

VD-AM-733
SP = 28136

6A

PROGRAMA DE FERTILIDAD DE SUELO EN AMERICA CENTRAL

*Soil Fertility Program in
Central America*

REPORTE FINAL

Contrato AID/596-203^T ROCAP

Marzo 1976-Marzo 1978

Agricultural Environmental Systems, Inc.

P.O. Box 667

Orange City, Florida 32763

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
I. PERSONAL DE AES	5
II. APOYO LOGISTICO	6
III. OBJETIVOS DEL TRABAJO	6
Propósito del Contrato	6
Objetivos Generales del Trabajo	7
Plan de Actividades	8
IV. ACTIVIDADES DEL PROYECTO	9
Laboratorio de CATIE	9
Equipo	10
Personal del Laboratorio	11
Invernadero	12
Sesiones de Entrenamiento y Seminarios	14
Muestreo	16
Ensayos de Campo y Estudios de Invernadero	17
Análogos de Suelos	18
V. REVISION DEL PROYECTO	19
VI. PROBLEMAS Y ACTIVIDADES FUTURAS	20
APENDICE	22

INTRODUCCION

En el otoño de 1963, la Agencia Internacional de Desarrollo (AID) solicitó a la Universidad del Estado de Carolina del Norte (NCSU) que condujera un programa sobre fertilidad del suelo en Centro y Sud América para investigar los requerimientos de fertilizantes en las diferentes regiones en relación a las condiciones del suelo, crecimiento de los cultivos, condiciones climáticas, condiciones socio-económicas, etc. En una investigación inicial que se efectuó, se observó que muy pequeñas cantidades de fertilizante o cal fueron utilizadas y muy poca información existía relacionada al uso de fertilizantes, cal y otras enmiendas del suelo para incrementar la producción de cultivos. Se inició entonces un proyecto para introducir un programa de evaluación de la fertilidad del suelo en cada uno de los países participantes. Este proyecto involucró el dotar de facilidades necesarias para conseguir la información deseada y el entrenamiento de personal en las técnicas de evaluación de la fertilidad y mejoramiento del suelo. Para conseguir los fines propuestos por el proyecto, la Universidad de Carolina del Norte designó a dos científicos de la rama de suelos en Centro América. El uno fue ubicado en Guatemala y trabajó también en Honduras y El Salvador. El otro estuvo localizado en Costa Rica pero también fue responsable del programa en Nicaragua. El programa llegó a ser conocido como Proyecto Internacional de Evaluación y Mejoramiento de la Fertilidad de Suelos de la Universidad del Estado de Carolina del Norte (ISFEI).

Las seis fases o aspectos del programa de ISFEI fueron :

1. Muestreo. El obtener muestras representativas de suelos y plantas

de las condiciones acerca de las cuales se desea tener información, es extremadamente importante.

2. Análisis de Laboratorio. Un buen laboratorio debe trabajar con exactitud y rapidez.
3. Interpretación de los resultados analíticos. Cuál es el significado de las cifras en términos de necesidad de nutrimentos de los cultivos?
4. Efectuar recomendaciones. Esto involucra buenas prácticas de manejo basadas en información disponible.
5. Poner la información en uso o, actividades educacionales.
6. Investigación

Ya que un buen laboratorio es la columna vertebral de un programa de fertilidad de suelo, el paso inicial fué el de crear uno en cada uno de los países participantes. Se establecieron laboratorios en cada uno de los cinco países de América Central y se dió entrenamiento a su personal técnico sobre las prácticas a seguirse. Los dos aspectos siguientes a los que se prestó atención fueron muestreo e interpretación de datos.

Con la finalidad de obtener la información necesaria rápidamente con propósitos de interpretación, se introdujo una técnica, la cual fué lo contrario de los procedimientos generalmente seguidos. En lugar de ir primero al campo para efectuar experimentos de fertilización, se coleccionaron muestras de suelos y se analizaron completamente en el laboratorio. El siguiente paso fué la conducción de estudios de adsorción o fijación para averiguar el grado de reacción, si es que existe, que tendría lugar entre el fertilizante aplicado y el suelo. Esta información fué de ayuda muy valiosa para determinar la dosis de aplicación de los diferentes elementos necesarios en el suelo. Después de completar los estudios de adsorción,

se condujeron estudios con plantas en macetas, para verificar la deficiencia de los nutrimentos. Basados en la información de laboratorio e invernadero se delinearon experimentos de campo para probar la información relativa a la respuesta biológica y para obtener datos para la interpretación económica. Siguiendo estos procedimientos se redujo considerablemente el tiempo requerido para obtener la información necesaria para interpretar los resultados analíticos.

