7.5YR 4/2 seco) y café oscuro (7.5YR 3/2 húmedo); areno francoso; granular, débil, fino; suelto, suelto, no adherente, no plástico.
5	50	Café (7.5YR 4/2 seco) y café oscuro (7.5YR 3/2 húmedo); franco arcilloso; masivo; suave, friable, ligeramente adherente y ligeramente plástico.

Observaciones : Raíces relativamente abundantes que penetran hasta los 15 cm de profundidad. Presencia de cantos rodados en las dos primeras capas, grava y arena gruesa en la capa 4.

g. Sample franco arenoso. Suelos profundos, desarrollados sobre terrazas arenosas o deltas (Sp). Sitio No. 7.

Localidad : A 5 km de la Ciudad de Choluteca tomando el desvío de la carretera que sirve a la Hacienda Himitos; en la margen izquierda del camino.
Relieve y pendiente : Ondulado; 0 – 5%
Altitud : 50 metros sobre el nivel del mar
Vegetación actual : Bosque espinoso seco de segundo crecimiento
Material original : Materiales aluviales

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0 – 15	Café (10YR 5/3 seco) y café oscuro (7.5YR 3/2 húmedo); arena gruesa; bloco angular, débil, medio; suave, friable, no adherente y no plástico.
A/C	15 – 35	Café (7.5YR 5/4 seco) y café rojizo (5YR 4/3 húmedo); arena franca; granular, débil, medio; suelto, muy friable, no adherente y no plástico.

Observaciones : Raíces abundantes que penetran hasta los 15 cm de profundidad.

h. Moropocay franco limoso. Suelos someros desarrollados sobre materiales máficos (Mr.) Sitio No. 8.

Localidad : Falda norte de la colina conocida por el nombre de El Cerro; a 1,5 km este-sures-te del caserío Los Mangles
Relieve y pendiente : Falda de colina; 15 – 25%

Altitud : 50 metros sobre el nivel del mar
 Vegetación actual : Bosque latifoliado de segundo crecimiento
 Material original : Materiales máficos

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0 – 30	Café grisáceo muy oscuro (10YR 3/2 húmedo); franco arcilloso; granular, moderado, medio; friable, ligeramente adherente y ligeramente plástico
B	30 – 60	Café rojizo oscuro (5YR 3/4 húmedo); arcillo limoso; blocoso subangular, débil, medio; firme, muy adherente y muy plástico
C	60	Café oscuro (7.5YR 4/4 húmedo); franco arcillo limoso; muestra tomada con el barreno por lo que no se determinó la estructura; suelto, adherente y ligeramente plástico.

Observaciones : Raíces abundantes que penetran hasta los 50 cm de profundidad. Gran cantidad de rocas en la superficie del suelo y en el perfil a partir de los 25 cm.

i **Papalon franco arenoso.** Suelos someros, muy pedregosos, desarrollados sobre tobas volcánicas de color claro (Pp).
Sitio No. 9.

Localidad : Falda sur del Cerro Ola. A 19 km de la carretera Choluteca—Cedeño y 700 metros a la derecha de la vía
 Relieve y pendiente : Falda de colina; 30 – 40%
 Altitud : 120 metros sobre el nivel del mar
 Vegetación actual : Pastizal natural
 Material original : Tobas volcánicas

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A/C	0 – 10	Gris (10YR 5/1 seco) y gris muy oscuro (10YR 3/1 húmedo); franco arcillo arenoso; granular, débil, fino; suelto, no adherente y no plástico
C	> 10	Material parental no determinado.

Observaciones : Raíces escasas que penetran hasta los 15 cm de profundidad. Intenso afloramiento rocoso y fuerte pedregosidad en el perfil. Los suelos son superficiales y se presentan en manchas en medio de los afloramientos rocosos, por lo que la muestra tomada abarcó una superficie de casi dos metros cuadrados de área.

j. **Samaria franco limoso.** Suelos someros, desarrollados sobre tobas volcánicas duras de grano grueso y colores claros (Sm).
Sitio No. 10.

Localidad : A 21 km de la Ciudad de Choluteca sobre la carretera a San Marcos; a la izquierda de la vía, en la localidad denominada Galeras
 Relieve y pendiente : Falda de colina fuertemente disectada; 25 – 30%
 Altitud : 380 metros sobre el nivel del mar
 Vegetación actual : Vegetación espinosa y herbácea de segundo crecimiento
 Material original : Toba volcánica

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A ₁₁	0 – 15	Café grisáceo (10YR 5/2 seco) y café muy oscuro (10YR 2/2 húmedo); franco arcilloso, blocoso angular, moderado, medio; duro, friable, ligeramente adherente y ligeramente plástico
A ₁₂	15 – 35	Café rojizo oscuro (5YR 3/3 seco) y café rojizo (2.5 YR 3/4 húmedo); arcillo limoso; blocoso angular, moderado, medio; muy duro, friable, adherente y plástico
R	> 35	Toba volcánica muy meteorizada
Observaciones	: Raíces escasas que penetran hasta los 30 cm. Alta rocosidad, tanto en la superficie como en los primeros 25 cm del perfil.	

Análisis de Laboratorio

Los datos analíticos presentados en el Cuadro 3 revelan gran variabilidad en las características físicas y químicas de las unidades, variabilidad que es el resultado de diferencias principalmente en el grado de meteorización y en el material parental de los mismos.

Los resultados del análisis mecánico muestran que la granulometría de los suelos en sus capas superficiales, se distribuye ampliamente dentro del triángulo de texturas con predominancia de las unidades francas y arenosas. Las series Ta y Sm con 47% y 40% de arcilla presentan las texturas más finas, mientras que las más gruesas corresponden a los suelos Sp y AA con 90% y 96% de arena, respectivamente.

Estas diferencias en la textura unidas a las variaciones en la estructura y consistencia reveladas por las descripciones morfológicas, comunican a los suelos estudiados diferencias en sus propiedades físicas, entre otras: la capacidad de retención de agua, el drenaje y la aeración; por lo tanto, son de esperarse cambios en sus capacidades productivas, independientes hasta cierto grado de las características químicas que puedan presentar. Los valores encontrados para el pH están dentro de los límites considerados adecuados para el buen desarrollo de la mayoría de los cultivos de la zona (31). Si a lo anterior adicionamos el hecho de que el Ca es relativamente abundante dentro del complejo de cambio, sucediendo lo mismo aunque en menor grado con el Mg, se puede decir que el encalado no es una práctica indispensable en estos suelos, con posibles excepciones en las series Sp y AA.

