

PA-AM-744

596 006 3/68  
ISN = 28149

CATIE  
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

*Central American Soil Fertility Project*  
PROYECTO CENTROAMERICANO DE FERTILIDAD DE SUELOS

Marzo 1976-Marzo 1978

INFORME FINAL

R. Bazán  
W. Bejarano  
R. Díaz-Romau  
J. Walker

Turrialba, Costa Rica  
Abril de 1978

**CATIE**  
**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**PROYECTO CENTROAMERICANO DE FERTILIDAD DE SUELOS**  
**Marzo 1976-Marzo 1978**

**INFORME FINAL**

**R. Bazán**  
**W. Bejarano**  
**R. Díaz-Romau**  
**J. Walker**

**Turrialba, Costa Rica**  
**Abril de 1978**

**CONTENIDO**

	<u>Pág</u>
<b>CONTENIDO</b> . . . . .	i
<b>LISTA DE ANEXOS</b> . . . . .	iv
<b>PERSONAL TECNICO DEL PROYECTO</b> . . . . .	vi
<b>I INTRODUCCION</b> . . . . .	1
<b>II LOGROS DEL PROYECTO DE FERTILIDAD DE SUELOS</b> . . . . .	3
1. Instalación del Laboratorio de Suelos y plantas, hed- house e invernadero en el CATIE . . . . .	3
2. Implementación y difusión de metodologías de muestreo de suelos, análisis de suelos y plantas y técnicas de investigación en invernadero . . . . .	5
3. Asesoramiento a los laboratorios e invernaderos de los países centroamericanos . . . . .	7
4. Estudios de invernadero . . . . .	9
5. Asesoramiento en trabajos de campo . . . . .	10
5.1 Muestreos de reconocimiento del estado de fertili- dad del suelo . . . . .	10
5.2 Muestreo para selección de sitios para ensayos en campos de pequeños agricultores . . . . .	16
5.3 Determinación de número de submuestras para unifor- mizar resultados analíticos . . . . .	19
5.4 Caracterización de los suelos de los sitios expe- rimentales . . . . .	21
6. Asesoramiento en experimentos de campo . . . . .	23
6.1 Selección de sitios para experimentos . . . . .	23
6.2 Técnicas de experimentación de campo . . . . .	24
6.3 Manejo, análisis e interpretación de datos de ex- perimentos con fertilizantes en Centroamérica . . . . .	25
7. Informe del Proyecto de Fertilidad de Suelos en Honduras . .	26
8. Adiestramiento de personal técnico centroamericano . . . . .	27

	<u>pág</u>
8.1 Seminarios en el CATIE . . . . .	27
8.2 Seminarios en los países . . . . .	31
<b>III SUBPROYECTO DE SUELOS ANALOGOS . . . . .</b>	<b>35</b>
1. INTRODUCCION . . . . .	35
2. ANTECEDENTES . . . . .	37
3. Trabajos iniciales . . . . .	38
4. Estado Actual . . . . .	39
5. Continuación del trabajo en análogos . . . . .	43
6. Procedimiento utilizado . . . . .	44
7. Descripción del proceso . . . . .	45
7.1 Evaluación de los países . . . . .	45
7.2 Delimitación del área geográfica en los países seleccionados . . . . .	46
7.3 Selección de suelos para el estudio . . . . .	47
7.4 Definición de los parámetros para identificación de los suelos . . . . .	47
7.5 Cuantificación y codificación de los parámetros . . . . .	48
7.6 Procesamiento de la información . . . . .	49
7.7 Análisis e interpretación de los resultados . . . . .	50
7.8 Comprobación de los análogos . . . . .	50
8. Segunda Reunión de Suelos Análogos . . . . .	52
9. INFORME FINAL DEL DR. P. DUISBERG SOBRE SUBPROYECTO DE SUELOS ANALOGOS . . . . .	52
<b>IV DIAGNOSTICO DE LOS PROGRAMAS DE SUELOS DE LOS PAISES CENTROAMERICANOS Y DE PANAMA . . . . .</b>	<b>54</b>
1. Clasificación, fertilidad y conservación de suelos . . . . .	54

	<u>Pág</u>
2. Los programas nacionales de fertilidad de suelos de Costa Rica, El Salvador, Honduras y Panamá . . . . .	55
<b>V EVALUACION DEL PROYECTO CENTROAMERICANO DE FERTILIDAD DE SUELOS REALIZADA POR AID . . . . .</b>	<b>56</b>
<b>VI RECOMENDACIONES . . . . .</b>	<b>57</b>
1. RECOMENDACIONES SOBRE FERTILIDAD DE SUELOS . . . . .	58
a. Recomendaciones para el CATIE . . . . .	58
b. Recomendaciones generales . . . . .	59
2. RECOMENDACIONES DE SUELOS ANALOGOS . . . . .	60
a. Recomendaciones generales . . . . .	60
b. Recomendaciones específicas . . . . .	61
3. RECOMENDACIONES PARA ROCAP . . . . .	62

LISTA DE ANEXOS

<u>N°</u>	<u>Título</u>
1.	Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero.
2.	Estudios de invernadero
3.	Proyecto de sistemas de producción para pequeños agricultores: Caracterización de los suelos de los sitios experimentales.
4.	Uso práctico de los modelos discontinuos para interpretación rápida de la respuesta de cultivos a la aplicación de fertilizantes.
5.	El manejo y resumen de datos de experimentos con fertilizantes en Centroamérica y su relación con los estudios de identificación de suelos con características semejantes de manejo.
6.	Resumen del análisis y breve interpretación de los experimentos de fertilización de El Salvador, Honduras y Nicaragua. 1960-1975
7.	Soil fertility investigation in Honduras. 1977
8.	Reseña del trabajo sobre suelos análogos en América Central.
9.	Metodología utilizada en el aspecto bioclimático
10.	Metodología utilizada en el aspecto suelos
11.	Primera aproximación de suelos análogos de Centro América
12.	Resultados obtenidos de la computación de las variables consideradas para comparar los suelos de El Salvador.
13.	Analogías de suelos en Honduras
14.	Los suelos agrícolas de El Salvador de 0 a 500 metros sobre el nivel del mar.
15.	II Reunión regional sobre fertilidad y análogos de suelos. El Salvador, marzo 13-18, 1978. Informe Final
16.	El Proyecto de fertilidad de suelos del CATIE
17.	Consultant's final report to CATIE and ROCAP on completion of soil analog subproject

<u>Nº</u>	<u>Título</u>
18.	Soil Science in Costa Rica. Classification, fertility and conservation.
19.	Soil Science in El Salvador. Classification, fertility and conservation.
20.	Soil Science in Guatemala. Classification, fertility and conservation.
21.	Soil Science in Honduras. Classification, fertility and conservation.
22.	Soil Science in Nicaragua. Classification, fertility and conservation.
23.	Soil Science in Panamá. Classification, fertility and conservation.
24.	Programa Nacional de fertilidad de suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
25.	Análisis del departamento de suelos CENTA. MAG. El Salvador.
26.	Programa de Manejo y conservación de suelos. Proyecto de fertilidad de suelos. Ministerio de Recursos Naturales, Honduras.
27.	Informe sobre el estado de los programas de fertilidad de suelos IDIAP. Panamá.

## PERSONAL TECNICO DEL PROYECTO

## 1. Personal de largo plazo

Dr. Rufo Bazán	Coordinador Técnico del Proyecto Técnico permanente del CATIE
M.S. Roberto Díaz-Romeu	Jefe de Laboratorio Técnico permanente del CATIE
Dr. Ronald B. Stryker	Científico Residente. Honduras Contrato AES-CATIE-ROCAP
Dr. James L. Walker	Científico Residente-Costa Rica Contrato AES-CATIE-ROCAP

## 2. Personal de corto plazo

M.S. Washington Bejarano	Contrato CATIE-ROCAP
Dr. Rafael Bocchieciamp	Contrato USDA-PASA-ROCAP
Dr. Peter Duisberg	Contrato CATIE-ROCAP
Dr. Hervey Newton	Contrato CATIE-ROCAP
Dr. Charles Simmons	Contrato USDA-PASA-ROCAP

## 3. Personal Temporal

Dr. Fernando A. Abruña	Contrato USDA-PASA-ROCAP
Dr. Gordon B. Killinger	Contrato USDA-PASA-ROCAP
Ing. Eduardo Marín	Contrato CATIE-ROCAP
Dr. Joseph Tosi	Contrato CATIE-ROCAP

## 4. Profesores temporales de Seminarios

Dr. Elemer Bornemiza	Universidad Nacional de Costa Rica
Dr. Walter Fitts	AES-CATIE-ROCAP
Dr. Enrique Gonzales	AES-CATIE-ROCAP

Dr. Arvel Hunter

AES-CATIE-ROCAP

Dr. Sam Portoh

AES-CATIE-ROCAP

M.S. Victor Quiroga

IICA /Costa Rica

5. Personal Auxiliar

Eduardo Tencio

Asistente de laboratorio e Invernadero

Mario Solano

Ayudante de laboratorio

## I. INTRODUCCION

El Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), fue organizado a la necesidad de continuar en esta área los programas de evaluación y mejoramiento de la fertilidad del suelo, que se habían iniciado en 1964 con la asistencia técnica del International Soil Fertility Evaluation and Improvement Project (ISFEI), de la Universidad del Estado de Carolina del Norte, financiado por la Agencia Internacional de Desarrollo (AID) de Washington, U.S.A.

Para el efecto, la Oficina Regional para Programas Centroamericanos de AID (ROCAP), ofreció el financiamiento necesario. El CATIE, como organismo de investigación agrícola regional centroamericano debía implementar y dirigir las acciones del proyecto. En tal virtud, ROCAP firmó por una parte un contrato con CATIE, para que éste organismo facilitara el desarrollo del proyecto a nivel centroamericano y por otra parte, contrató los servicios de asistencia técnica de Agricultural Environmental Systems Inc (AES). A su vez, CATIE firmó un acuerdo con AES, para que los técnicos de esta última, pudieran desarrollar sus actividades bajo el auspicio del CATIE en calidad de científicos residentes en Costa Rica y Honduras.

El Proyecto tuvo como objetivo principal el institucionalizar en el CATIE, la metodología de investigación en fertilidad de Suelos, implementada para los países tropicales por el ISFEI de N.C.S.U. Este procedimiento, constituiría la base técnica para que el CATIE realice una actividad permanente de asistencia técnica a los países centroamericanos sobre el uso de equipos y métodos analíticos calibrados, sobre

técnicas idóneas de pruebas de invernadero, muestreo de suelos, selección apropiada de sitios experimentales, diseños e instalación de experimentos, sistemas de manejo, análisis e interpretación de datos, publicación de alternativas sobre uso de fertilizantes en áreas y cultivos específicos y transferencia de la información obtenida.

Otro objetivo del proyecto consistió en la definición de áreas centroamericanas con características similares de suelo y clima, (análogos), que permitan la extrapolación de datos de investigación de una zona a otra de características semejantes.

En los dos años de duración del proyecto, es satisfactorio indicar que éste ha cumplido con lo estipulado en los contratos pertinentes.

## II LOGROS DEL PROYECTO DE FERTILIDAD DE SUELOS

### 1. Instalación del Laboratorio de Suelos y Plantas, Headhouse e Invernadero en el CATIE

Usando los fondos del acuerdo CATIE/ROCAP y los diseños hechos por los doctores J. Walker y A. Hunter de AES, se montó en el CATIE un laboratorio de análisis de suelos y plantas, en el edificio cuya área ocupaba el antiguo Proyecto de Energía Nuclear (NEP). También se habilitaron cuartos de preparación de muestras de tejidos vegetales y de suelos. Además se construyó un invernadero para uso exclusivo del proyecto.