Se realizó un gran adelanto en la tecnología de fertilización, de evaluación de la fertilidad del suelo y en las prácticas de manejo de la tierra durante el período de 1960 a 1975. Se realizaron muchas contribuciones para la tecnología de evaluación de la fertilidad del suelo, basadas en la información obtenida por el programa de ISFEI. Las técnicas empleadas fueron modificándose sucesivamente a medida que se lograron nuevos conceptos e información. Se logró un marcado progreso en la evaluación de la fertilidad del suelo en cada uno de los cinco países centroamericanos, pero éste varió considerablemente de un país a otro. Los programas desarrollados en Costa Rica y Guatemala fueron los que alcanzaron un mayor progreso; tuvieron buenos laboratorios y buenas técnicas. Un buen número de experimentos de campo y estudios de plantas en invernadero han sido conducidos en cada país para correlacionarlos con análisis de suelos y plantas. En estos países el problema más grave radicó en tratar de utilizar la información obtenida.

Se observó un menor progreso en Honduras y Nicaragua. Se establecieron laboratorios en ambos países, pero las facilidades y el apoyo fueron inadecuados. Honduras manifestó que estaba ya en proyecto la construcción de

un nuevo laboratorio e invernadero para apoyar al programa. Se logró un buen progreso en El Salvador, pero los constantes cambios de personal opacaron al programa. Aparentemente, el apoyo financiero fué inadecuado para el programa.

El Programa de Evaluación de Fertilidad del Suelo debe ser continuo. La información obtenida es muy necesaria para ponerla en práctica en cada uno de los cultivos que el agricultor siembre. Cuando el contrato NCSU/AID relativo a la evaluación de fertilidad del suelo llegó a su término en 1975, fué necesario mucho trabajo de continuidad en los países centro-americanos a fin de que el progreso que se había logrado no se perdiera. Dos grandes necesidades fueron: (1) Mantener el programa en acción en Guatemala, El Salvador y Costa Rica y (2) Llevar adelante los programas en Honduras y Nicaragua de modo que se pudieran igualar a los programas restantes de Centro América.

Cuando llegó a su término el programa de ISFEI, los miembros que lo conformaban iniciaron su propia corporación, que la denominaron Agricultural Environmental Systems, Inc. , a fin de conservar todos los conocimientos y experiencia obtenidos en su programa en la década anterior. La corporación fué encaminada a llevar a cabo programas tanto en Estados Unidos como en el exterior. ROCAP reconoció inmediatamente la necesidad de la continuación del programa de evaluación de la fertilidad del suelo, especialmente con su ayuda propiciada al programa del pequeño agricultor. Por esta razón, el 29 de Marzo de 1976 se firmó un Contrato entre la Oficina Regional de Programas para Centro América; la Agencia Internacional de Desarrollo (ROCAP) y Agricultural Environmental Systems, Inc. (AES). Los dos objetivos principales de este programa fueron :

1. Transmitir la experiencia obtenida en el programa de ISFEI al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) a fin de que pueda actuar como la agencia que respalde los programas de evaluación de fertilidad del suelo en cada uno de los cinco países centroamericanos en el futuro; y
2. Fortalecer en el futuro los programas de evaluación de fertilidad del suelo en los cinco países centroamericanos, especialmente en Honduras, Nicaragua y El Salvador.

I. PERSONAL DE AES

Proyecto de Campo Dirigido por AES

En el Contrato, se acordó que AES designaría a uno de sus miembros, quien estuviera muy familiarizado con las metodologías y técnicas desarrolladas por el programa de ISFEI y con los países del ROCAP para servir como líder del programa para la región. Como tal, sería responsable de organizar y dirigir los aspectos técnicos del programa. También serviría como el hombre de contacto entre AES y ROCAP y estaría a su cargo la preparación de todos los reportes acordados en el Contrato.