Excluyendo las series Sp y Ch en donde se presentan en niveles bajos,* el contenido de materia orgánica y N total en las restantes unidades es de mediano a alto. La relación C/N próxima a 10 es indicadora de una mineralización adecuada de la materia orgánica en la mayoría de los suelos; se exceptúan las unidades Sm y Pp en donde los valores superiores a 11,6 indican que, no obstante el alto contenido en materia orgánica la mineralización de la misma es muy lenta o se ha detenido y el suelo AM cuya relación de 8,5 señala una mineralización acelerada de la misma (41). La capacidad de intercambio de cationes es baja para los suelos AA, Ch, y Sp y alta en las demás unidades. Esta situación es consecuencia del bajo contenido en materia orgánica y alto porcentaje de arena presentados por los tres suelos arriba mencionados, ya que de acuerdo con Wirklander (48), la arcilla y la materia orgánica son los principales constituyentes del complejo de cambio. Lo anterior explicaría también las correlaciones altamente significativas encontradas entre estas variables (ver Cuadro 4).

El porcentaje de saturación de bases concuerda hasta cierto punto con los grados de meteorización química y de desarrollo, establecidos para los suelos de la cuenca. A medida que la intensidad de meteorización aumenta, el índice de saturación generalmente disminuye (10), de aquí que las series Pp, Sp y Sm presentan los menores porcentajes y las series AB, AS y AM los mayores.

El estudio de las bases cambiables indica que exceptuando el suelo Sp, en las demás el calcio se encuentra presente en niveles adecuados, constituyendo en promedio 85% de las bases cambiables; en las series AS, Mr y especialmente AM, dicho contenido es aún mayor que el valor considerado como alto por el patrón de comparación empleado. Situación semejante a la anterior presenta el K cambiabile: en todas las unidades los contenidos encontrados son de medianos a altos o muy altos, ocurriendo en los suelos AS, AM y AB en cantidad tres veces mayor que la del nivel considerado como adecuado. No sucede lo mismo con el Mg, el cual se presenta en cantidades inferiores al nivel adecuado en las series AM, Ch, Sp y Pp, como también se encuentra en desequilibrio frente al Ca y al K en muchos de los suelos en estudio.

* En la calificación de los resultados obtenidos en el laboratorio, se empleó el patrón de comparación utilizado por Flor I, J.A. (9).

CUADRO 3

Análisis físico y químico de los suelos

Suelos	Análisis Granulométrico (%)				Textura	pH en		Totales %		C/N	CATIONES CAMBIABLES			G.sat. %	Relaciones					
	Arena gruesa fina	II	III	IV		H ₂ O	CaCl ₂	Materia orgánica	C		N	Ca	K		Mg	Suma	Total	Ca/Mg	Mg/K	CaMg/K
	I											meq/100 g de suelo								
SUELOS DESARROLLADOS SOBRE MATERIALES ALUVIALES																				
AA	80,7	16,1	tr.	3,2	A	6,5	5,7	3,4	2,0	0,20	10,0	10,7	0,3	1,4	12,4	24,5	50,6	7,6	4,7	40,4
AB	0,3	54,3	24,0	21,4	F.Ac.A	7,4	6,7	3,3	1,9	0,21	9,1	24,1	1,0	3,2	28,3	44,8	63,3	7,5	3,2	27,3
AM	16,7	20,2	30,3	32,8	F.Ac.	7,5	7,2	5,9	3,4	0,40	8,5	31,9	1,1	2,6	35,6	59,1	60,2	12,6	2,4	31,4
Ch	21,3	57,3	9,6	11,8	F.A.	6,5	5,7	2,6	1,5	0,16	9,4	12,9	0,2	1,3	14,4	27,2	53,0	9,9	6,5	71,0
Ta	7,7	29,5	16,3	46,5	Ac.	6,4	5,9	3,5	2,0	0,19	10,5	25,7	0,4	7,5	33,6	59,0	57,0	3,4	18,8	83,0
AS	23,4	36,9	16,6	23,0	F.Ac.A	6,7	6,6	4,7	2,7	0,26	10,4	26,7	1,2	5,0	32,9	52,8	62,4	5,4	4,2	26,4
Sp	46,4	43,4	1,7	8,6	A	6,1	5,3	2,1	1,2	0,13	9,2	7,9	0,3	0,7	8,9	20,0	44,5	11,3	2,3	28,7
SUELOS DESARROLLADOS SOBRE MATERIALES VOLCANICOS																				
Mr	16,3	15,8	20,6	37,4	F.Ac.	6,5	6,3	6,0	3,5	0,33	10,6	28,7	0,6	5,0	34,3	59,0	58,2	5,7	8,3	51,1
Pp	35,0	33,4	7,9	23,7	F.Ac.A	6,2	5,5	6,7	4,0	0,34	11,8	18,2	0,7	1,1	20,0	45,0	44,4	16,5	1,6	27,6
Sm	10,4	28,2	21,7	39,7	F.Ac.	6,3	5,6	5,3	3,1	0,26	11,9	17,9	0,5	3,1	21,5	50,0	43,1	5,8	6,2	42,0