Este laboratorio tiene especial importancia, por cuanto sirve de laboratorio de control de análisis para los laboratorios de los países centroamericanos. Tiene una capacidad analítica de 200 muestras diarias de suelos o plantas. Rutinariamente se hacen determinaciones de pH, acidez extractable, calcio, magnesio, potasio, fósforo, azufre, cobre, zinc, hierro y manganeso. Otras determinaciones como materia orgánica, boro y nitrógeno se pueden también incluir. Además, de contar con el equipo más moderno y práctico, como es el primer aparato de osmosis reversible de Centroamérica, para producción de agua pura y un aparato de absorción atómica Perkin Elmer 370 A, el laboratorio cuenta con un sistema de análisis múltiple que utiliza dispensadores, diluidores, agitadores, etc, que multiplica en 20 veces la capacidad de trabajo de los laboratorios.

El invernadero, sirve para probar la respuesta de una planta indicadora a 18 posibles condiciones de fertilidad de cada uno de los

suelos que se desee estudiar, para observar la disponibilidad, toxicidades y desbalances de nutrimentos en el lapso de cuatro semanas a partir de la siembra, lo cual le hace un sistema rápido, barato y práctico. Esta combinación de análisis en el laboratorio y pruebas en el invernadero, permite a los técnicos del Programa de Cultivos Anuales del CATIE, conocer en forma suficiente antes de la siembra, las condiciones adversas que pueden existir en los sitios previstos para ensayos de campo.

El objetivo de este sistema, es predecir la probabilidad de respuesta del cultivo a la aplicación de nutrimentos vegetales, así como también obtener el adecuado conocimiento sobre el suelo, que permita explicar en parte las razones para el comportamiento de las plantas a distintas condiciones o tratamientos en el campo.

Con la finalidad de disponer de una mayor área en el laboratorio, que facilitara el entrenamiento de personal centroamericano, se montó últimamente un nuevo laboratorio contiguo al primero, con fondos combinados del CATIE y de ROCAP.

Las muestras de suelo o de plantas que se analizan en éste laboratorio y que se estudian en el invernadero, provienen de las áreas con pequeños agricultores, en las cuales tiene interés el Programa de Cultivos Anuales del CATIE, en los diferentes países centroamericanos. También se analizan muestras de los programas nacionales de fertilidad de suelos de los países, especialmente de Honduras y Nicaragua. Por otra parte este laboratorio da el servicio de análisis de suelos y plantas a los otros programas de investigación que hay en el CATIE.

## 2. Implementación y Difusión de Metodologías de Muestreo de Suelos, Análisis de Suelos y Plantas y Técnicas de Investigación en Invernadero

El análisis de suelos, involucra el uso de procedimientos analíticos y de interpretación de resultados para determinar el nivel de fertilidad de los distintos elementos nutritivos, en términos de deficiente, adecuado o excesiva disponibilidad. El análisis de plantas sirve para conocer su estado nutricional. El análisis está basado, en la teoría de que existen ciertos "niveles críticos" en relación al método analítico utilizado y a la respuesta del cultivo cuando se aplica un determinado elemento. Cuando el nivel de un elemento analizado está bajo o sobre el "nivel crítico", el crecimiento de la planta estará dado por el contenido que tenga el suelo de dicho elemento.

En lo anteriormente expresado, se fundamenta el valor técnico del análisis del suelo, es decir que conociendo el estado de fertilidad de un suelo, se debe definir el grado de correlación de éste análisis con la respuesta del cultivo a la aplicación de los nutrimentos requeridos

De allí que era necesario usar en el CATIE, métodos de análisis que tuvieran la mencionada correlación, esta metodología la implementó el ISFEI a través de sus 14 años de investigación, la misma que luego ha sido usada por AES y transferida por ésta compañía al Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos del CATIE.

Por otra parte, siendo el suelo un sistema dinámico, cuando se le agrega un nutrimento, éste está sujeto a sufrir cambios debido a las reacciones físico-químicas y biológicas que tienen lugar en el suelo. A este cambio, se le ha denominado "Sorción" y puesto que ésta afecta la disponibilidad de los elementos, es conveniente determinar en el

laboratorio la capacidad de "fijación o Sorción" de los suelos para los principales elementos nutritivos.

Además, los resultados del análisis del suelo y de las curvas de sorción, sirven de base para el cálculo de las soluciones nutritivas que constituyen los tratamientos en las pruebas de invernadero.

Los experimentos de invernadero, tienen como objetivo por una parte, confirmar biológicamente en condiciones controladas, las deficiencias o toxicidades de macroelementos detectadas en los análisis y por otra observar las deficiencias o suficiencias de algunos microelementos cuyo comportamiento involucra ciertos procesos de antagonismos o sinergismos. Es decir, las pruebas de invernadero permiten obtener un mejor conocimiento del estado de fertilidad de un suelo y también establecer el grado de correlación entre el análisis del suelo con el crecimiento de las plantas.

Obviamente, el grado de precisión de la información obtenida en estas dos etapas de la metodología, depende en gran parte de cuan bien haya sido tomada la muestra del suelo.

Los métodos de análisis de suelos y plantas y de determinación de las curvas de "Sorción", las técnicas de investigación en invernadero y de muestreo de suelo, fueron transferidas por AES al CATIE. Todas las metodologías antes mencionadas, que actualmente se encuentran en uso en el Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos del CATIE, que en ciertos casos han sido reajustadas a las condiciones locales de los suelos centroamericanos, constan en el Anexo I de este informe. Estas metodologías, están siendo utilizadas en todos los países del área.

### 3. Asesoramiento a los Laboratorios e Invernaderos de los Países Centroamericanos

#### Costa Rica

Las metodologías analíticas del CATIE/SFP (Soil Fertility Program), fueron discutidas con el Jefe y técnicos del laboratorio de Análisis de Suelos y Tejido Vegetal del Ministerio de Agricultura. Posteriormente se visitó el laboratorio para discutir con mas detalle las metodologías de análisis de azufre y boro. Periódicamente continuaron estas visitas para mantener informado al personal técnico del laboratorio sobre las variaciones o avances obtenidos en los métodos de análisis.

Actualmente no existen facilidades de invernadero, pero en un futuro cercano es posible que se construya uno.

#### Nicaragua

En enero de 1977, el personal del CATIE/SFP, visitó los laboratorios de La Calera en Managua y observó las facilidades que tenía dicho laboratorio, lo que permitió efectuar una evaluación sobre su funcionamiento y capacidad de trabajo, conocido ésto, se consideró adecuado que los análisis utilizados para la investigación de campo sean realizados en este laboratorio.

En febrero y en setiembre de 1977, se visitó nuevamente el laboratorio de La Calera para discutir con su personal las nuevas metodologías de CATIE/SFP de análisis de suelos y tejido vegetal, así como para ayudarlos en la solución de algunos problemas analíticos. También se observó y discutió con el técnico encargado, todo lo relacionado con las técnicas de investigaciones en condiciones de invernadero.

### Honduras

El personal del laboratorio de El Picacho en Tegucigalpa, ha recibido la visita de los técnicos del CATIE/SFP, durante las cuales se han tratado de implementar las técnicas de análisis propuestas por el Proyecto y además se ha ayudado en la calibración de las metodologías, instalación del nuevo equipo de absorción atómica y en la provisión de reactivos.

En relación con los trabajos de invernadero, se ha entrenado al personal en las técnicas respectivas, pero hasta hoy no ha sido posible montar un invernadero en ese país, por cuanto se está contruyendo un nuevo laboratorio de suelos en otro lugar, adjunto al cual se considera que debe ir el invernadero.

También se proporcionó entrenamiento en laboratorio e invernadero a los técnicos del Departamento de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana de El Zamorano y la escuela proporcionó varios centenares de análisis y realizó varias pruebas de invernadero con suelos de interés para el Programa de Cultivos del CATIE, en este país.

### El Salvador

El laboratorio de Suelos del CENTA, cuenta desde hace varios años con personal experimentado y capacitado, debido a esto los técnicos del CATIE/SFP solamente han visitado el laboratorio para intercambiar criterios sobre la marcha del mismo y mas bien han participado y colaborado en la evaluación y programación de las actividades del Programa de fertilidad de suelos del CENTA.

### Guatemala

Las metodologías del CATIE/SFP sobre análisis de suelos, fueron

discutidas con el personal del laboratorio de suelos del ICTA, durante los viajes a Guatemala. También se han observado las facilidades de invernadero de esa Institución y se han llevado a cabo conversaciones sobre estudios de invernadero para el reconocimiento del estado de fertilidad de los suelos, en donde se hace experimentación de campo.

A manera de conclusión, se puede decir que los laboratorios de suelos de todos los países centroamericanos y de Panamá, han adoptado con algunas modificaciones en ciertos casos, las técnicas de análisis de suelos y tejido vegetal difundidas por el Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos del CATIE, con las consiguientes ventajas que esta adopción significa desde el punto de vista de control de calidad de análisis desde el laboratorio del CATIE, la uniformización de métodos, equipos, reactivos, interpretación y uso de recomendaciones de fertilizantes en base de los análisis de suelo.

También cabe indicar, que los técnicos de todos los laboratorios han recibido entrenamiento adecuado para el manejo eficiente de los métodos analíticos.

#### 4. Estudios de Invernadero

De los varios experimentos realizados en invernadero, en el Anexo 2, se presenta los resultados y discusión de 5 de ellos, llevados a cabo con suelos provenientes de Turrialba, Guápiles y San Isidro de El General en Costa Rica y Nueva Guinea en Nicaragua.

Un resumen de los resultados más notorios es el siguiente:

1. Suelos de las series Instituto y Colorado de Turrialba, derivados de rocas volcánicas del cuaternario de origen andesítico. El análisis de estos suelos indica que había una fuerte deficiencia de

nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, azufre y boro, con altos niveles de acidez extractable. Las pruebas de invernadero confirmaron estas deficiencias al obtenerse altas respuestas a la aplicación de los elementos deficientes. Resultados que demostraron que estos suelos son de baja fertilidad.

2. Suelo de la vertiente atlántica de Costa Rica, Cariari, Guápiles. Desarrollados sobre sedimentos aluviales de rocas andesíticas del cuaternario. Los problemas mas serios de fertilidad en estos suelos son las deficiencias de nitrógeno, fósforo y azufre. Así, lo demostraron tanto los resultados de laboratorio como los de invernadero.

3. Suelo de la zona del Pacífico Sur de Costa Rica, San Isidro de El General, derivado de rocas sedimentarias del terciario. Las deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio son acentuadas y si no se corrigen estas limitantes el crecimiento de los cultivos es muy afectado como se observó en el ensayo de invernadero.

4. Suelo de la zona atlántica de Nicaragua, Nueva Guinea, formados sobre sedimentos marinos. Tienen deficiencias muy críticas de nitrógeno y fósforo. En invernadero, cuando se prescindió de la aplicación de estos dos elementos se obtuvo solamente el 36% y 8% de rendimiento respectivamente en relación con el tratamiento completo.

## 5. Asesoramiento en Trabajos de Campo

### 5.1 Muestreos de reconocimiento del estado de fertilidad del suelo

Una de las primeras acciones se relaciona con la forma de seleccionar un campo de un agricultor para usarlo con fines experimentales. Se han llevado a cabo muchos estudios sobre la metodología de selección

de los agricultores, cuyos campos pueden ser objeto de las atenciones de este proyecto. Estas consideraciones incluyen geografía, ecología, aspectos socio-económicos entre muchos otros. Para llegar hasta la escogencia tentativa de un agricultor como un colaborador potencial y tomar la decisión de si su colaboración será utilizada en un estudio de casos o en una demostración de un sistema o en una investigación de sistemas de siembra o en estudios sobre la interacción de un grupo de sistemas de producción con un grupo de sistemas de aplicaciones de insumos; fertilizantes, por ejemplo, hay que evaluar con cuidado el campo del agricultor que es el factor común a cualquiera de estos estudios. Evaluación que se refiere a la homogeneidad del suelo del sitio propuesto para el estudio y a la representabilidad de ese suelo a suelos de importancia extensiva en Centro América.