El Dr. James L. Walker, quien trabajó con el programa de ISFEI en América Central desde su inicio en 1964, lógicamente fué el candidato escogido para esta posición en la región del ROCAP. A fin de que el Dr. Walker pudiera trabajar estrechamente con CATIE, fue transferido de Guatemala a Costa Rica, en donde le asignaron una oficina en CATIE, Turrialba.

La segunda posición en Centro América a la terminación del Contrato con NCSU fué llenada por el Dr. John Nicholaidis, III, pero él retornó

al campus de la Universidad del Estado de Carolina del Norte en otra asignación. Entonces, esta segunda posición fué llenada por el Dr. Ronald B. Stryker, graduado en NCSU y quien estaba familiarizado con los conceptos y técnicas de ISFEI. El Dr. Stryker fué asignado a Honduras en donde se reportó a comienzos de otoño de 1976.

II. APOYO LOGISTICO

CATIE y AES tenían proyectados contratos con ROCAP relacionados al programa de fertilidad de suelos y la transferencia de información obtenida en el programa de ISFEI al CATIE. También se firmó un contrato entre CATIE y AES a fin de establecer una relación directa para lograr las metas del programa. Se acordó que debería haber una coordinación e integración completas por parte del personal de CATIE y AES en este proyecto, y que incluían actividades de laboratorio e invernadero, desarrollo de experimentos de campo, diseño, implementación, manejo y análisis de datos e interpretación.

La investigación bajo este acuerdo de colaboración tuvo que ser orientada y coordinada a fin de obtener alternativas en el uso de fertilizantes, las mismas que estarían al alcance de los cultivos y sistemas de siembra de los pequeños agricultores, en Centro América.

En el contrato estaba incluido el apoyo logístico por parte del CATIE al personal de AES. Este apoyo incluía el obtener privilegios de liberación de impuestos para efectos personales, carro personal, etc; espacio para oficina, ayuda de secretaría, facilidades de biblioteca, laboratorio y espacio para invernadero.

III. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Propósito del Contrato

El propósito del Contrato fué el de mejorar los Programas Nacionales de Investigación de Fertilidad de Suelos en los cinco países de América

Central. Como una base para lograr esta meta, AES) asumió las responsabilidades de: (1) transferir las metodologías y (2) continuar trabajando sobre bases directas con los Programas Nacionales de Fertilidad de Suelo dentro de los cinco países centroamericanos. Especial énfasis se dió para preparar recomendaciones en el uso de materiales fertilizantes orgánicos e inorgánicos para los pequeños agricultores.

Objetivos Generales del Trabajo

Un buen laboratorio para análisis de suelos y plantas es la columna vertebral de un buen programa de fertilidad de suelos y generalmente se considera el primer paso para iniciar un programa de fertilidad de suelo. El proyecto de ISF/EI ha establecido laboratorios de suelos y plantas en cada uno de los cinco países centroamericanos. Por lo tanto el primer paso para transmitir los conocimientos a CATIE fué establecer un laboratorio de comparación, que podría servir no solamente para realizar análisis con propósitos de investigación, sino también para controlar los laboratorios de los cinco países. Para lograr esto, consecuentemente, el laboratorio debe estar capacitado para efectuar análisis muy precisos, eficaz y rápidamente.

Se continuó prestando asistencia técnica a cada uno de los cinco países centroamericanos, la misma que incluía: (1) supervisión continua a los laboratorios para evidenciar que estaban manteniendo buenos resultados en los análisis; (2) poner al alcance de ellos nuevas técnicas y equipos de laboratorio, al igual que brindar entrenamiento al nuevo personal; (3) iniciar y diseñar experimentos de laboratorio e invernadero para obtener mayor correlación de datos sobre problemas específicos de elementos nutritivos; (4) guiar en la conducción de ensayos de campo, espe-

cialmente en pequeñas fincas; (5) revisar datos, tanto locales como dentro de otras áreas comparables para mejorar las recomendaciones en el uso de cal, fertilizantes y otras enmiendas del suelo; y (6) organizar y efectuar cursos de entrenamiento formales e informales.