CUADRO 4

Ecuaciones de regresión y grado de asociación entre características del suelo, de la planta y relaciones suelo-planta

x	y	Ecuación de regresión	r	
pH H ₂ O	pH CaCl ₂	y = - 1,75 +	1,18x	0,910**
pH CaCl ₂	Grado de saturación de bases	y = -11,79 +	10,82x	0,870*
pH CaCl ₂	Capacidad de cambio de cationes	y = -46,70 +	15,02x	0,620**
Materia orgánica	Capacidad de cambio de cationes	y = 15,60 +	6,56x	0,690*
Arcilla	Capacidad de cambio de cationes	y = 19,04 +	1,03x	0,991**
Arcilla	Materia orgánica	y = 2,03 +	0,11x ¹	0,830**
Materia orgánica	N	y = 0,02 +	0,052x	0,928**
Arcilla	N	y = 0,12 +	0,05x ¹	0,705*
N	M. S. (-N) ²	y = - 1,50 +	10,24x	0,880**
Materia orgánica	M. S. (-N) ²	y = - 1,16 +	0,51x	0,804**
Ca/Mg cambiables	M. S. (-CaMg) ²	y = 1,40 +	0,47x	0,704**
N	mg N (-N) ³	y = -11,19 +	86,50x	0,857**
Materia orgánica	mg N (-N) ³	y = - 9,79 +	4,65x	0,781**
mg N (-N) ³	M. S. (-N) ²	y = - 0,088 +	0,11x	0,975**
mg K (-K) ³	M. S. (-K) ²	y = 2,60 +	13,60x	0,721**
mg CaMg (-CaMg) ³	M. S. (-CaMg) ²	y = 0,43 +	4,18x	0,978**
mg Ca (-CaMg) ³	M. S. (-CaMg) ²	y = 0,49 +	4,93x	0,956**
mg Mg (-CaMg) ³	M. X. (-CaMg) ²	y = 0,80 +	0,24x	0,972**

1 No incluye los valores del suelo Ta

2 Producción de materia seca del tratamiento Menos Nutrimiento

3 Contenido del elemento nutritivo en las plantas del tratamiento Menos Nutrimiento

El desbalance a que se alude en el párrafo anterior se hace más evidente al estudiar las relaciones entre los cationes cambiables del suelo. En líneas generales, la relación Ca/Mg es alta y Mg/K baja, indicando un desequilibrio debido al contenido alto de Ca y K y bajo por parte del Mg. Además, en los suelos AS y AM los valores bajos para la relación Ca Mg/K señala la predominancia relativa del K frente a sus antagónicos Ca y Mg.

Las relaciones entre algunas propiedades de los suelos fueron estudiadas a través de análisis de regresión y correlación; los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 4. Se observa que el pH en H₂O (proporción suelo-líquido 1:2) presentó una correlación altamente significativa con el pH a este último; Peech (38) considera que es de esperarse una diferencia de 0,50 entre estas dos lecturas del potencial de hidrógeno. El índice o porcentaje de saturación correlacionó al nivel de significancia del 1% con el grado de acidez de los suelos, en concordancia con los resultados comunicados, entre otros, por Catani y Gallo (5) y por Laroche (28). Las correlaciones significativas encontradas entre la capacidad de intercambio catiónico y el contenido en materia orgánica y arcilla ya fueron discutidas anteriormente, cuando se analizó la capacidad de intercambio catiónico de las unidades de la cuenca. También se encontraron correlaciones significativas entre el contenido de materia orgánica y de N total con el porcentaje de arcilla en los suelos, al igual que entre el N total y el contenido de materia orgánica, relaciones comparables a las encontradas por Pritchett y colaboradores (39) al estudiar el nitrógeno en suelos minerales de Florida.

Experimento de Invernadero

El reconocimiento de fertilidad de los suelos, efectuado a base de experimento en macetas en condiciones de invernadero, pone de manifiesto diferencias notables en la capacidad productiva de las series estudiadas y simultáneamente, revela deficiencias peculiares de nutrimentos dentro de las mismas.

Los resultados del experimento de invernadero y el análisis estadístico de los mismos se presentan en los Cuadros 5 y 6.

El coeficiente de variación para parcelas fue de 22,8% y para subparcelas de 26,8%, ambos inferiores al límite crítico que para muchos autores se encuentra al nivel de 30%, por lo que la precisión del experimento, medida por medio de este parámetro (el coeficiente de variación, C. V.) puede considerarse como aceptable (12).

El análisis de variancia de los datos del peso de la materia seca (Cuadro 6), reveló la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos de fertilizantes, de suelos y en las interacciones entre ambas variables.

Al comparar por la prueba de Tukey* las medias de los tratamientos de fertilizantes en los diez suelos estudiados se observó lo siguiente:

- a. La aplicación del tratamiento Elementos Mayores, resultó en la mayoría de los suelos, en un aumento significativo en el peso de la materia seca comparada con el tratamiento Testigo.
- b. Con el tratamiento Elementos Mayores y Menores no se logró un aumento estadísticamente significativo del peso de la materia seca, en comparación con la producción del tratamiento Elementos Mayores.
- c. En algunos casos se obtuvieron rendimientos más altos en los tratamientos Menos K y Menos Ca Mg, resultando en algunos suelos superiores estadísticamente al obtenido con el tratamiento de Elementos Mayores.
- d. En la mayoría de los suelos, los tratamientos Menos N, Menos P y Menos S, condujeron a una disminución significativa en la producción de materia seca, comparada con la producción del tratamiento Elementos Mayores.

Al comparar por la misma prueba las medias de los tratamientos de suelos en las ocho aplicaciones de fertilizantes se observó que:

- a. Los suelos AM y Pp presentaron el mismo grado de fertilidad entre sí, significativamente mayor al de todos los restantes con excepción del suelo Mr, que aunque inferior al suelo AM no difiere estadísticamente del suelo Pp.
- b. Los suelos AB, Sp, Ta, Ch y Sm presentaron grados de fertilidad estadísticamente iguales entre sí y significativamente menores que la de los restantes que participaron en el ensayo.

* Siempre que no se exprese lo contrario, debe entenderse que toda comparación fue efectuada al nivel de significancias del 1%.