La definición de qué es lo que se quiere estudiar, es el factor determinante en el tipo de muestreo de suelos que se lleva a cabo.

Si el objetivo, es conocer a grandes rasgos la condición general de un área, se pueden muestrear campos de pequeños agricultores sembrados con el mismo cultivo, a una determinada distancia de una vía de acceso que atraviesa el mismo tipo de suelo en un área.

Por ejemplo, en el valle de Cuyamel, Omoa, Honduras, se tomó de unos diez campos (cada 0.5 a 2 Km) de pequeños agricultores, sembrados con maíz, una muestra por campo y se obtuvo una sola muestra compuesta del conjunto de estas diez muestras. Los resultados se presentan en el Cuadro 1. Posteriormente, el valle fue visitado nuevamente por otros técnicos del CATIE, quienes tomaron muestras de campos de agricultores escogidos como posibles colaboradores del Programa de

Cultivos, cuyos resultados del análisis se indican en el mismo Cuadro.

Cuadro 1. Resultados de análisis de muestras de suelos recolectados en el valle de Cuyamel, Omoa, Honduras:

Identificación	Meg/100 ml				µg/ml				
	Acidez extr.	Calcio	Magnesio	Potasio	Fósforo	Cu	Fe	Mn	Zn
Muestra Reconocimiento	0.22	6.00	1.29	0.27	3.0	1.5	50	1.5	4.8
Marcelino Alemán	0.20	7.60	2.30	0.25	7.0	1.3	82	4.7	4.9
José Reyes	0.15	6.80	1.80	0.30	22.5	1.3	52	2.5	5.3
Marcelo Rodríguez	0.15	16.85	3.90	0.36	23.0	1.3	54	2.5	4.5
Leslie Brownfield	0.60	2.85	0.65	0.12	8.0	1.4	100	4.5	3.4

Los datos del Cuadro 1, demuestran que el suelo del campo del Sr. Brownfield, era diferente a los demás campos, por cuya razón se eliminó este campo.

La interpretación de los resultados del análisis químico, de los extractos de la muestra compuesta, enviados al CATIE indicó que había probabilidades de respuestas de los cultivos a la aplicación de fósforo y manganeso, y deficiencias menos severas de magnesio, potasio, zinc y cobre. La baja acidez extractable indicó que no era necesario encalar.

Se observó en los campos de agricultores localizados cerca del área en donde se tomó la muestra de reconocimiento, que los resultados del análisis de las muestras (campo de Marcelino Alemán) dieron la

misma interpretación que la muestra de reconocimiento, mientras que los campos de José Reyes y Marcelo Rodríguez, variaron de las anteriores solamente en la cantidad fósforo.

Entonces, el objetivo del muestreo de reconocimiento de una área nueva, es el de obtener una idea de los posibles nutrimentos vegetales cuya condición en el suelo podría causar problemas. En este caso fue útil para identificar al fósforo, manganeso, magnesio, potasio, zinc y cobre como posiblemente deficientes. No así la cal, calcio, hierro. Hubiera sido más útil, sin embargo, si todos los agricultores hubieran estado dentro del área de la muestra de reconocimiento, como en el caso siguiente:

Los resultados de un estudio semejante en otra área de Honduras, ilustran la utilidad de los muestreos de reconocimiento, llevados a cabo en la misma área antes de definir los campos de agricultores colaboradores potenciales. En el área de Agua Sucia, Cofradía, se muestrearon diez campos sembrados con maíz, una muestra por campo, las mismas que sirvieron para formar una muestra de reconocimiento. Un mes después, otros técnicos del CATIE muestrearon los suelos de los campos de los agricultores de la misma área, que fueron seleccionados como posibles colaboradores por los técnicos del Programa de Cultivos después del muestreo de reconocimiento. Los resultados se pueden apreciar en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Resultados de Análisis de muestras de suelos recolectados en el área de Agua Sucia, Cofradía, Honduras.**

Identificación	Meq/100 ml				ug/ml				
	Acidez extr.	Calcio	Magnesio	Potasio	Fósforo	Cu	Fe	Mn	Zn
Muestra Reconocimiento	0.11	14.25	2.88	0.51	40.0	5.0	45	2.0	8.4
Encarnación Anbino	0.15	12.10	2.40	0.52	43.0	3.8	21	2.0	7.0
Santos Díaz	0.20	19.60	3.50	0.50	26.5	5.0	17	1.5	6.5
Erasmó Mayorga	0.20	10.60	2.35	0.64	41.5	4.2	33	2.7	8.8
Marcario Abrezo	0.25	10.00	2.20	0.57	34.5	3.8	18	2.5	5.7
Andrew Gómez	0.20	7.60	1.75	0.84	35.0	4.2	30	2.7	5.6
Adelf Mayorga	0.20	11.60	2.65	0.87	34.5	5.2	23	2.7	6.2
Manuel S. Noyola	0.15	14.35	3.25	0.67	32.0	3.2	18	1.2	7.0
Angel Alvarado	0.15	19.25	4.10	0.78	24.5	4.2	16	1.5	6.7

Los análisis químicos de la muestra de reconocimiento (Cuadro 2), indicaron que no había problemas de acidez extractable, las relaciones Ca/Mg y Mg/K eran adecuadas, no había deficiencias de calcio, magnesio, potasio, fósforo, cobre, hierro o zinc. El manganeso era sumamente deficiente. Los campos de los agricultores, muestreados posteriormente, tienen las mismas características de la muestra de reconocimiento. El reconocimiento en esta área identificó, problemas potenciales de fuertes

deficiencias de manganeso y el análisis de suelos de campos de los agricultores en la misma área confirmó las deficiencias de manganeso en todos los campos.

La conclusión, es que el muestreo de reconocimiento es de valor en la identificación de los problemas potenciales de fertilidad de suelos, en área con altas concentraciones de pequeños agricultores, cuyas prácticas agronómicas son semejantes. Se supone que este método de reconocimiento tendrá menos valor, hasta quizás ningún valor, en áreas de agricultores más sofisticados quienes conocen y usan fertilizantes.

Hasta el momento, para que el muestreo de reconocimiento sea de utilidad, deben haber las condiciones siguientes:

1. El suelo no debe ser de distinta capacidad de manejo.
2. Los campos elegidos para la muestra de reconocimiento, deben tener la misma historia de siembra de cultivos (no maíz en uno, pasto en el otro, naranjal en el tercero, etc).
3. Los agricultores quienes manejan los campos muestreados, deben tener el mismo rango de idiosincracia; esto, se deduce indirectamente de 1) y 2) durante el reconocimiento.
4. Los campos de los agricultores colaboradores potenciales, deben estar dentro del área en donde se tomó la muestra de reconocimiento.

Se ha discutido, como se debe realizar un muestreo de reconocimiento, para definir el estado general de la fertilidad del suelo en un área aparentemente uniforme, en la clase de suelo, sistemas de cultivo y tipo de pequeño agricultor. Si se busca una condición especial

de fertilidad del suelo para estudiarla, los resultados del análisis químico y/o físico de la muestra de reconocimiento pueden servir como base para elegir una zona o rechazarla.

## 5.2 Muestreo para selección de sitios para ensayos en campos de pequeños agricultores.

Se han efectuado muestreos detallados de campos de pequeños agricultores, en especial en Honduras, Nicaragua y Costa Rica, en apoyo al Programa de Cultivos para Pequeños Agricultores.

Estos muestreos han sido de dos tipos:

1. "Autopsia" para aquellos ensayos, cuyos suelos no fueron analizados antes de su ejecución; y
2. Muestreos de planificación

Con ciertas precauciones se usa el mismo sistema de muestreo para ambos casos.

La necesidad del muestreo de "autopsia" (posterior a la siembra), se debe al hecho de que el programa de Fertilidad de Suelos inició actividades después de que el Programa de Cultivos para pequeños agricultores, instaló los experimentos de 1976 y su personal técnico no se completó sino hasta octubre de 1976. También se lo hizo para proporcionar datos sobre factores de fertilidad del suelo, que ayuden a explicar el porqué de ciertos resultados experimentales.

La meta de un programa de fertilidad de suelo, sin embargo, es predecir las probabilidades de respuestas de cultivos a la aplicación de nutrimentos y enmiendas al suelo en el sitio experimental. En base a esta predicción se puede decidir sobre:

1. La eliminación de deficiencias o toxicidades de nutrimentos

en el sitio para facilitar la experimentación con sistemas de siembra u otros insumos, como semillas y/o variedades mejoradas y pesticidas, sin que los factores de variabilidad de la fertilidad del suelo afecten los resultados, en cuyo caso siempre es recomendable un tratamiento testigo sin nada de fertilización para fines comparativos.

2. Los niveles y métodos de aplicación de fertilizantes y enmiendas en combinación con la naturaleza del estudio.
3. En microparcelas, experimentar en parte con algunos de los nutrimentos deficientes. Esto, se hacen necesario cuando en el suelo de un sitio de un pequeño agricultor colaborador, el espacio disponible es limitado tiene muchas deficiencias de nutrimentos y/o se quiere experimentar con más de un sistema.

Debido a estas consideraciones se ha tomado como norma operacional:

Eliminar las deficiencias de nutrimentos de acuerdo con las recomendaciones basadas en los resultados del análisis de los suelos, cuando el objetivo es evaluar el comportamiento de sistemas de producción sin fertilizante, para fines comparativos.

En base a lo anterior, la experimentación inicial con sistemas de aplicación de fertilizantes y enmiendas, se hace en combinación con el sistema de producción del agricultor, siempre incluyendo un tratamiento cero de aplicación del o los nutrimentos estudiados.

Además, es necesario incluir consideraciones de eficiencia económica y agronómica solamente con los mejores sistemas de producción,

identificados en cada lugar, donde las deficiencias de nutrimentos vegetales han sido eliminadas como factores limitantes, los cuales podrían afectar el comportamiento de los sistemas de producción, siendo evaluados en comparación con el sistema de producción del pequeño agricultor colaborador.

El muestreo para selección de sitios y planificación de ensayos en campos de pequeños agricultores, está diseñado para maximizar la posibilidad de detectar cualquier heterogeneidad de distribución de nutrimentos en el sitio tentativamente seleccionado como posible campo experimental. Es decir, se han satisfecho los criterios de aceptabilidad en base a consideraciones ecológicas y socioeconómicas del Programa de Cultivos para Pequeños Agricultores, de acuerdo a las condiciones climatológicas y de representabilidad del suelo del sitio, dentro de una clase de manejo de suelo de importancia agrícola en el país o zona centroamericana. La condición de los nutrimentos vegetales en el suelo del sitio, deben estar dentro del rango de la generalidad de condiciones encontradas en la muestra de reconocimiento del área.

Una vez que estas consideraciones han sido satisfechas, en cuanto a la ubicación del sitio para el ensayo previsto, el campo para toma de muestras debe ser dos veces mayor que el área que realmente se va a sembrar. Esto, con el fin de poder localizar el experimento en el área más homogénea, cuando el muestreo para selección demuestre heterogeneidad en una parte del campo. Además el sitio experimental no debe estar a menos de 50 metros de casitas o establos, caminos o vías de comunicación, desagües o riachuelos, desde donde puede producirse contaminación (polvo, basura, aguas negras).