Plan de Actividades

Las dos agencias principales involucradas en este programa fueron CATIE y AES, pero también tomaron parte algunas otras agencias y éstas fueron:

1. Agencia Internacional de Desarrollo (AID/W)
2. Oficina Regional para los Programas de América Central (ROCAP)
3. Universidad del Estado de Carolina del Norte (NCSU)
4. Personal técnico del Proyecto de Fertilidad de Suelo del País participante (SFP)
5. Agencia participante del Servicio de Contratos USDA (FASA)

A fin de llevar a cabo las metas propuestas por el Proyecto dentro del corto lapso de dos años, fué necesario preparar un plan general de actividades y responsabilidades. Muchas de éstas se basaron en los éxitos alcanzados en actividades previas. Por lo tanto, fué indispensable asignar específicamente obligaciones y responsabilidades. Durante los tres primeros meses del Contrato, se preparó un plan de actividades que fué revisado por las varias agencias participantes. En éste se describían brevemente las actividades a efectuarse, la fecha estimada de terminación y las agencias responsables. Las actividades principales como se detallaron en el mencionado plan fueron: (1) establecer un laboratorio adecuado en CATIE, (2) instruir al personal de CATIE con técnicas y procedimientos de ISFEI y AES; (3) instalar un invernadero en CATIE para efectuar estudios de plantas en macetas; (4) instruir al personal de CATIE con las técnicas de estudios

de plantas en macetas desarrolladas por el programa de ISFEI; (5) establecer ensayos de campo en los cinco países; para obtener la información deseada; (6) realizar seminarios y sesiones de entrenamiento para el personal de los cinco países centroamericanos; (7) colaboración entre CATIE, PASA y el personal de AES para desarrollar análogos de suelos en los países participantes, cooperación que fortalecerá grandemente el programa de fertilidad de suelos.

IV. ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Debido al gran número de agencias y gente involucrada directa o indirectamente en este proyecto, se llevó a cabo muy concienzudamente el plan esbozado. Cambios en el personal, falta de personal --aún en CATIE-- a menudo fueron trabas que interrumpían el progreso, pero las finalidades que se propuso el proyecto fueron culminadas en su mayoría.

Laboratorio de CATIE

Parte de un viejo edificio anteriormente ocupado por el Proyecto de Energía Nuclear fue restaurado con fondos del proyecto CATIE/ROCAP para establecer el nuevo laboratorio de análisis de suelos y plantas. Fue necesaria la instalación de nuevas mesas de laboratorio, líneas de primera necesidad como agua, electricidad y aire, además de un trabajo general de limpieza incluyendo pintura. Este trabajo se realizó bajo la supervisión del Dr. James L. Walker, quien fué el responsable de las adecuaciones del laboratorio. Además, se acondicionó en el edificio un cuarto para la preparación de muestras de suelos y plantas, bodegas para almacenamiento de muestras y reactivos químicos. También se refaccionaron las oficinas para el Director de Laboratorio y para el Dr. Walker.

Equipo

Al llegar a su término el programa de JSFEI en la Universidad de Carolina del Norte existía algún equipo de laboratorio, de oficina y de preparación de ayudas audiovisuales. Después de obtener permiso de la Oficina de Contratos de AID en Washington, todo el equipo que estaba en condiciones de continuar siendo usado fué enviado a CATIE en Turrialba para utilizarlo en el nuevo laboratorio de suelos y plantas. Este constaba de los siguientes aparatos:

Equipo de Laboratorio:

- 1 Equipo de Absorción Atómica Perkin Elmer modelo 290
(malas condiciones)
- 2 Medidores de pH
- 1 Balanza de Torsión
- 1 Balanza Mettler
- 1 Espectrofotómetro Coleman
- 1 Plancha para suministrar calor
- 1 Compresor de aire portátil
- 1 Bomba de Vacío
- 1 Molino Wiley

Aparatos de Unidad Múltiple incluyendo: 2 dispensadores; 1 agitador; 1 titulador; 6 diluidores; 1 aparato para pH; 1 lavador; 4 carros de laboratorio; 48 bandejas transportadoras y 144 bandejas para muestras.