CUADRO 5
Peso de la materia seca de la parte aérea del tomate. Valores promedio en gramos por maceta

SUELOS	FERTILIZANTES							Testigo
	Elementos mayores	Menos N	Menos P	Menos K	Menos S	Menos Ca Mg	Elementos mayores y menores	
AA	4,9	0,4	1,1	5,2	1,9	5,2	3,6	0,5
AB	2,4	0,3	3,9	3,7	2,0	4,2	2,2	0,4
AM	6,6	2,7	8,4	9,9	6,2	9,2	6,2	0,8
Ch	3,3	0,4	0,7	3,4	1,1	2,4	3,4	0,5
Ta	2,4	0,2	1,4	4,1	2,9	2,1	2,3	0,3
AS	3,3	1,6	2,8	6,1	6,0	4,4	3,2	1,0
Sp	3,2	0,4	0,5	2,9	2,1	4,4	3,0	0,4
Mr	6,7	1,6	1,8	7,8	3,1	6,2	6,9	1,3
Pp	8,6	2,7	0,7	9,0	3,6	10,5	6,5	0,8
Sm	2,0	0,3	0,1	3,6	0,8	5,7	1,6	0,5

Valor Δ al nivel de 0,01 para contrastes entre suelos = 2,65
 Valor Δ al nivel de 0,01 para contrastes entre fertilizantes = 2,19

CUADRO 6
Análisis de variación del peso de la materia seca de la parte aérea del tomate

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Desviación estándar
Bloques	2	20,90		
Fertilizantes	7	740,25	105,75	10,28
Error (a)	14	7,69	0,55	0,74
Parcelas	23	768,84		
Suelos de elementos mayores	9	138,58	15,40	3,92
Suelos de Menos N	9	26,76	2,97	1,72
Suelos de Menos P	9	165,98	18,44	4,29
Suelos de Menos K	9	171,58	19,06	4,37
Suelos de Menos S	9	93,32	10,37	3,22
Suelos de Menos Ca Mg	9	192,63	21,40	4,63
Suelos de Elementos Mayores y Menores	9	101,21	11,25	3,35
Suelos de Testigo	9	2,58	0,29	0,54
Error (b)	144	109,64	0,76	0,87
TOTAL	239	1.771,12		

* Significativo al nivel de 0,01
C.V. Para parcelas - 22,8%
C.V. Para sub-parcelas - 26,8%

c. Los suelos AS y AA mostraron grados intermedios de fertilidad entre los extremos descritos anteriormente.

La baja producción de materia seca obtenida con el tratamiento Menos N y el aspecto clorótico mostrado por las plantas del ensayo, ponen en evidencia una de las características generales de los suelos del área: la deficiencia en nitrógeno. Aún cuando el análisis químico mostró contenidos altos de N total y materia orgánica en varias unidades, las producciones en ausencia de este nutrimento fueron iguales a las del tratamiento Testigo. Numerosos estudios también han encontrado que tales análisis no evalúan correctamente el potencial de los suelos en suplir N, mostrándose de poca ayuda en la determinación de prácticas inmediatas de fertilizaciones nitrogenadas (22, 26, 37, 39).

Las respuestas al tratamiento Menos P indica que después del nitrógeno, el fósforo es el elemento más deficiente en los suelos de la cuenca. En las series AA, Ch, Sp, Mr y Pp, el tratamiento Elementos Mayores condujo a producciones de materia seca superiores a las obtenidas con el tratamiento Menos P. Estos datos coinciden con numerosos resultados obtenidos en otros suelos y áreas de América Latina, donde se ha encontrado que el P es un factor limitante de la producción (3, 8, 11, 14, 15, 25, 33). En contraste con el contenido en N y en P de los suelos, los niveles de K presentes se revelaron suficientes para una elevada producción de materia seca, en condiciones de ausencia de este nutrimento en el tratamiento de fertilizantes. Así lo comprueban los rendimientos en peso seco del tratamiento Menos K, que en ningún suelo se mostró inferior al rendimiento del tratamiento Elementos Mayores. Por el contrario, parece ser que en las series AM y AS se encuentra en cantidades excesivas, como lo demuestra el hecho de que con el tratamiento Menos K se obtuvo un aumento significativo sobre el tratamiento Elementos Mayores. El contenido de K cambiable en los suelos mencionados de 1,1 y 1,2 meq/100 g de suelo respectivamente, explican este comportamiento: ambos valores son tres veces superiores al nivel considerado como adecuado por el patrón de comparación usado.

La baja producción de materia seca obtenida con el tratamiento Menos S, revela la deficiencia de este nutrimento en los suelos AA, Ch, Mr y Pp. Lo contrario sucede en la serie AS en donde la ausencia de este elemento condujo a un rendimiento mayor al obtenido con el tratamiento Elementos Mayores. En las unidades restantes, las respuestas de las plantas parecen indicar un nivel adecuado del azufre. Estas condiciones de exceso y deficiencias encontradas, aumentan la necesidad de contar con un método químico para medir el azufre, adaptado a las condiciones de los suelos de la región.

Los elevados rendimientos de materia seca obtenidos con el tratamiento Menos Ca Mg parecen indicar que éstos no constituyen factores limitantes de la producción de los suelos del área. En las unidades AM y SM el tratamiento deficitario llevó a una producción superior a la del tratamiento Elementos Mayores y en las demás series estos tratamientos no difirieron significativamente.

Por haber aplicado en forma combinada al Ca y al Mg no es posible aislar el efecto individual de estos nutrimentos, pero los resultados del análisis químico discutido en párrafos anteriores, parecen indicar un desequilibrio del Mg frente al Ca y al K. De lo que se deduce la necesidad de estudiar por separado el comportamiento del Mg, en futuros ensayos de fertilidad con los suelos de la región.

La aplicación de la mezcla de elementos menores no condujo a un aumento en la producción, cuando fue comparada con la obtenida mediante el tratamiento Elementos Mayores, indicando que el contenido de aquéllos en los suelos es adecuado.

La respuesta a las aplicaciones de fertilizantes encontradas dentro de los suelos estudiados, se presentan en forma resumida en el Cuadro 7. En él se aprecia claramente que los nutrimentos deficientes en la cuenca son en orden descendente de frecuencia: N, P y S. Los demás se presentan a niveles adecuados y en algunos suelos en exceso.

En el Cuadro 4 se encuentran algunas relaciones entre características de un elemento en el suelo y la producción de materia seca en los tratamientos respectivos. Se observa que el N y la materia orgánica correlacionan significativamente con la materia seca del tratamiento Menos Nitrógeno. El K cambiable no correlaciona con la producción de materia seca en el tratamiento Menos K, por el contrario se observa una correlación significativa para Ca/Mg. Por su parte la producción de materia seca en el tratamiento Menos Fósforo correlaciona con los fosfatos solubles en NH_4Cl , fósforo de aluminio y de calcio, indicando la participación de estas formas de P en la nutrición de las plantas. Otros aspectos relacionados a los fosfatos se han estudiado específicamente (35).