El sitio debe dividirse en cuatro cuadrantes y se debe tomar una muestra compuesta de un área de aproximadamente 10 x 12 metros en el centro de cada cuadrante y del centro del sitio, obteniéndose 5 muestras compuestas de 20 submuestras cada una en cada sitio. Para el muestreo de "autopsia", se toman las muestras con el cuidado de no incluir partes que haya recibido fertilizantes, es decir, se toman las muestras de entre surcos o en casos especiales a lo largo de las calles entre repeticiones.

### 5.3 Determinación del número de submuestras para uniformizar resultados analíticos

El número de submuestras de suelo que hay que tomar y mezclar para cada muestra compuesta, es aquel con el cual ya no cambian los resultados del análisis. Se estudió este aspecto en dos sitios y se obtuvieron los resultados que se dan en el Cuadro 3.

Partiendo de los análisis de la muestra compuesta de 20 submuestras, del suelo del campo de Santos Sánchez (Cuadro 3), se puede apreciar que ésta muestra es muy deficiente solamente en fósforo (12 m/ml), todos los demás nutrimentos están sobre el nivel crítico. Varía esta condición con el zinc, que con 10 hasta 18 submuestras aparece deficiente, igual cosa sucede con el manganeso con 8 hasta 14 submuestras. Entonces, la evidencia es que se necesitan por lo menos 18 submuestras para formar una muestra compuesta, que realmente represente la condición general de un campo o sector de un campo experimental.

En el caso del campo de Lauro Amilco de Yojoa, Honduras, se efectuó un muestreo para estudiar la variabilidad en el estado de fertilidad de los suelos.

Cuadro 3. Variación de los resultados de análisis químico de acuerdo al número de submuestras de la muestra del suelo\*

Número de submuestras	pH	meq/100 ml				ug/ml				
		Acidez extr.	Ca	Mg	K	P	Cu	Zn	Fe	Mn
1	5.4	0.8	11.0	5.4	0.69	10.0	7.0	3.0	121.0	16.8
2	5.5	0.8	12.0	5.9	0.72	11.0	7.0	3.6	104.8	24.0
4	5.4	0.9	11.5	5.7	0.59	8.0	7.0	3.6	132.0	18.4
6	5.5	0.9	11.0	5.6	0.51	7.0	6.0	3.6	162.4	14.4
8	5.4	1.0	10.5	5.6	0.48	5.0	8.0	3.6	150.0	7.2
10	5.8	0.9	11.0	5.6	0.54	6.0	9.0	2.8	157.6	8.8
12	5.6	0.9	11.0	5.9	0.51	6.0	10.0	2.8	169.6	5.6
14	5.4	0.7	11.0	5.9	0.48	6.0	10.0	2.0	172.6	5.6
16	5.5	1.0	11.0	5.9	0.54	5.0	11.0	2.8	160.0	18.4
18	5.5	0.8	12.0	6.1	0.51	5.0	10.0	2.4	122.4	16.8
20	5.4	0.8	11.0	6.0	0.59	8.0	9.0	3.6	169.6	16.0

\* Campo de Santos Sánchez, Samulalí, San Ramón, Matagalpa, Nicaragua. Campo N° 1 - Casa.

Primeramente se analizó el suelo dentro de cada repetición, con los siguientes resultados:

1° Repetición, compuesta de 27 submuestras

Fósforo deficiente, en general con deficiencia encontradas en los lotes 1-4, 5, 6, 7, 8, 9.

Manganeso deficiente en los lotes 1-4, 7 y 8

2° Repetición, compuesta de 27 submuestras:

Ninguna deficiencia general.

Deficiencias de fósforo encontradas en los lotes 11-10, 11, 15 y 16.

Deficiencias de manganeso en los lotes 11-14 y 17.

3° Repetición, compuesta de 27 submuestras:

Manganeso deficiente en general en los lotes 111-21, 25, 26 y 27.

En general, en base de los resultados del análisis se puede esperar alguna heterogeneidad en el comportamiento de los cultivos, con menor rendimiento esperado en las réplicas I y II en comparación con la III.

#### 4. Caracterización de los suelos de los sitios experimentales

Los experimentos del Programa de Cultivos del CATIE, para que tengan representabilidad en relación con la información que generan, deben

estar localizados en suelos que requieran manejo similar y que sean representativos de áreas cuya extensión superficial y potencial agrícola sean de importancia en Centro América.

De acuerdo a este criterio, era necesario caracterizar los suelos de San Isidro de Pérez Zeledón, una de las regiones en donde el Programa de Cultivos para pequeños agricultores, realiza sus investigaciones mediante la ejecución de experimentos de campo.

Este estudio de caracterización de los suelos de San Isidro, se presenta en el Anexo 3 y comprende en forma resumida los siguientes tópicos:

#### Caracterización de los sitios experimentales

##### Descripción y muestreo de suelos

Muestras de volumen conocido

Muestras para análisis químico

Muestras para invernadero

##### Caracterización física

Textura

Densidad aparente y de partículas

Porosidad

##### Caracterización química

Perfil 1 (Vega de Río)

Perfil 2 (Terraza Intermedia)

Perfil 3 (Terraza Superior)

Perfil 4

##### Resumen

Descripción de perfiles

Concluye el estudio, indicando que en el aspecto físico los suelos de los perfiles descritos presentan condiciones críticas a excepción del suelo del perfil 1.

En el aspecto químico los suelos de todos los perfiles muestran condiciones críticas de acidez, con contenidos de bajos a muy bajos de Ca, Mg y K. El fósforo aparece como elemento crítico deficiente al igual que el azufre y los elementos menores. En el manejo los suelos de los perfiles 2 y 3 requieren aplicaciones de cal y en todos es necesario la aplicación de P, Ca, Mg y S principalmente y luego K y elementos menores. El N puede ser deficiente por que los suelos tienen un horizonte orgánico muy delgado a excepción del perfil 1.

Es posible que una caracterización de los suelos, previa a la siembra de los experimentos, hubiera permitido usar suelos de mejores condiciones para la producción de cultivos.

## C. Asesoramiento en Experimentos de Campo

### 6.1 Selección de sitios para experimentos

Uno de los aspectos más importantes en experimentación de campo, es el estudio de varios aspectos de los suelos de los campos de los agricultores en donde se van a realizar los experimentos.

En varias óportunidades los técnicos del Proyecto CATIE/SFP, discutieron en el campo, con los técnicos de cada país que estaban encargados de la ejecución de experimentos, sobre la forma de seleccionar un terreno para sembrar un experimento; evaluando la representabilidad del sitio, o sea que debe estar ubicado en un suelo de importancia agrícola por su extensión; la uniformidad de su fertilidad natural y

otras características inherentes al sitio que permitan catalogarlo como apto para el ensayo. Para el efecto, conjuntamente con los técnicos de los varios países, se realizaron muestreos de reconocimiento de suelos y otros tipos de muestreos requeridos para esta finalidad (ver cap. II-5 de este informe).

## 6.2 Técnicas de experimentación de campo

La labor desplegada por los técnicos del Proyecto CATIE/SFP, sobre el entrenamiento a los técnicos de los países, en las técnicas de experimentación de campo, fue bastante amplia. Es así, como se dieron cursos teóricos y prácticos sobre la elaboración de proyectos y ejecución de experimentos, discutiendo en detalle: los objetivos, los materiales, los métodos, el manejo de experimentos, diseños experimentales que deben usarse, manejo y tabulación de datos e interpretación de los mismos (ver cap. II del Anexo 4).

Especial énfasis, se dió al aspecto de interpretación de resultados, tendiente a la determinación de recomendaciones de fertilización. Más de 150 técnicos de todos los países del área, recibieron seminarios y realizaron prácticas sobre la forma de usar los modelos discontinuos en la interpretación de las curvas de respuesta de los cultivos a la aplicación de dosis crecientes de nutrimentos.

Para que este asesoramiento tuviera permanencia entre los técnicos, se elaboró un manual práctico sobre el uso de los modelos discontinuos, el mismo que servirá de fuente de consulta en cualquier tiempo y con cualquier cultivo que se trabaje. Este manual corresponde al Anexo 4 de este informe\*

---

\* Presentado en II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos, San Salvador, El Salvador. Marzo 13-18, 1978

### 6.3 Manejo, análisis e interpretación de datos de experimentos con fertilizantes en Centroamérica

Uno de los aportes más significativo, hecho por el Proyecto CATIE/SFP a los países centroamericanos, es el de haber seleccionado, organizado, analizado e interpretado los datos de aproximadamente 2.000 experimentos con fertilizantes, realizados con varios cultivos, desde los años sesenta en adelante en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

La información generada a través de esta labor, sobre el uso de fertilizantes en los diferentes suelos y cultivos centroamericanos, es muy amplia y constituye hasta hoy la mejor base técnica general para llegar a las recomendaciones sobre uso de fertilizantes en cada uno de los países.

Este trabajo comenzó prácticamente en el año 1964, cuando el Dr. J. Walker y sus colaboradores de los países, iniciaron la recopilación de los datos de esos experimentos, para luego finalizar esta recolección con la obtención de los datos de 1975 por parte del Proyecto CATIE/SFP. En total se recopilaron 5000 experimentos (Ver Anexo 5)\* de los cuales selección se llegaron a analizar los 2.00 experimentos ya mencionados.

El manejo de estos datos, demostró que en la realización de los experimentos habían intervenido instituciones nacionales y organismos internacionales. Que se había trabajado en unos países con más intensidad que en otros y que obviamente la metodología utilizada difería de un país a otro, e inclusive de una institución a otra en un mismo país.

Del gran volumen de datos generados, un porcentaje muy reducido

---

\* Presentado en II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. Marzo 13-18, 1978.

había sido publicado, la mayoría ni siquiera había sido analizado e interpretado. De allí que el Proyecto CATIE/SFP, consideró de importancia realizar este trabajo.

Con la valiosa colaboración del Ing. Víctor Quiroga biometrista del IICA y de la Ing. Paulina Montes de Oca, se desarrolló el programa de computación. Luego de procesados los datos en la computadora del IICA/Costa Rica se hizo un resumen de los análisis y un breve interpretación de los mismos, con los datos provenientes de El Salvador, Honduras y Nicaragua (Ver Anexo 6)\*

Finalmente se entregó a los directivos de los programas de suelos de cada país, una copia del programa de computación y una copia de las hojas de la computadora con los análisis de cada experimento.

#### 7. Informe del Proyecto de Fertilidad de Suelos en Honduras

Este informe (ver anexo 7), fue elaborado por el Dr. Donald Stryker, científico residente en Honduras del Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos, con contrato AES-CATIE-ROCAP.

El Dr. Stryker, analiza en forma muy clara la situación actual imperante en Honduras en relación con el Programa de Fertilidad de Suelos de ese país. Considera que varias instituciones intervienen en este programa y que entre éstas no existe la necesaria coordinación que permita solucionar en debida forma los problemas de fertilidad de suelos que limiten la producción de cultivos. Estima, que actualmente no existe un programa, que podría llamarse así, que tenga una planificación adecuada, a largo plazo y en coordinación con otros programas, es simplemente dice, una pequeña sección del Programa de Manejo y Conservación de Suelos del Ministerio de Recursos Naturales. Enfatiza, que si

---

\* Presentado en II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos, El Salvador, San Salvador, Marzo 13-18, 1978.

se desea enfocar la situación con seriedad debe estructurarse un proyecto bien concebido a largo plazo.

Analiza posteriormente las labores realizadas en ese país durante el año que ha permanecido en él y hace varios comentarios sobre las metodologías que se han usado o que se deben usar, sobre los factores limitantes de la producción, entre ellos el agua y también expresa sus experiencias sobre el estado de fertilidad de los suelos de Honduras y sobre los problemas nutricionales existentes,

## 8. Adiestramiento de Personal Técnico Centroamericano

En relación con la capacitación de personal técnico de los países, cuyo aspecto es de importancia para la buena marcha de los programas nacionales, el Proyecto de Fertilidad de Suelos del CATIE, realizó una amplia labor tanto en su sede (Turrialba), como en los países.