Equipo de Oficina:

- 2 Máquinas de escribir eléctricas IBM
- 3 Dictáfonos Modelo 241
- 1 Unidad de transcripción
- 1 Unidad de dictado portátil Modelo 848

1 Calculadora Sharp Modelo 224V

Equipo Audiovisual:

- 1 Proyector de slides de 35 mm con estuche y carruseles para slides
- 1 Sistema estereo de casete portátil Sony con parlantes y estuche
- 1 Cámara fotográfica Eumig Vienne de 8 mm con grabadora de casete sistema optasound para proyectar películas con sonido
- 1 Proyector de cine de 8 mm Eumig Mark Modelo 810D
- 1 Cámara fotográfica Yashica de 8 mm
- 1 Grabadora Wollensak

El Dr. A. H. Hunter de AES se reunió con el Dr. Walker (AES) y el Dr. Rufo Bazán (CATIE) para revisar el equipo y las condiciones en que se encontraba y para señalar el resto de equipo que sería necesario para el laboratorio. Uno de los principales equipos que hacía falta fué la fuente de purificación de agua. El Dr. Hunter recomendó la instalación de un sistema de ósmosis reversible en lugar del destilador. También suministró los detalles del equipo requerido y dónde se podía adquirir. Otros equipos indispensables eran un nuevo instrumento de absorción atómica y equipo adicional de aparatos de Unidad Múltiple, un molino de suelos, un agitador múltiple, 3 dispensadores de 3 alícuotas, carros adicionales y cucharitas para medidas. Estos equipos fueron adquiridos para el laboratorio de CATIE con fondos de CATIE/ROCAP. Los nuevos aparatos fueron chequeados a su llegada al laboratorio por el Dr. Stryker y el Dr. Walker.

Personal del Laboratorio

Puesto que CATIE no tenía un laboratorio para análisis de rutina de suelos y plantas, tampoco tenía ningún personal para laborar. Bajo la recomendación del Dr. Walker, CATIE contrató al Ing. Roberto Díaz-Romeu

como director del laboratorio. El Ing. Díaz fué acertadamente escogido ya que fué un ex-participante de uno de los seminarios de Evaluación de Fertilidad de Suelos auspiciado por la Universidad de Carolina del Norte en Raleigh y ha trabajado en Guatemala por unos años en el laboratorio de suelos y plantas. Por consiguiente, el Ing. Díaz estaba familiarizado con el equipo de laboratorio, técnicas y procedimientos del Proyecto de ISFEI.

Actualmente el laboratorio de CATIE está equipado adecuadamente para realizar análisis de muestras de suelos y plantas, y es uno de los mejores laboratorios en América Central. Tiene una capacidad para analizar más de 300 muestras por día si se contaran dos o tres laboratoristas adicionales. Ya que este no es el propósito de este laboratorio, o sea prestar servicio a los hacendados, no será necesario añadir más personal. El laboratorio puede actuar como coordinador de los demás en Centro América y mantener sesiones de entrenamiento para nuevo personal en los otros laboratorios.

Invernadero

Un factor importante en un programa de evaluación de fertilidad de suelos es el utilizar estudios de plantas en macetas para correlacionar con los procedimientos de laboratorio a fin de investigar las necesidades de nutrimentos en el suelo. Las condiciones climáticas en Centro América y especialmente en Turrialba son tales, que no se requiere calefacción en los invernaderos. Una estructura construída a manera de invernáculo con fibra de vidrio o plástico transparente en la cubierta y malla en las partes laterales, trabaja muy eficientemente. Se construyó un invernáculo adyacente al edificio del laboratorio, especialmente para uso del programa de fertilidad. Este fué construído

a través de esfuerzos del programa de ISFEI en forma similar a uno existente en San José que está junto al laboratorio de suelos y plantas y que fué instalado con anterioridad.

En los estudios de este invernáculo, se adoptaron técnicas desarrolladas por el proyecto de ISFEI, como uso de vasos de espuma flex de pequeño volumen (7 o 9 oz), conteniendo solamente 200 o 300 ml de suelo. El nivel de humedad se mantiene en el suelo insertando filtros de cigarrillo en el fondo de los vasos. Esto evita el problema de irrigación en los fines de semana o días festivos y asegura mayor uniformidad en la irrigación entre los tratamientos.