CUADRO 7

Estado de los nutrientes en los suelos, según respuesta a los tratamientos de fertilizantes

Suelo	N U T R I M E N T O					
	N	P	K	S	CaMg	M. E.*
AA	--	—	★	—	★	★
AB	★	★	★	★	★	★
AM	—	★	+	★	+	★
Ch	—	—	★	—	★	★
Ta	—	★	★	★	★	★
AS	★	★	+	+	★	★
Sp	—	—	★	★	★	★
Mr	—	—	★	—	★	★
Pp	—	—	★	—	★	★
Sm	★	★	★	★	+	★

- * Elementos Menores
- Deficientes
- ★ Adecuado
- + Exceso

CONCLUSIONES

El reconocimiento de los recursos físicos de la cuenca efectuado en base a la información encontrada en la literatura y los datos ganados a través de observaciones directas en el campo, permiten las conclusiones siguientes:

1. El clima es tropical lluvioso-seco con una temperatura promedio anual superior a los 25°C y una precipitación anual que varía en torno de los 1.600 mm. La estación seca presenta una duración de seis meses, siendo más prolongada en la parte superior de la cuenca, que en la llanura costanera.
2. La formación vegetal presente es el bosque seco tropical con predominancia de especies vegetales caducifolias. En la actualidad, casi la totalidad del área se encuentra dedicada a actividades agropecuarias.
3. Los dos aspectos morfológicos principales lo constituyen las faldas de cerros y las colinas de la parte superior de la cuenca y la llanura costanera; esta última es constituida por el plano o terraza baja de inundación y por una terraza más alta, geológicamente más antigua.
4. Los suelos derivados de rocas sedimentarias del Cuaternario y desarrollados sobre las terrazas y conos aluviales, predominan sobre los suelos de las colinas y faldas de los cerros desarrollados *in situ* a partir de materiales de origen volcánico de fines del Terciario o del Cuaternario reciente.

La evaluación de los resultados de los análisis de laboratorios y del experimento en macetas para determinar la capacidad productiva de las diez series de suelos cartografiados en la cuenca, permiten arribar a las siguientes conclusiones:

- a. La fertilidad natural de los suelos es baja. En algunas series se debe a la pobreza general en nutrientes, en otras unidades a la deficiencia marcada en uno o más de los elementos básicos de la nutrición vegetal — N, P y S — y en otros suelos al desequilibrio con respecto a Ca, Mg y K.

- b. Los suelos Mr, As, Am y Pp se agruparon como las series de mayor fertilidad natural. No obstante, las diferencias no fueron significativas con respecto a las demás series.
- c. La respuesta a la aplicación de fertilizantes fue variable. La efectividad de la misma dependió tanto del suelo en consideración, como de la combinación de nutrimentos aplicados.
- d. El nitrógeno se reveló como el nutrimento más deficiente en los suelos de la cuenca. Solamente las series AB, AS y Sm no respondieron a la fertilización nitrogenada.
- e. Los suelos AA, Ch, Sp, Nr y Pp manifestaron deficiencias en fósforo; por esta razón las plantas indicadoras respondieron significativamente a la aplicación del fertilizante fosfatado.
- f. Los suelos no mostraron deficiencias en K, Ca, Mg y Elementos Menores. En la serie AM la aplicación de K y de CaMg provocaron una disminución de la producción; lo mismo sucedió con el suelo AS al aplicar K y en la unidad Sm al adicionar CaMg.
- g. Los suelos AA, Ch, Mr y Pp mostraron deficiencia de azufre, respondiendo a la aplicación de este nutrimento en el tratamiento de fertilizantes. Por el contrario en la serie AS, la ausencia del S condujo a mayores producciones de materia seca por las plantas indicadoras.

RESUMEN

Por considerar que la base principal para el desarrollo agropecuario de la zona lo constituyeron sus recursos edafológicos, el presente estudio tuvo como objetivo fundamental la evaluación de la capacidad productiva de los suelos de la Cuenca Baja del Río Choluteca, localizada en el Departamento del mismo nombre de la República de Honduras.

Simultáneamente y como objetivo secundario del trabajo, se estudiaron y describieron otros recursos físicos del área, cuyo conocimiento se consideró como información complementaria útil para la planificación del desarrollo de la cuenca.

El trabajo fue programado y ejecutado en cuatro etapas:

1. Trabajo de gabinete, durante el cual se procedió a la recopilación y estudio de la información bibliográfica y cartográfica disponible, a la delimitación del área física de la cuenca y a la determinación de las zonas de muestreo.
2. Trabajo de campo, comprobando y completando la información ganada por medio del trabajo de gabinete, efectuando observaciones y descripciones de los suelos, determinando los sitios de muestreo pasando luego a describir los perfiles y a tomar las muestras de los suelos, necesarias para los trabajos subsiguientes.
3. Trabajo de laboratorio, en el cual los suelos muestreados fueron caracterizados en sus propiedades químicas y físicas.
4. Trabajo de invernadero, durante el cual se procedió a la evaluación de la capacidad productiva de los diferentes suelos de la cuenca, por medio de un ensayo en macetas usando el tomate como planta indicadora.

Se probaron ocho tratamientos de fertilizantes en los cuales intervinieron: N, P, K y S en forma individual, Ca y Mg en forma combinada y una mezcla de los elementos menores: Fe, Zn, B, Mo, Cu y Mn; en la determinación de los tratamientos de fertilizantes a probarse se siguió el método substractivo o del elemento faltante, con ligeras modificaciones; los suelos estudiados corresponden a las diez series cartografiadas en la cuenca en estudio. El diseño experimental empleado fue el de parcelas subdivididas con tres repeticiones de cada tratamiento. Los datos del peso seco de la parte aérea fueron analizados estadísticamente. También se observó el desarrollo de las plantas y la manifestación de síntomas de deficiencia durante el ciclo vegetativo de las mismas.