### 8.1 Seminarios en el CATIE

En el CATIE-Turrialba, ejecutó dos Seminarios, de un mes de duración cada uno, sobre: "Evaluación y Mejoramiento de la Fertilidad del Suelo", a los cuales concurren 67 técnicos de 14 países. En términos generales, el programa de entrenamiento de cada seminario, cubrió los siguientes aspectos:

1. Introducción a la evaluación de la Fertilidad del Suelo
2. Qué es un programa de Fertilidad de Suelos
3. Problemas de Fertilidad de los Suelos de Centro América
4. Qué es una muestra de suelo y muestreo de suelos
5. La materia orgánica del suelo
6. Nutrientes primarios, secundarios y micronutrientes: disponibilidad, deficiencias, toxicidades y balances.

7. Problemas de manejo de suelos en Centro América
8. Suelos ácidos, salinos y alcalinos
9. Gira al campo: problemas especiales
10. Análisis de suelos: Procedimientos de laboratorios  
Métodos de análisis  
Demostraciones y prácticas
11. Determinación de curvas de sorción: Métodos, demostraciones  
y prácticas
12. Muestreo de plantas
13. Análisis de plantas: Procedimientos de laboratorio  
Métodos de Análisis  
Demostraciones y prácticas
14. Interpretación de los análisis de laboratorio
15. Técnicas de experimentación en invernadero. Tratamientos, ejecución de experimentos e interpretación. Demostraciones y prácticas.
16. Estudios de correlación usando procedimientos de invernadero
17. Datos básicos sobre recursos naturales y climatología y su importancia en la investigación en fertilidad de suelos
18. Importancia de la investigación en fertilidad de suelos, como componente de los estudios en sistemas integrados de producción agrícola.
19. Factores de la producción de cultivos
20. Investigaciones de campo: Principios de estadística, diseños experimentales, recopilación de datos.
21. Manejo de datos y análisis estadístico.

22. Aplicación del modelo discontinuo rectilíneo en la interpretación de experimentos con fertilizantes: demostración y práctica.
23. Obtención de recomendaciones de fertilizantes
24. Preparación de guías para la aplicación de fertilizantes
25. Medidas de las relaciones insumo/producto desde el punto de vista físico y económico.
26. Problemas de mercadeo para pequeños agricultores
27. Uso y transferencia de la información obtenida
28. Segunda gira de campo: Problemas especiales
29. Examen final y evaluación del mismo.

### Participantes

Primer Seminario - CATIE, 3 - 30 de octubre de 1976

#### Costa Rica

Ing. Raimundo Amerling Mendoza

Ing. Pedro Guzmán León

#### El Salvador

Dra. Julio Mercedes de Menéndez

Ing. Galindo Eleazar Jiménez

Ing. Alfonso Efraín Ortiz Morán

Ing. Felipe Chinchilla

#### Guatemala

Ing. Ricardo Millares Jordán

#### Honduras

M.S. Roberto Banegas E.

#### Honduras

Ing. René Mendoza Z.

Lic. Reina Matamoros de Salinas

Ing. Manuel de Jesús López

Ing. Carlos Perdomo Aguilar

Ing. Wilfredo Zelaya

Ing. Mario Roberto Dubón

#### Jamaica

Sr. Earl MacDonald

Sra. H. Barker

#### Nicaragua

Ing. José Manuel Bravo Báez

Ing. José Angel Ponce Benavides

Nicaragua

Ing. Jorge Ovidio Quintana Bonilla

Ing. Rafael Vilchez Castillo

Lic. Alba Morales Ortega

Ing. Mario Delgado Sosa

Lic. Denia Doña Paíz

Panamá

Ing. Benjamín Name

Lic. Alfonso Snigh

Segundo Seminario CATIF-  
Julio 18 - Agosto 12, 1977  
Centro América  
Costa Rica

Ing. Franklin Aguilar Q.

Ing. Héctor Coward L.

M.S. Ramiro Jaramillo C.

Ing. Jorge H. Morera M.

El Salvador

Dra. Bertha Amaya de Belloso

Ing. Nelson Hernández Ch.

Ing. Amilcar A. Menjivar D.

Dra. Blanca Sandoval de Cedeño

Ing. Oscar E. Menendez M.

Guatemala

Lic. María E. Coronado R.

Ing. José H. Martínez F.

Ing. Pedro O. Rivera G.

Honduras

Ing. Romualdo Bautista R.

Ing. José H. Fiallos R.

Ing. José F. Martínez M.

Ing. José A. Pinto A.

M.S. Daniel T. Walters

Ing. Henry Bond

Ing. Rafael Hernández P.

Ing. Angel R. Ortiz V.

Ing. Antonio Valdés P.

Nicaragua

Ing. Carlos J. Chavez R.

Ing. Roger Montalván D.

Ing. José R. Peralta V.

Ing. Miller Guerrero C.

Ing. Trinidad Murillo C.

Lic. Rynald Tapia V.

Otros paísesBolivia

Ing. Enrique Jaldín C.

Brasil

Ing. María A. Dos Santos

Ecuador

Ing. Leonardo Mora E.

Ing. Jaime Ortiz G.

Panamá

Ing. José R. Arauz R.

Ing. Daniel Batista

Perú

Ing. Silvestre Fernández V.

Ing. César Luna F.

Ing. Salvador Flores P.

República Dominicana

Ing. Diógenes E. Pérez R.

Estados Unidos

M.S. Marcie Mersky

Holanda

Sr. Bert Beeckman

Sra Adelina Beeckman

Jamaica-

Ing. Richard C. Harrison

Ing. Lennon W. Taylor

**8.2. Seminarios en los Países**

El Proyecto de Fertilidad, proporcionó entrenamiento aproximadamente a 100 técnicos de Nicaragua, El Salvador y Honduras en "El Uso de Modelos Discontinuos en la Interpretación de Resultados Experimentales

con el Uso de Fertilizantes", mediante la realización de seminarios de una semana de duración en cada uno de los países indicados.

El Programa general de estos seminarios, contempló los siguientes tópicos:

1. Metodología práctica de campo para la investigación con fertilizantes
2. El uso de modelos matemáticos en la interpretación de datos de ensayos de respuesta a la aplicación de fertilizantes y su comparación con el Modelo Discontinuo Rectilíneo.
3. Cálculo detallado de los modelos discontinuos de 2,3,4 puntos, etc. Usando datos de ensayos típicos de respuesta a la aplicación de un solo nutrimento. Práctica.
4. Cálculo detallado de los modelos discontinuos de 2,3,4 puntos, etc. Usando datos de ensayos típicos de respuesta a la aplicación de dos y/o tres nutrimentos. Práctica.

#### PARTICIPANTES

Primer Seminario - INTA. Managua, Nicaragua - 26-29 de setiembre de 1977

Ingenieros:

Mario Corea Molina	Heliodoro Conrado F.
Melía Medrano Moncada	Juan García Miranda
Mario A. Delgado S.	Eliseo Ubeda B.
José Guadalupe Rivera	José Angel Ponce B.
Emilio Leypón L.	Laureano Pineda L.
José Manuel Bravo B.	Danilio Gomez L.
Reynaldo Blozayla S.	José M. Obando E.
Carlos Castillo G.	Mauricio Alvarez B.

Rodolfo F. Dávila H.  
 Samuel Avendaño L.  
 Harold Miranda Y.  
 Germán Hernández G.  
 Mauricio López M.  
 Henry Matus P.

Joseph M. Alemán  
 Jorge O. Quintana B.  
 Roger Montalvan D.  
 Germán E. Bohorge  
 Dra. Guadalupe Ch. de Rivera

Segundo Seminario CENTA-Sta. Tecla - El Salvador 4-7 de octubre de 1977

**Ingenieros:**

Felipe J. Chinchilla  
 Galindo E. Jiménez  
 Alfonso E. Ortiz M.  
 Oscar Menendez M.  
 José R. Salazar  
 Amílcar A. Menjivar  
 Mauricio Monterrosa  
 Manuel Cortez F.  
 Carlos W. Valdez A.  
 Máximo Cruz A.  
 Luis F. Martínez  
 Ricardo A. Barahona  
 Julio C. Bonilla  
 Miguel E. Menendez  
 María I. de Nuñez

Carlos M. García  
 Francisco A. García R.  
 Hernán E. Amaya M.  
 Mario A. Flores M.  
 Salvador González A.  
 Luis A. Guerrero

**Doctoras:**

Teresa E. de Calderón  
 Lidia H. de Mejía  
 Julia M.T. de Menendez  
 Sonia L. Bonilla  
 Bertha A. de Beloso  
 Blanca D.S. de Cedeño  
 Ana G. Alvarado

Tercer Seminario - IICA Tegucigalpa Honduras. 28 noviembre-2 diciembre, 1977**Ingenieros:**

J. Francisco Martínez

Rafael H. Pedrano

J. José Osorto

Feliciano Paz F.

Manuel de J. López

Héctor R. Fernández I.

Osmar Girón C.

Adán Bonilla C.

José R. Ramírez

Rigoberto Nolasco P.

Henry J. Bond III

Daniel Walters

J. René Medina Z.

Rómulo A. Pascua

Luis A. Bustamante

Héctor R. Trochez

José Oset Rodríguez

José M. Funes

Antonio Valdéz P.

Jacinto Avila S.

Hernando Ureña B.

Ricardo Zelaya R.

Bernardo Padilla N.

Eliseo Polanco M.

### III. SUBPROYECTO DE SUELOS ANALOGOS

#### 1. INTRODUCCION

Dentro de las actividades consideradas en el Proyecto de Fertilidad de Suelos del CATIE, la determinación de suelos análogos o analogías de suelos, constituye una de las acciones de mayor impacto potencial, no sólo a nivel de área, sino, talvez a nivel continental.

Básicamente, el buscar analogías de suelos ha sido y continúa siendo una preocupación constante del investigador que enfoca su investigación hacia la solución de problemas reales de producción de alimentos; por el contrario, talvez no es de interés para el investigador "clásico" dedicado a la investigación "básica" donde no se toman en cuenta las condiciones del agricultor ni su medio.

No debe olvidarse que en la investigación, todo experimento es de tipo específico para el sitio en que se lo realiza, y el grado de transferencia de sus resultados a áreas diferentes dependerá en mucho, de la similitud de condiciones ambientales con el sitio original; o sea que la transferencia de tecnologías no es solamente función de variedades, ni de climas; sino del medio ambiente en general, que incluye el aspecto suelos además de otros factores de orden socio económico.

Al trabajar en analogías de suelos, en una primera etapa, se busca crear una metodología que pueda ser aplicable en los países del área centroamericana, haciendo uso de la información básica de suelo, climas y otros existentes en cada país, además de utilizar la capacidad técnica de profesionales del área centroamericana con pleno conocimiento de la situación existente en sus países, además de contar con el apoyo logístico de las entidades oficiales del propio gobierno.

Pero, qué se busca con analogías de suelos y porqué del interés que despierta no sólo en nuestro medio, sino ya a nivel continental?

Nuestra respuesta es que con los Análogos o Analogías se busca identificar suelos de características químicas, física y medioambientales análogos y que a pesar de encontrarse en áreas geográficas diferentes, puedan ser manejados en forma análoga desde el punto de vista agrícola.