La técnica del elemento faltante desarrollada por Hunter (AES) fué adoptada en el invernáculo. En esta técnica se proyecta un tratamiento óptimo basado en la información obtenida en estudios de laboratorio. Luego, todos los otros tratamientos reciben el tratamiento óptimo. Si los análisis de laboratorio indican que existe una suficiente cantidad de uno de los elementos en el suelo, entonces este elemento no será añadido al tratamiento óptimo. Sin embargo, se incluirá un tratamiento que estará conformado por el óptimo más este elemento, solamente para comprobar que el análisis de laboratorio fué correcto en la predicción de ninguna respuesta. Si los análisis de laboratorio indican que el suelo es deficiente en un elemento, entonces éste es añadido al óptimo y a todos los otros tratamientos excepto uno. A través de este procedimiento de análisis de laboratorio primeramente, seguido por un estudio de plantas en macetas, puede ser rápidamente obtenida una mayor información, la que mejorará grandemente los experimentos de campo. Esto es efectivo en todos los experimentos de campo incluyendo estudios de variedades así como estudios de fertilización.

Sesiones de Entrenamiento y Seminarios

Una de las actividades más efectivas del programa de ISFEI fué conducir un seminario de 7 semanas en el verano para discutir ampliamente los seis aspectos del programa de fertilidad de suelos: (1) muestreo; (2) análisis de laboratorio; (3) interpretación; (4) recomendaciones; (5) poner la información en uso; y (6) investigación. Se dedicó aproximadamente una semana a cada aspecto. Se tomó la decisión de conducir similares sesiones de entrenamiento en CATIE pero reduciendo el período de duración a 4 semanas. Se planearon 3 seminarios durante el transcurso del proyecto. El primero fué conducido por personal de AES, el segundo con la participación de AES y personal de CATIE y el tercero solamente fué conducido por CATIE. El primero de éstos instruyó al personal y sirvió de base con el material presentado y el formato utilizado en la conducción del mismo.

El programa para el primer seminario fué preparado por el Dr. J.W. Fitts (AES), Octubre 3 - 30, 1976. Se dictaron en las mañanas dos conferencias de una hora respectivamente; seguidas de 45 minutos de discusión. Las tardes se las dedicaron a actividades de laboratorio e invernadero bajo la supervisión del Dr. A.H. Hunter y del Ing. Roberto Díaz. Se planearon salidas al campo con duración de medio día a un día y fueron conducidas por el Dr. Walker (AES) y el Dr. Bazán (CATIE). Cerca de la mitad de las conferencias presentadas fueron dictadas por el Dr. Fitts y las discusiones mantenidas por el Dr. Walker. El resto de conferencias las presentaron el Dr. Ron Stryker (AES), el Dr. Sam Portch (AES), el Dr. Walker (AES) y el Ing. Agrónomo M.S. Victor Quiroga (IICA-Costa Rica). Las conferencias y discusiones se grabaron a fin de que la información obtenida sea de utilidad para futuros seminarios.

Los 25 participantes en el primer Seminario representaron a

7 países distribuidos de la siguiente manera: Costa Rica 2; El Salvador 4; Guatemala 1; Honduras 7; Nicaragua 7; Panamá 2; y Jamaica 2. Los gastos ocasionados por los participantes centroamericanos fueron cubiertos con fondos remanentes del programa de ISFEI/NCSU y la Oficina de Contratos de AID.

El Dr. J.L. Walker asumió la responsabilidad del desarrollo del segundo seminario que se llevó a cabo de Julio 18 a Agosto 12, 1977. Elaboró el programa y sustentó alrededor de la mitad de las conferencias. En las conferencias y discusiones colaboraron el Dr. Ron Stryker (AES), el Dr. Sam Portch (AES), el Dr. Enrique González (AES-CATIE), el Dr. Elmer Bornemiza (Universidad Nacional de Costa Rica), el Dr. Rufo Bazán (CATIE) e Ing. Washington Bejarano (CATIE). El Dr. Hunter y el Ing. Díaz tuvieron a su cargo nuevamente los estudios de laboratorio e invernadero. El Ing. Díaz tuvo a su cargo muchas de las presentaciones. A este seminario asistieron un total de 42 participantes representando 14 países que fueron: Costa Rica 4; El Salvador 5; Guatemala 3; Honduras 9; Nicaragua 6; Bolivia 1; Brazil 1; Ecuador 2; Panamá 2; Perú 3; República Dominicana 1; Estados Unidos 1; Holanda 2; y Jamaica 2.