El clima de la cuenca es tropical, lluvioso, seco, con una temperatura promedio anual superior a los 25°C y una precipitación anual en torno de los 1.600 mm; la evapotranspiración potencial normalmente iguala o supera a

la precipitación, presentando la estación seca una duración de seis meses o mayor. La formación vegetal presente en el bosque seco tropical, con predominancia de especies caducifolias. Se distinguen dos aspectos morfológicos principales: las faldas de cerros y las colinas de la parte superior de la cuenca y la llanura costanera, esta última de mayor potencial agrícola. Los suelos desarrollados sobre terrazas y conos aluviales a partir de rocas sedimentarias del Cuaternario, predominan sobre los suelos desarrollados *in situ* a partir de materiales de origen volcánico de fines del Terciario o del Cuaternario reciente. La fertilidad natural de estos suelos es baja, lo que en algunas series se debe a la pobreza general en nutrimentos, en otras unidades a la deficiencia marcada en uno o más de los nutrimentos N, P y S, mientras que en otros suelos esta situación es consecuencia del desbalance con respecto al Ca, Mg y K. Los suelos Mr, AS, AM y Pp se mostraron como las series con fertilidad natural más alta y con excepción de la unidad AS, fueron quienes respondieron más vigorosamente a la aplicación de fertilizantes. El N constituyó el nutrimento más deficiente en los suelos de la cuenca, siendo seguido en orden de importancia por el P y el S.

LITERATURA CITADA

1. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT. Análisis regional de recursos físicos; Centro América y Panamá. AID/RIC, No. 4. 1965. p. irr.
2. ALLISON, L. E. Organic carbon. In Black, C. A. ed. Methods of soil analysis. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. 1367 – 1400 pp.
3. BLANCO, H. G. et al. Fertilidade de alguns solos de varzea de vale do Paraíba. *Bragantia (Brasil)* 23(6):55–63. 1964.
4. BREMNER, L. M. Total nitrogen. In Black, C. A., ed. Methods of soil analysis. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. v. 2. 1159 – 1176. pp.
5. CATANI, R. A. y GALLO, J. R. Avaliação da exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação de bases. *Revista de Agricultura (Brasil)* 30(1,2,3):49–60. 1955.
6. CHANG, S. C. y JACKSON, M. L. Fractionation of soil phosphorus. *Soil Science* 84(2):133–144. 1957.
7. CHILE. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Exploración de deficiencias nutritivas. In *Segunda Memoria Anual, 1965–1966*. Santiago, 1966. 46–47 pp.
8. CORREA, V. J. Estudio comparativo de la fertilidad de seis series de suelos de Colombia, bajo condiciones de invernadero. *Suelos Ecuatoriales (Colombia)* 1(2):61–98. 1957.
9. FLOR I., J. A. Prueba de la fertilidad de cuatro tipos de suelo de la finca experimental “La Lola”. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963. 94 p. (Mimeografiada).
10. FRANKLIN, W. T. y REISENAUER, H. M. Chemical characteristics of soils related to phosphorus fixation and availability. *Soil Science* 90:192–200. 1960.
11. GARGANTINI, H. Levantamiento de fertilidade de solos da Estação Experimental de Pindamonhangaba. *Bragantia (Brasil)* 17(13):177–193. 1958.
12. GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. Piracicaba, Brasil, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1963. 328 p.
13. GOODALL, D. W. y GREGORY, F. G. Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. *East Mailing Imperial Bureau of Horticulture and Plantation Crops. Technical Communication No. 17*. 1947. 147 p.
14. HARDY, F. Phosphate deficiency in some West Indian soils as revealed by pot test. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 26(7–12):85–92. 1949.
15. _____ y BAZAN, R. Studies in Costa Rican soils I, II, III, IV, V, VI, VII and VIII. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963–1966. (Informes mimeografiados).
16. _____, HARPER, A. S. y CRIPPS, E. G. Assessment of fertility of abnormal soils; B. ferruginous red soils. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 18(12):238–243. 1941.
17. _____ y HARPER, A. S. Assessment of Fertility of Abnormal soils: A. Rendsina or humus carbonate soils. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 18(2):214–221. 1941.
18. _____ y JORDAN, J. W. Soil fertility of some peasant land in Trinidad. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 23(1):12–19. 1946.
19. HONDURAS. SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL. Mapa de isohietas anuales en milímetros. 1966.
20. HONDURAS. MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES. Mapa de clasificación forestal provisional. 1965.