Sus ventajas ligadas a la investigación y producción agrícola son las siguientes:

1. Permite la agrupación de suelos de similar potencial agrícola.
2. Agrega una nueva dimensión a la investigación agrícola en sentido de que aumenta su eficiencia, puesto que a través de una selección adecuada de suelos, se evita duplicación de esfuerzos en suelos "análogos".
3. Permite una mejor y más confiable intra y extrapolación de resultados, desde el momento que facilita la determinación y definición de "gradientes" de los factores físico-químico-ambientales.
4. Consecuentemente y a nivel de producción, aumenta las probabilidades de una mejor transferencia de resultados experimentales y de tecnologías.
5. Permite la posibilidad de una mejor planificación de la investigación a nivel regional, ya que con base en el uso de análogos, se puede lograr un mejor ordenamiento de la planificación de investigación, evitando la duplicidad de esfuerzos dentro de un país y entre países.
6. Las analogías de suelos constituyen el fundamento para la determinación

de fincas análogas", aspecto éste que es el avance lógico hacia el cual deben dirigirse los programas y proyectos de sistemas de producción de cultivos para pequeños agricultores actualmente en progreso en el área centroamericana.

El análisis cuidadoso de estas ventajas, y otras que pudieran haber, dan el atractivo que tiene el subproyecto de suelos análogos. Sin embargo, la complejidad que conlleva es grande por la diversidad de aspectos a ser considerados y estudiados; consecuentemente, los esfuerzos de tipo técnico, económico y logístico son igualmente grandes.

En el momento actual, aún no se dispone de una metodología definitiva, probada y aceptada para los países del área; pero se ha concluido una primera etapa con base a los lineamientos definidos en la I Reunión Regional de Suelos Análogos efectuada en CATIE en octubre de 1977, como se comenta más adelante.

## 2. ANTECEDENTES

Durante el período en el cual el Proyecto estuvo bajo la responsabilidad de la Universidad de Carolina del Norte (Convenio NCSU/AID-ROCAP), 1975, se ha producido y recolectado una apreciable cantidad de datos procedentes de experimentos en fertilidad de suelos o relacionados con el uso de fertilizantes en los países del área.

Es evidente que información similar ha sido y continúa siendo producida por diversos organismos, sean oficiales o privados.

Pocos han sido los esfuerzos de tratar de correlacionar dichos resultados con suelos o ambientes similares dentro o fuera de los sitios de origen.

En el afán de buscar una metodología adecuada para transferencia

de esos resultados, dentro del país de origen o a países vecinos, se ha identificado que la determinación de suelos análogos puede constituir dicha metodología, siempre y cuando se ajuste a las posibilidades y condiciones del área centroamericana.

### 3. TRABAJOS INICIALES

En el año 1976, con el Proyecto de Fertilidad de Suelos del CATIE, bajo la dirección del Dr. J. Walker, los Drs. C. Simmons y R. Bocchenciamp, con contrato temporal con AID/ROCAP, hicieron un recorrido por América Central, para luego elaborar un informe cuyas recomendaciones contienen una metodología provisional para la preparación de análogos.

El objetivo del estudio a cargo de los Drs. Simmons y Boccheciamp, fue el de desarrollar un catálogo de suelos análogos para Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica, de manera que permita la transferencia o uso de datos experimentales obtenidos en determinado lugar a otros lugares comparables en características de suelos, aunque no sean comparables en todas sus características taxonómicas y que se encuentren en un país o en varios países.

En su informe el Dr. Simmons indica que "con base en su conocimiento del área centroamericana, amplio en los casos de Guatemala y Honduras muy general en el caso de El Salvador y escaso en Costa Rica y Nicaragua, es posible establecer analogías de suelos entre los diferentes países aunque un mismo análogo no sea común en todos los países".

Su recorrido por los países, se limitó a aquellas áreas bajo influencia del Proyecto de Fertilidad de Suelos del CATIE.

La metodología provisional (ver Anexo 8)\* que recomienda, considera

---

\* Bazán R. Roseña del trabajo en Suelos Análogos de América Central. En II Reunión sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. San Salvador, El Salvador. 13-18, 1978.

la definición de once parámetros, en su mayoría, referentes a suelos. Estos parámetros son cuantificables y por ello admiten rangos de variación en cada uno de ellos.

Lamentablemente, la acción realizada por Simmons y Boccheciamp constituye un esfuerzo aislado sin que hubiera tenido continuidad en correlacionar suelos de los países estudiados. Ellos definieron los once parámetros, en diversos suelos de Nicaragua, Guatemala y El Salvador, aunque sin llegar a establecer los niveles o grados de analogía por falta de datos en fertilidad de suelos principalmente.

Sin duda que el tiempo limitado de su permanencia en el área, fue causa principal para que los autores no afinaran su propuesta de manera que pudiera ser sometida a prueba en los restantes países; de manera que el documento o informe elaborado quedó como un conjunto de recomendaciones parciales sin haber llegado a hacer un estudio más detallado o al establecimiento de verdaderos análogos de suelos.

#### 4. ESTADO ACTUAL

En julio de 1977, CATIE contrató a los Drs. P. Duisberg y H, Newton y al Ing. M. Bejarano para proseguir la acción iniciada por Simmons y Boccheciamp. Ellos visitaron los países del área con el propósito de obtener información adicional referente a suelos, climas, programas de fertilidad de suelos, etc., que pudiera ser adecuada para definición y preparación de analogías de suelos.

La información recolectada ha servido de base para la preparación de informes que refleja el "estado del arte" actual de los países en los aspectos indicados. Estos informes estuvieron disponibles durante la Primera Reunión Regional.

Sin embargo y con el propósito de concentrar sus esfuerzos en la preparación de Análogos, realizaron ciertas acciones previas necesarias, puesto que hasta ese momento no se tenía una metodología precisa y comprobada para el medio centroamericano.

Además se estimó conveniente determinar previamente el grado de conocimiento en Análogos en el área centroamericana, para lo cual se organizó la Primera Reunión Regional en Suelos Análogos (Anexo 8)\*realizada en el CATIE, del 18 al 20 de octubre de 1977, con la participación de distinguidos profesionales en la ciencia del suelo, de los países de América Central y de Panamá.

Haciendo un breve resumen de la Primera Reunión, se indica que sus objetivos fueron:

1. Determinación el grado de información existente en cada uno de los países en el aspecto de suelos en general, que pudiera servir de base para la preparación de Análogos.
2. Generar la metodología a seguir por los países centroamericanos para la preparación de análogos y
3. Coordinar las labores a nivel internacional (centroamericano)

Los objetivos así delineados fueron cumplidos durante el desarrollo del evento.

En el punto 1 se evidenció que Nicaragua es el país que posee mayor información en suelos, especialmente en el aspecto de cartografía, ya que aproximadamente el 85% del territorio nacional se encuentra mapeado en diverso grado de detalle.

---

\* Bazán R. Reseña del trabajo en suelos análogos de América Central. En la Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. San Salvador, El Salvador, marzo 13-16, 1978.

Honduras es otro de los países que sin tener el avance de Nicaragua, presenta condiciones favorables para la definición de análogos. Desafortunadamente, la ausencia de delegados de El Salvador impidió, en ese momento, conocer su grado de avance en el campo de suelo. Finalmente, Costa Rica, Guatemala y Panamá en ese orden, presentaban menores posibilidades para el estudio de análogos.

En el punto 2, no fué posible generar una metodología definitiva aceptable para todos los países, por razones obvias y tan solo se produjo una metodología tentativa, como producto de la recomendación del grupo de trabajo nombrado por los participantes para tal efecto.

La metodología tentativa se basó en la consideración de factores de clima y de suelos, tomando como base para ello:

- a) El sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge.
- b) El sistema de clasificación de aptitud de tierras del USDA y
- c) La taxonomía de suelos del USDA, 7° aproximación.

De acuerdo con esta metodología, la unidad de definición de los análogos sería la Unidad de Capacidad, identificada por la fórmula: A-IIe-1a donde:

A = Zona bioclimática (sg. Holdridge)

II = Clase de tierra

e = Subclase de tierra

1 = Unidad de capacidad

a = Limitación específica

El grado de definición de la Unidad de capacidad dependerá entre otros factores, del grado de categorización del suelo en estudio.

Así Nicaragua los tiene a nivel de Series y Fase, al igual que El Salvador, mientras que Honduras los tiene a nivel de Familia, y algo en Series.

Si bien la metodología propuesta de cierto énfasis al aspecto de clasificación de suelos, se hace evidente la necesidad de complementarla, con la comprobación de los análogos ya definidos, a través de estudios de fertilidad de suelos en condiciones de campo; sin ésta fase complementaria sería imposible establecer la analogía de suelos con miras a su utilización práctica que es el uso de análogos con fines de producción de alimentos o de usos relacionados con tal propósito.

Tentativamente para la definición de los análogos se sugirió la determinación de los siguientes parámetros:

1. Unidad bioclimática
2. Unidad Fisiográfica
3. Subgrupos y familia de suelos
4. Relieve
5. Material Parental
6. Profundidad efectiva
7. Clase textural
8. Drenaje Natural
9. Erosión Potencial o actual
10. Fertilidad aparente
11. Salinidad
12. Alcalinidad
13. Otras

Cada parámetro deberá ser categorizado adecuadamente si fuera necesario.

Finalmente se recomendó considerar a Nicaragua, El Salvador y Honduras como los países, dentro de los cuales se iniciaría el estudio piloto de definición de análogos. En este estudio participarían técnicos de los países involucrados así como de CATIE con el apoyo financiero del Proyecto de Fertilidad de Suelos del CATIE y con el necesario apoyo logístico de los propios países.

Los resultados obtenidos en este estudio preliminar serían oportunamente dados a conocer en una II Reunión Regional de Análogos, a realizarse en Managua, Nicaragua en febrero de 1978.

Al mismo tiempo la presentación y discusión de tales resultados permitiría decidir la conveniencia de aplicar la metodología probada, a los países restantes.

##### 5. CONTINUACION DEL TRABAJO EN ANALOGOS

El mandato de la Primera Reunión se cumplió en lo que respecta a la definición de Análogos en los 3 países mencionados, pero, la selección de Nicaragua como país sede de la II Reunión Regional debió ser cancelada por causas fuera de nuestro control, para realizarla en El Salvador.

Para la definición de Análogos se formó un grupo de trabajo que en forma abnegada ha realizado un esfuerzo digno de encomio, cuyos resultados creemos que constituye el punto inicial para la determinación de suelos Análogos en América Central. Sin embargo, esto es apenas el comienzo y queda mucho por hacer; para ello se hace necesario contar con

con la decisión y el apoyo logístico de cada país, ya que de otro modo el solo esfuerzo aislado de cualquier organismo internacional será insuficiente.

El grupo de trabajo en esta primera etapa ha estado compuesto por los siguientes profesionales:

Nicaragua: Ing. Eduardo Marín MAG/Catastro

El Salvador: Ing. Miguel Rico DGSRNR

Ing. Roberto Denys DGSRNR

CATIE: Dr. Peter Duisberg

Dr. Rufo Bazán

Centro Científico Tropical, Costa Rica: Dr. Joseph Tosi.

Se hace mención al apoyo y cooperación estrecha recibida de los siguientes profesionales:

El Salvador: Dr. Frank Calhoun CENTA/U.F.

CATIE: Dr. Harvey Newton

Ing. Washington Bejarano

Honduras: Ing. Haluk Yuksel, Dirección Catastro

El "modus operandi" del grupo de trabajo se presenta en capítulo aparte por su extensión y detalle incluido.

## 6. PROCEDIMIENTO UTILIZADO

El procedimiento adoptado en el estudio preliminar de analogías de suelo comprendió las siguientes etapas:

- I. Evaluación de los países para el estudio
- II. Delimitación del área geográfica en los países seleccionados
- III. Selección de suelos para el estudio
- IV. Definición de los parámetros de indentificación de los suelos

- V. Cuantificación y codificación de los parámetros
- VI. Procesamiento de la información en computadora
- VII. Análisis e interpretación de los resultados
- VIII Comprobación de los Análogos
  - a) por observación directa en el campo
  - b) por correlación con resultados de experimentos de campo.