21. HOLDRIDGE, L. R. Mapa ecológico de Honduras. In Unión Panamericana, Informe oficial de la Misión 105 de asistencia técnica directa a Honduras sobre Reforma Agraria y desarrollo agrícola. Washington, 1963. v. 2.
22. HORN, M. E. et al. Chemical properties of the coastal alluvial soils of the Republic of Guinea. *Soil Science Society of America Proceedings* 31(1):108-114. 1967.
23. IGUE, K. y SCHMIDT, N. C. Estudo de fertilidade em solos da serie Pinhao. *Bragantia (Brasil)* 21(41):743-753. 1962.
24. JACKSON, M. L. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliff, Prentice Hall, 1958. 380 p.
25. JENNY, H. et al. Estudio sobre la fertilidad de ocho suelos colombianos. *Boletín Técnico de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*. 1(9):1-16. 1953.
26. JONES, W. W. Nitrogen. In Chapman H. D., ed. *Diagnostic criteria for plants and soils*. University of California, Division of Agriculture Science, 1966. 324-361 pp.
27. KILMER, V. J. y ALEXANDER, L. T. Methods of making mechanical analysis of soils. *Soil Science* 68(1):15-24. 1949.
28. LAROCHE, F. A. Efeitos da calagem sobre o complexo de troca de um latossolo tropical e os teores de cations absorvidos pelo tomate. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 76 p. (Mimeografiado).
29. LE CLERG, E. L., LEONARD, W. H. y CLARK, A. G. *Field plot technique*. Minneapolis, Minnesota Burgers, 1962. 372 p.
30. LOTT, W. L., Mc CLUNG, A. C. y MEDCALF, J. C. Deficiencia de enxofre no cafeeiro. *IBEC Research Institute. Boletín No. 22*. 1960. 23 p.
31. MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola. Adubos e adubação*. São Paulo, Editora Agronómica "Ceres", 1949. 487 p.
32. Mc CLUNG, A. C., FREITAS, L. C. de M. y LOTT, W. L. Analysis of several brazilian soils in relation to plant responses to sulfur. *Soil Science Society of America Proceedings* 23(3):221-224. 1959.
33. _____ et al. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade em solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. *Bragantia (Brasil)* 17(3):29-44. 1958.
34. MILLAR, C. E. *Soil fertility*. New York, Wiley, 1965. 436 p.
35. MORILLO, M. y FASSBENDER, H. W. Formas y disponibilidad de fosfatos en algunos suelos del área baja del río Choluteca, Honduras. *Turrialba (Costa Rica)* 18(1):26-33. 1968.
36. MULLER, L. E. Deficiencia de azufre en algunos suelos de Centro América. *Turrialba (Costa Rica)* 15(3):208-215. 1965.
37. PACK, M. R. y GOMEZ, R. S. Correlations between plants analysis and soil tests in New Mexico. *Soil Science Society of American Proceedings* 20(4):529-531. 1956.
38. PEECH, M. Hydrogen-ion activity. In Black, C. A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. 914-926 pp.
39. PRITCHET, W. L., ENO, C. F. y MALIK, M. N. The nitrogen status of the mineral soils of Florida, *Soil Science Society of Agronomy Proceedings* 23(2):127-130. 1959.
40. ROBERT, R. I. y IRVING, E. N. Mineral deposits of Central America. International Cooperation Administration, U. S. Department of State. *Geological Bulletin No. 1034*. 1957. 205 p.
41. THOMPSON, L. M. *Soils and soil fertility*. New York, Mc Graw Hill, 1952. 339 p.
42. ULRICH, B., HEMPLER, K. y BENZLER, J. H. Zur analitischen Bestimmung von Gesamtphosphorsäure und laktatlöslicher Phosphorsäure in Bodenproben. *Die Phosphorsäure* 20:344-347. 1960.
43. UNION PANAMERICANA. Informe oficial de la Misión 105 de asistencia técnica directa a Honduras sobre reforma agraria y desarrollo agrícola. Washington, 1963. v. 1. 185 p.
44. U. S. ARMY. NATURAL RESOURCES DIVISION. Proposed agricultural water resources development in Honduras. Fort Clayton, Canal Zone, 1964. 25 p.
45. U. S. BUREAU OF PLANT, SOILS AND AGRICULTURE ENGINEERING. *Soil Survey manual*. Soil Survey Staff, Washington, D. C., 1960. 265 p.
46. U. S. SOIL CONSERVATION SERVICE. *Soil Classification; a comprehensive system*. Soil Survey Staff. Washington, D. C., 1960. 265 p.
47. VERA, L. Técnicas de inventario de la tierra agrícola. Washington, Unión Panamericana, 1964. 136 p. (Manuales Técnicos 10).
48. WIRKLANDER, L. Cation and anion exchange phenomena. In Bear, F. E., ed. *Chemistry of the soil*. 2nd ed. New York, Reinhold 1964. 175-218 pp.