## 7. DESCRIPCION DEL PROCESO

### 7.1 Evaluación de los países

La información existente y disponible en aspectos de suelos en determinado país, constituye la base fundamental para la elaboración de analogías de suelo. En América Central, ésta información es muy variable y no en todos los países es uniforme, tanto en términos de área geográfica cubierta por los estudios, como también por la desuniformidad en los propios estudios por la diversidad de metodologías empleadas, y más aún, parece existir una falta de comunicación entre los especialistas en las diversas líneas en la ciencia del suelo.

En el sub proyecto de suelos análogos fue necesario efectuar una evaluación de los países en lo que respecta a existencia y disponibilidad de información en suelos, que pudiera ser utilizada en la preparación de los análogos. Esta evaluación cubrió aspectos tales como existencia de mapas y estudio de suelos en general, mapas de capacidad y uso potencial, cantidad y distribución de experimentos en fertilidad de suelos; colaboración potencial de instituciones en cada país. El resultado de esta evaluación, en la que no se incluyó a Panamá, muestra que Nicaragua es el país que presenta mejores condiciones, seguido en forma decreciente por El Salvador, Honduras, Guatemala y Costa Rica.

Consecuentemente, para el estudio preliminar en analogías de suelos se escogieron los 3 primeros países, Nicaragua, El Salvador y Honduras.

## 7.2 Delimitación del área geográfica en los países seleccionados

Aún disminuyendo el número de países para el estudio preliminar, el área total involucrada resultaba demasiado extensa (Nicaragua 130.000 Km<sup>2</sup>, El Salvador 21.000 Km<sup>2</sup> y Honduras 111,728 km<sup>2</sup>), de manera que dentro de esta extensión total se estimó necesario y conveniente delimitar una área geográfica menor que permitiera un manejo más fácil de la información disponible. Además, el criterio esencial para ésta segunda delimitación de área fue la cantidad de información de campo disponible en fertilidad de suelos, a la vez que ésta área, era de atención prioritaria actual por los propios países, desde el punto de vista de uso agrícola.

Con éstos requisitos, finalmente quedó definida el área que involucró la región de la costa del Pacífico en El Salvador y Nicaragua con una extensión aproximada de 12.000 Km<sup>2</sup> en cada país. Esta región corresponde a condiciones de clima y de suelo muy similares, caliente-seco en el primer caso y con predominio de suelos de origen volcánico en el segundo caso. En Honduras, el área escogida es de aproximadamente 4.000 Km<sup>2</sup> y el criterio de selección fue de tener una área que constituye una continuación de la región norte-central de Nicaragua, tendiente a conformar un solo bloque entre los 3 países.

De manera que en total el área geográfica para el estudio preliminar fue de aproximadamente 29.000 Km<sup>2</sup>.

### 7.3. Selección de suelos para el estudio

Definida el área para el estudio preliminar, los técnicos de Catastro en Nicaragua y Honduras y los de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables de El Salvador, determinaron las series de suelos comprendidos en dicha área en cada país.

En Nicaragua se determinaron 104 series, en El Salvador 61 series y en Honduras 21 series, haciendo un total de 186 series de suelos.

La denominación de las series y su correspondiente símbolo o código para identificación posterior se presenta en el Anexo 11 de este informe\*.

### 7.4 Definición de los parámetros para identificación de los suelos

Con base en las recomendaciones de la I Reunión Regional de Suelos Análogos, realizada en CATIE en octubre de 1977, se definieron los parámetros básicos para identificación de los suelos seleccionados para el estudio.

Estos parámetros son los siguientes:

1. Bioclima (vegetación y clima)
2. Fisiografía del terreno
3. Topografía del terreno
4. Material parental del suelo
5. Profundidad efectiva
6. Grupo textural

---

\* Bazán R. Primera aproximación de Suelos Análogos de Centro América. En II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. San Salvador, El Salvador, marzo 13-18, 1978.

7. Drenaje natural
8. Erosión y/o erodabilidad
9. Fertilidad
10. Salinidad
11. Alcalinidad
12. Clasificación de grupos (7° aproximación)

Dentro de cada parámetro básico se establecieron los rangos adecuados de variación, de manera que permita una identificación clara del suelo. En total se establecieron 154 parámetros secundarios, los mismos que se utilizaron en la codificación para el procesamiento en computadora.

#### 7.5 Cuantificación y Codificación de los parámetros

Una descripción completa de la metodología seguida para la determinación y cuantificación de los parámetros se presenta en documentos separados. El correspondiente al parámetro básico de Bioclima, a cargo del Ing. E. Marín (ver Anexo 9)\* y el de parámetros básico de suelo, a cargo del Ing. Miguel Rico (ver Anexo 10)\*\* de El Salvador. Se incluye así mismo una página de descripción de las zonas de vida identificadas en el Salvador y Honduras, por el Dr. Joseph Tosi, del Centro Científico Tropical, Costa Rica; así como el Diagrama para la Clasificación de zonas de vida (L.R. Holdrige), que fue el utilizado para la descripción del parámetro de Bioclima.

---

\* Marín, E. Metodología utilizada en el aspecto bioclimático. En II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. San Salvador, El Salvador, marzo 13-18, 1978.

\*\* Rico M. Metodología utilizada en el aspecto de Suelos. En II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. San Salvador, El Salvador, marzo 13-18, 1978.

Para el efecto de descripción del parámetro de Bioclima, se tomó como base la calificación de zonas de vida de L. R. Holdridge, por cuanto, es un método aceptado en América Latina, donde la mayoría de los países poseen los respectivos mapas. Sin embargo, para el caso de El Salvador y Honduras fue necesario revisar y actualizar dichos mapas con el fin de establecer las transiciones entre zonas de vida, a la vez que preparar nuevos mapas de una escala que permitiera incluir el detalle de transiciones. La escala del nuevo mapa revisado fue de 1:50,000. Para efectos de publicación los mapas serán elaborados a la escala de 1:300,000, de manera que sean compatibles con otros mapas de suelos y así permitan su superposición si así se requiere.

La revisión de los mapas en El Salvador y Honduras se limitó al área cubierta por los suelos seleccionados para el estudio preliminar de análogos.

Para Nicaragua se utilizó el mapa de Zonas de Vida ya existente el cual presenta las transiciones correspondientes.

El trabajo de revisión de los mapas de zonas de vida fue hecho por el Dr. Joseph Tosi, del Centro Científico Tropical, Costa Rica con el apoyo financiero de CATIE y el apoyo logístico de la Dirección General de la Secretaría de Recursos Naturales Renovables de El Salvador y de la Oficina de Catastro de Honduras.

#### 7.6 Procesamiento de la información

Una vez codificada la información de suelos, ésta fue procesada en la computadora de la National Cash Register, de San Salvador. Los resultados obtenidos permiten identificar niveles o grados de analogía

entre suelos de cada país y entre países (ver Anexo 11)\*.

Los niveles de analogía se determinan por el número de parámetros básicos análogos o similares, o sea que el máximo nivel o grado de analogía tendrá un valor de 12 si acaso dos suelos presentan una analogía completa en los 12 parámetros básicos.

### 7.7 Análisis e Interpretación de los resultados

La presentación y discusión de resultados fue objeto de otros documentos a cargo del Ing. Miguel Rico (ver Anexo 12)\*\* y Dr. Rufo Bazán (ver Anexo 13)\*\*\*.

### 7.8 Comprobación de los Análogos

En el procesamiento actual la identificación de analogías de suelos se basa fundamentalmente en:

1. Descripción de los suelos, a nivel de campo (Ver Anexo 14)\*\*\*\*, con el fin de caracterizarlos hasta su categorización bajo la 7° aproximación. De esta descripción se extrae la información requerida por cada uno de los parámetros secundarios y consecuentemente definir

---

\* Bazán, R. Primera aproximación de suelos análogos de Centro América. En II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. San Salvador, El Salvador, marzo 13-18, 1978.

\*\* Rico, M. Resultados obtenidos de la computación de las variables consideradas para comparar los suelos de El Salvador. En II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. San Salvador, El Salvador, marzo 13-18, 1978.

\*\*\* Bazán, R. Analogías de suelos de Honduras. En II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos, San Salvador, El Salvador, marzo 13-18, 1978.

\*\*\*\* Denys R. Los suelos agrícolas de El Salvador de 0 a 500 metros sobre el nivel del mar. En II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos. San Salvador, El Salvador, marzo 13-18, 1978.

el parámetro básico. La descripción del parámetro de bioclima se hace con base en la clasificación de zonas de vida, ya antes indicada.

En cualquier caso en ésta fase predominan el conocimiento profesional del técnico, siempre subjetivo, aunque teniendo a mano recursos adecuados de laboratorio y de campo, que permitan respaldar sus descripciones.

2. La definición de analogías mediante computadora. Esta segunda fase también puede ser efectuada en forma manual, con el lógico incremento en el tiempo necesario para realizar el trabajo.

De cualquier modo, se hace evidente la necesidad de comprobar las analogías definidas manual o mecánicamente. Esta comprobación a su vez debe comprender dos etapas.

- a) Comprobación mediante observación directa de perfiles de suelo
- b) Comprobación mediante correlación de analogías con resultados de experimentos de campo en fertilidad de suelos.

Diffícilmente podrá aceptarse la definición de analogías en ausencia de su comprobación adecuada por cualquiera de las dos formas indicadas y mejor si es con la realización de ambos. A su vez, la correlación con resultados experimentales puede hacerse con resultados existentes, bien mediante la respuesta de nuevos experimentos.

En el presente estudio preliminar se procederá con ambos tipos de resultados. En el primer caso, con resultados existentes, se está haciendo uso de resultados de más de 5000 experimentos en fertilidad de suelos y uso de fertilizantes localizados en los diferentes países por diversos autores pertenecientes a organismos oficiales o privados.

Si la comprobación de análogos es satisfactorio, corresponderá luego aplicar la metodología delincada en otras regiones de los países ahora estudiados y de los restantes países de América Central y Panamá.

### 8. II REUNION DE SUELOS ANALOGOS

La metodología antes descrita, así como los resultados obtenidos por el grupo de trabajo en ésta primera etapa, fueron expuestos en la II Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos, realizada en San Salvador, El Salvador entre el 13 y 18 de marzo, 1978, cuya organización y desarrollo se presenta en el Anexo 15.

Como contribución a esta Reunión, se presentaron 20 documentos, 13 de ellos referentes a Análogos de Suelos y los restantes referentes al Proyecto de Fertilidad de Suelos propiamente dicho (Anexo 16). Todos estos documentos constituyen parte del Informe Final de la Reunión, pero se incluyen en el presente informe final en forma de anexos.

### 9. INFORME FINAL DEL DR. P. DUISBERG SOBRE EL SUBPROYECTO DE SUELOS ANALOGOS

El Dr. P. Duisberg, trabajó como consultor del Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos del CATIE y específicamente en el Subproyecto de Suelos Análogos, desde julio de 1976 hasta marzo de 1978, bajo un contrato con CATIE/ROCAP.

El Dr. Duisberg, manifiesta que los objetivos de su trabajo estaban dirigidos a:

1. Planificar e iniciar un componente de suelos análogos en el Proyecto de Fertilidad de Suelos del CATIE.
2. Guiar dicho componente hacia resultados que serían aceptados por los

países centroamericanos, cuyos resultados pueden ser mejorados en el futuro.