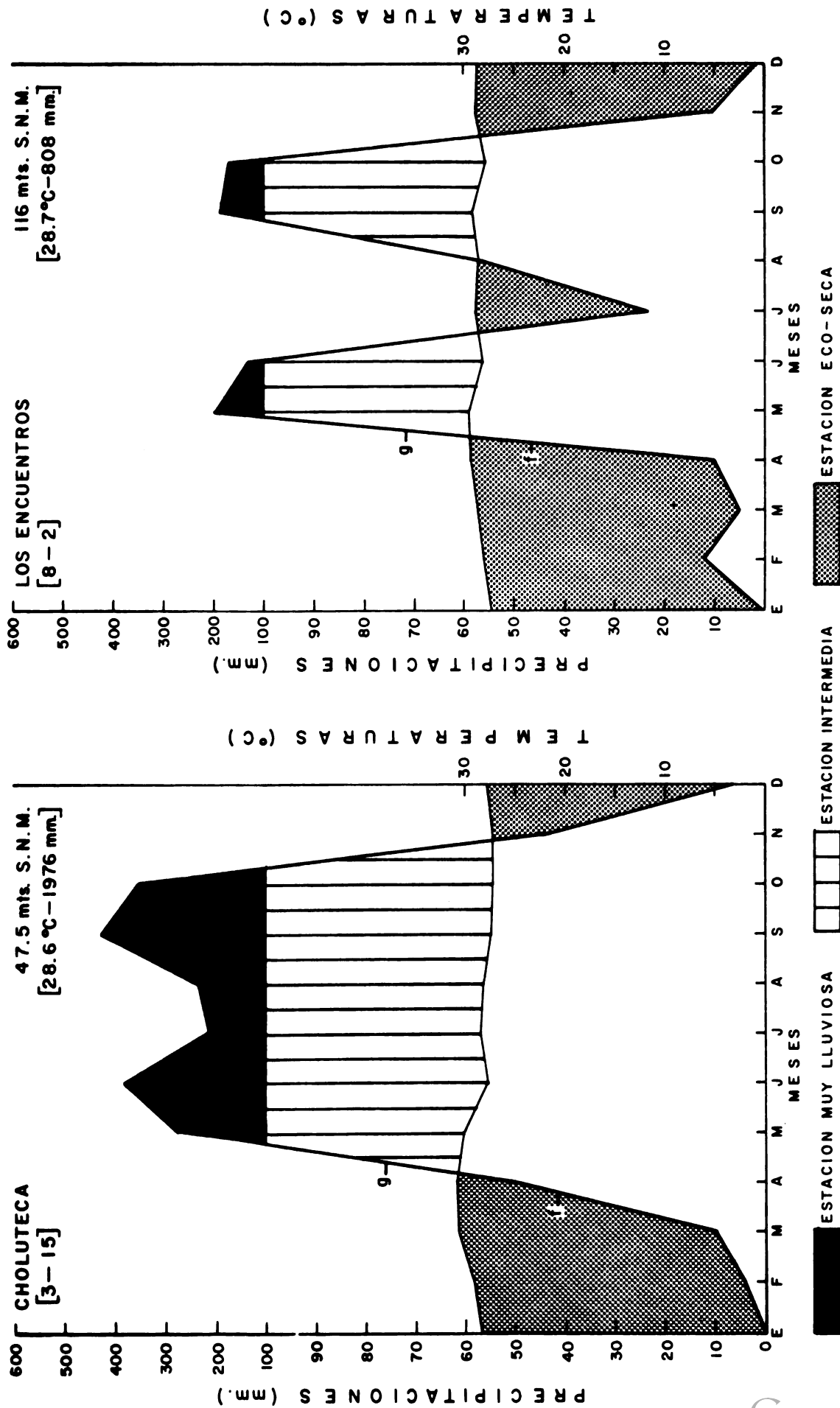


FIGURA N°1.- CLIMADIAGRAMAS DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS EXISTENTES DENTRO DE LA CUENCA.-

O
—
N
—
U
—
—
—
A
—
—
AI
—
—
—
NC
—
—
RI
—
—
—
—
—
—

A
S
M
P
S

SIM-BOLO	NOMBRE DEL SUELO	POSICION FISIOGRAFICA Y MATERIAL MADRE	DECLIVE DOMINANTE (Porcentaje de desnivel)	DRENAJE A TRAVES DEL SUELO	CAPACIDAD ABASTECIMIENTO DE HUMEDAD	CAPA QUE LIMITA LA PENETRACION DE RAICES
SUELOS BIEN DRENADOS DESARROLLADOS SOBRE MATERIALES ALUVIALES (I)						
AA	Aluviales de textura gruesa, bien drenados, sin diferenciación	Incluye suelos aluviales bien drenados de primer y segundo plano, y terrazas marinas de textura franca y más gruesa. Su posición típica son diques naturales y las áreas sobre terrazas marinas	Plano o casi plano 0-3%	Rápido	Moderada	Ninguna
AB	Aluviales de textura fina, bien drenados, sin diferenciación	Incluye todos los suelos aluviales bien drenados de primer y segundo plano de textura franco limosa y más finos	Plano o casi plano 1-3%	Moderado o rápido	Alta	Ninguna
SUELOS MAL DRENADOS CON PRODUCTIVIDAD ALTA DESARROLLADOS SOBRE MA						
AM	Aluviales de textura fina, mal drenados, sin diferenciación	Incluye todos los suelos aluviales mal drenados de primer y segundo plano, textura franco limosa o más fina	Plano 0-2%	Lento	Alta	Ninguna
SUELOS MAL DRENADOS CON PRODUCTIVIDAD BAJA DESARROLLADOS SOBRE MA						
Ch	Choluteca franco arenoso fino	Suelos desarrollados sobre materiales aparentemente depositados bajo aguas poco profundas	Casi plano 0-4%	Muy lento	Baja	A 30-40 cm capa de arcilla
Ta	Tapatoca arcilla	Arcilla de color gris oscuro o negro, plástica y pegajosa desarrollada sobre materiales muy finos depositados bajo agua	Plano o casi plano 0-3%	Muy lento	Moderada o baja	Ninguna
SUELOS DESARROLLADOS SOBRE MATERIALES ALUVIALES SIN DIFERENC						
AS	Aluviales sin diferenciación	Incluye llanuras aluviales donde las áreas de los suelos son pequeños debido a grandes variaciones de textura, drenaje y forma compleja	Plano o casi plano 0-5%	Muy lento a muy rápido	Alta a baja	De ninguna a grava o piedras de distribución caprichosa
SUELOS DESARROLLADOS SOBRE MATERIALES ALUVIALES EN TER						
Sp	Sampile franco arenoso	Suelos profundos desarrollados sobre terrazas arenosas o deltas	Ondulado 5-25%	Moderado	Moderada	Ninguna
SUELOS SOMEROS DESARROLLADOS SOBRE MATERIALES VOLCANICOS (REI						
Mr	Moropacay franco limoso	Suelos someros desarrollados sobre materiales máficos	Fuertemente inclinado 45-60%	Moderado a rápido	Moderada a baja	Roca a 10-20 cm
Pp	Papalón franco arenoso	Suelos someros, muy pedregosos, desarrollados sobre tobas volcánicas de color claro	Fuertemente inclinado 30-55%	Rápido	Muy baja	Toba volcánica a 10 - 25 cm
Sm	Samarfa franco limoso	Suelos someros desarrollados sobre tobas volcánicas duras de grano grueso y colores claros	Fuertemente inclinado 35-60%	Muy rápido	Moderada	Roca volcánica a 40 - 50 cm

PELIGRO DE EROSION	FERTILIDAD NATURAL	PROBLEMAS ESPECIALES DE MANEJO	USO RECOMENDADO	AREA (Has.)
RELIEVE PLANO				
Bajo	Alta	Ninguno	Cultivos intensivos con irrigación	900
Bajo	Alta	Mantención de friabilidad en la superficie, sujeto a inundaciones en muy pocos lugares	Cultivos intensivos con irrigación	13,500
TERIALES ALUVIALES (RELIEVE PLANO)				
Bajo	Alta	Sujetos a encharcarse debido más bien a su falta de pendiente que a las crecidas del río	Cultivos intensivos con drenaje e irrigación	7,810
TERIALES ALUVIALES (RELIEVE PLANO)				
Bajo	Moderada	Roturación de sub-suelo, zonas gravosas caprichosas, y mejorar la friabilidad del sub-suelo	Pastos, cultivos bajos experimentación e irrigación	3,880
Bajo	Moderada	Drenaje y aumento de la friabilidad en la superficie	Pastos, arroz, otros cultivos, experimentación e irrigación	7,538
RIACION (RELIEVE PLANO)				
Bajo	Alta o baja	Drenaje, pedregosidad, sujeto a inundaciones, rápidas y caprichosas	Cultivos no permanentes y pastos. Requiere estudios más avanzados y levantamientos cartográficos más detallados	5,297
TRENOS ONDULADOS				
Muy alto	Moderada	Control de erosión	Cultivos propios del clima, a curva de nivel	530
RIEVE MODERADO A FUERTE				
Muy alto	Moderada	Pendientes muy fuertes	Bosques	20,765
Muy alto	Baja	Pedregosidad y pendientes muy fuertes	Bosques	2,960
Muy alto	Baja	Pendientes muy fuertes, pedregosidad	Bosques sobre terrenos de fuerte pendiente, cultivos permanentes sobre laderas menos inclinadas	4,550



JICA CH C