3. Dar impulso al esfuerzo de coordinación continuada dentro del CATIE. Indica, que se desarrolló una pedología para suelos análogos y que se la puso en práctica en ciertas áreas de tres países, con la colaboración de científicos en suelos de centroamérica y del CATIE. Estos resultados se presentaron en una reunión regional, en la cual se solicitó al CATIE que continúe con esta labor. El futuro del Proyecto es excelente si el CATIE continúa con el liderazgo, ayudando a los programas de los países por medio del personal regular del Centro en la planificación y asesoría con trabajos de laboratorio, clasificación, ensayos de fertilidad, manejo y conservación de suelos. Considera que no hay razón para que el soporte que hay actualmente en el CATIE, no se cristalice en un plan de trabajo cuidadosamente concebido en relación con los sistemas de fincas y sus análogos. Copia de este informe consta en el Anexo 17.

**IV. DIAGNOSTICO DE LOS PROGRAMAS DE SUELOS DE LOS PAISES**  
**CENTROAMERICANOS Y DE PANAMA**

**1. Clasificación, fertilidad y conservación de suelos**

Para emprender, en un país o en una región, con la realización de un programa, de cualquier naturaleza que sea este, es necesario conocer cual es el estado actual del o de los programas existentes que estan relacionados con los aspectos de nuestro interés. De allí que el Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos del CATIE, consideró conveniente elaborar un documento, que diera a conocer y analizar la situación particularizada de cada uno de los países del Istmo Centroamericano incluido Panamá, sobre los aspectos de clasificación, fertilidad y conservación de suelos.

En el documento de cada país se proporciona información algo por-  
menorizada sobre los siguientes aspectos:

1. Historia de la ciencia del suelo
    - A. Clasificación de suelos
    - B. Fertilidad de Suelos
    - C. Conservación de Suelos
  2. Entidades y organismos que trabajen en suelos y sus funciones
  3. Disponibilidades de laboratorios de suelos
  4. Disponibilidades de personal técnico que trabaja en suelos
  5. Relación de suelos con agencias y organismos de otros campos
  6. Conclusiones y sugerencias sobre clasificación, fertilidad y conservación de suelos.
  7. Listas de referencias y listas de mapas de trabajos en suelos
- Los anexos 18, 19, 20, 21, 22 y 23(\*) corresponden a los documentos

de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá respectivamente.\*

2. Los programas nacionales de fertilidad de suelos de Costa Rica, El Salvador, Honduras y Panamá.

Un ligero bosquejo sobre el estado actual, organización, facilidades y proyecciones de los programas de fertilidad de los Ministerios de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, El Salvador y Panamá y del Ministerio de Recursos Naturales de Honduras, se presenta en los anexos 24, 25, 26 y 27\*.

Esta información fue elaborada por los Jefes de los Programas de Fertilidad de Suelos de los respectivos países y de ella se desprende que al menos los países que tienen este informe están realizando sus trabajos e investigación de laboratorio, invernadero y campo con la metodología definida e implementada en forma definitiva por el Proyecto CATIE/SEP, como una continuación de la labor realizada por el ISFEI.

---

\* Presentados en Reunión Regional sobre Fertilidad y Análogos de Suelos, San Salvador, El Salvador, marzo 13-18, 1978.

**V. EVALUACION DEL PROYECTO CENTROAMERICANO DE FERTILIDAD DE SUELOS****REALIZADO POR AID**

El Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos del CATIE, fue evaluado a mediados de agosto de 1977 por el Dr. Robert W. Pearson de la Universidad de Auburn, Auburn, Alabama, Contrato ROCAP.

El resumen de las observaciones realizadas por el Dr. Pearson, es el siguiente:

1. A la fecha, se han cumplido, todos los requerimientos del Proyecto.
2. El Proyecto de Fertilidad de Suelos, ha tenido un impacto regional tremendo.
3. La terminación de los contratos de los técnicos con CATIE, retardará el progreso en Nicaragua y Honduras.
4. El archivo más completo de datos sobre ensayos de campo en fertilidad y análogos de suelos de Centro América, se encuentra en CATIE.

## VI. RECOMENDACIONES

Durante la reunión final del grupo de técnicos centroamericanos, que colaboraron con el Proyecto de Fertilidad de Suelos y con el Subproyecto de Suelos Análogos, llevado a cabo en San Salvador del 13 al 18 de marzo de 1978, fueron debidamente analizadas y revisadas, país por país, todas las actividades llevadas a cabo en el Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos, desde su inicio en marzo de 1976, hasta su finalización en marzo de 1978.

Hasta el momento de escribir este Informe Final, CATIE no ha podido analizar las recomendaciones hechas por los participantes centroamericanos en la mencionada reunión, para así definir el mecanismo por el cual proveerá a los países centroamericanos, el beneficio máximo de haber creado en el CATIE, mediante el contrato con ROCAP, un sistema capaz de producir alternativas para los pequeños agricultores, sobre el uso correcto de fertilizantes en cultivos y sistemas de cultivos.

Se considera que los próximos meses serán críticos para el CATIE, porque utilizando el sistema creado por el contrato con ROCAP, debería tomar ventaja de la situación y aprovechar la tremenda oportunidad que tiene para servir a los pequeños agricultores, instituciones y naciones centroamericanas. Habida cuenta, que se han expresado sentimientos favorables sobre la labor realizada por el Proyecto Centroamericano de Fertilidad de Suelos y existe manifiesta expectación en todos los países del área sobre el futuro que seguirá el Proyecto.

Desde éste punto de vista, una actuación indiferente de parte del CATIE, se considera que no sería beneficiosa para este organismo.

Tomando en consideración las sugerencias vertidas en la reunión de San Salvador y de acuerdo a los avances obtenidos y la labor realizada por el Proyecto a nivel centroamericano, es necesario que se hagan las siguientes recomendaciones, para que a través del cumplimiento de las mismas, las acciones del proyecto continúen con el mismo dinamismo que han tenido hasta ahora y no sufran un estancamiento que sería perjudicial para los programas nacionales que indudablemente requieren el apoyo técnico permanente del CATIE.

#### I. RECOMENDACIONES SOBRE FERTILIDAD DE SUELOS

##### a. Recomendaciones para el CATIE

1. Una vez institucionalizada en el CATIE la capacidad de trabajo en fertilidad de suelos y transferida en diferente grado esta capacidad a los países centroamericanos, es imperativo que el CATIE prosiga en esta labor de difusión y asistencia técnica para que los beneficios del proyecto no se restrinjan y más bien lleguen a tener una acción permanente en el área.
2. Después de terminado este proyecto en marzo de 1978, el programa de fertilidad de suelos del CATIE, queda muy débil en cuanto a la disponibilidad de personal técnico.

En vista de la tremenda oportunidad que tiene actualmente el CATIE de ser el líder en las actividades de fertilidad de suelos y suelos análogos, en Centroamérica, se hace una recomendación muy especial al CATIE de ubicar por lo menos un técnico adicional en suelos. La responsabilidad principal de este técnico será la de proveer asistencia técnica y coordinación en la planificación, ejecución y análisis de ensayos de fertilidad de suelos y en la utilización de éstos ensayos para probar suelos análogos.

3. Que el laboratorio del CATIE, ponga en marcha un sistema apropiado para el control de la calidad de los análisis de suelos y plantas en los laboratorios de los países Centroamericanos y de Panamá.
4. Que el laboratorio del CATIE, continúe investigando en la calibración y correlación de los análisis y en la modificación de metodologías que así lo requieran, cualquier avance que obtengan en este sentido, lo ponga de inmediato a disposición de los laboratorios del área.
5. Que el CATIF, ofrezca en forma permanente, entrenamiento en servicios a los técnicos de los países del área, sobre la metodologías de trabajo más actualizadas en laboratorio, invernadero y campo.
6. Que el CATIE, maneje y difunda a nivel regional toda la información que se obtenga con los trabajos de fertilidad de suelos.

b. Recomendaciones generales

Se sugiere a los países:

1. Que uniformicen las metodologías de investigación en fertilidad de suelos a nivel regional.
2. Los programas nacionales e internacionales de fertilidad de suelos deben integrarse al esfuerzo de determinación de suelos análogos mediante la comprobación con ensayos de campo realizados en suelos análogos.
3. Que los programas de fertilidad de suelos, caractericen adecuadamente el suelo de los sitios experimentales de manera que los resultados obtenidos puedan ser inmediatamente utilizados por el programa de análogos.

4. Que los países aprovechen todos los datos existentes en fertilidad de suelos y que los actualicen e interpreten mediante el programa de computadora ya elaborado y que ha sido entregado a los países.
5. Que los países aprovechen la ayuda que pueda prestar el CATIE en la investigación de sistemas de producción de cultivos, para beneficio del programa de suelos análogos.

## 2. RECOMENDACIONES SOBRE SUELOS ANALOGOS

Se espera que las recomendaciones generales sirvan como apoyo a los planificadores o de apoyo a la toma de decisiones políticas de los países, mientras que las específicas sean consideradas como guía para el futuro desarrollo del programa de suelos análogos a nivel centroamericano.

### a. Recomendaciones generales

1. Oficializar y emplear el sistema de suelos análogos en todos los países de Centro América a fin de promover una mejor utilización de los esfuerzos de investigación y programar una más eficiente tecnología en la región.
2. Solicitar a los gobiernos u organismos internacionales el financiamiento de programas tendientes a capacitar personal técnico que trabaje en el programa de suelos análogos en la propia región.
3. Se recomienda al CATIE crear un grupo de técnicos calificados, de preferencia centroamericanos, para que orienten a los gobiernos del área en los programas de estudios de suelos análogos y estudios de recursos físicos.
4. Se recomienda al CATIE crear un banco de información de suelos análogos centroamericanos.

**b. Recomendaciones específicas**

1. Que CATIE promueva la publicación y difusión del primer catálogo de suelos centroamericanos, el cual deberá incluir la experiencia lograda hasta el momento, los métodos de trabajo (sistema de clasificación edafológico y bioclimático) y ejemplos de casos específicos, de la región. Esta acción deberá realizarse en una tercera reunión que el CATIE promoverá.
2. Solicitar al CATIE la realización de seminarios para capacitar personal en este ramo, preferiblemente empleando técnicos existentes en la región.
3. Presentar ante la próxima reunión del PCCMCA una mesa redonda sobre suelos análogos.
4. Solicitar que tanto los centros de investigación locales como los internacionales tomen en cuenta los suelos análogos al decidir donde ubicar los ensayos de campo.
5. A las instituciones que trabajen en experimentación agrícola en zonas donde no se tengan mapas de suelos análogos, caracterizar el área representativa del lugar donde se hagan ensayos de experimentación de acuerdo con las normas del sistema.
6. Se pide que el CATIE realice la ejecución de las recomendaciones de esta asamblea en asociación con los miembros del área que en esta reunión se nombren.
7. Dar un voto de apoyo al grupo de trabajo en el Programa de Suelos Análogos por la labor realizada y agradecer al Comité Local por su magnitud y eficiente colaboración.
8. Se recomienda a quienes trabajen en evaluación de recursos físicos

del área que los esfuerzos en Suelos Análogos se complementen con otros estudios que se realizan en el área relacionados con aspectos de clima o de carácter socio-económico.

### 3. RECOMENDACIONES PARA ROCAP

Durante los próximos seis meses, de preferencia en Agosto o Setiembre de 1978, ROCAP debe:

1. Contratar al Dr. R. Pearson, por un período de cuatro semanas, para que realice la evaluación final del Proyecto.
2. Contratar a los doctores P. Duisberg y J. Walker, por el período de un mes cada uno, para que analicen las medidas que se han tomado para implementar y cumplir con las recomendaciones planteadas en este informe, recomendaciones hechas con la finalidad de que el CATIE logre el liderazgo regional centroamericano en suelos. Además para que don asesoría al programa de suelos del CATIE, sobre los trabajos que tenga en marcha.

FITO: 825-78  
Abril 26, 1978  
/mdem