CATIE pensó que en lugar de efectuar un tercer seminario, como fue originalmente planeado; sería más beneficioso realizar 3 sesiones de entrenamiento entre los países participantes, en las cuales se explicaría la técnica del modelo discontinuo de línea recta para la interpretación de resultados. Sobre-entendiéndose que el modelo discontinuo de respuesta lineal y de rendimiento máximo estable es particularmente importante para el investigador que realice trabajos de campo o estudios de invernadero. La primera de estas sesiones de entrenamiento se realizó del 26 - 29 de Septiembre 1977 en Managua. La segunda se efectuó en Santa

Tecla, El Salvador del 4 - 7 de Octubre 1977; y la tercera en Tegucigalpa, Honduras del 28 de Noviembre al 2 de Diciembre 1977. El número de los participantes fué casi el mismo en las tres localidades: Managua 27; Santa Tecla 28; y Tegucigalpa 24. El Dr. J.L. Walker (AES) tomó a su cargo la preparación y presentación de programas y contó con la ayuda del Dr. Ron Stryker (AES) e Ing. Washington Bejarano (CATIE).

Cada uno de los cinco países centroamericanos estuvieron bien representados en los seminarios, especialmente Nicaragua, Honduras y El Salvador; los tres países en donde se puso énfasis en fortalecer sus programas. Sin duda alguna, estos seminarios sentaron un buen precedente de la experiencia transmitida por el ISFEI a CATIE y para el fortalecimiento de los programas en los cinco países centroamericanos.

Muestreo

El obtener muestras representativas es de vital importancia en un programa de evaluación de fertilidad de suelos. Si se obtiene una muestra que no es representativa, no hay manera de mejorarla después en el laboratorio. Conseguir muestras representativas en las pequeñas fincas es particularmente un desafío. Se realizó un estudio en Honduras para ver si se podría tomar una muestra "general" en una área de pequeñas fincas, las cuales podrían representar varias de éstas. Al seleccionar la muestra "general" se tuvo mucho cuidado para evitar condiciones inadecuadas de muestreo tales como áreas erosionadas, surcos cercanos a las cercas, no cambiar de tipo de suelo, etc. En el área estudiada la única deficiencia severa que se observó fué manganeso. Estudios posteriores demostraron que los campos de los agricultores de la vecindad de donde la muestra general fué tomada, también eran deficientes en manganeso. Ya que los pequeños agricultores han utilizado poca o ninguna cantidad de fertilizante y ya que la deficiencia de manganeso sin duda, es el resultado del

bajo nivel del material parental del suelo, debería existir una similitud. El problema de muestreo, por supuesto, se desarrollará a medida que los agricultores empiecen a utilizar fertilizantes y el nivel del suelo para los diferentes elementos nutritivos cambie.

Siempre surge una interrogante con respecto al número de barrenaciones o submuestras necesarias para formar la muestra compuesta. Esto es particularmente cierto cuando se toman muestras de suelos en campos de pequeños agricultores. Se efectuó un estudio de muestreo en Nicaragua, en el cual se tomaron de 1 a 20 submuestras para formar la muestra compuesta. Se observó una considerable variación entre las muestras compuestas que estaban formadas por menos de 6 barrenaciones comparadas con muestras compuestas formadas por 18 o más submuestras. Esto confirma lo encontrado en estudios efectuados en otras áreas, que el número de submuestras necesarias está relacionado a la variabilidad del suelo más que a la extensión del campo. Los campos de los pequeños agricultores generalmente son más variables que los extensos campos debido a las prácticas de manejo.

Ensayos de Campo y Estudios de Invernadero

Los estudios en fertilidad de suelos, ya sea en experimentos de campo o en plantas en macetas, han sido conducidos durante varios años en los países centroamericanos como resultado del programa de ISFEI. Sin embargo, tales experimentos nunca han sido suficientes para todos los cultivos y condiciones involucradas. Estos ensayos fueron continuados durante el período de este proyecto, pero se dió especial énfasis en Honduras y Nicaragua. A pesar de que en las sesiones de entrenamiento que se dieron durante los seminarios se puso mucho énfasis en el uso de los datos de laboratorio e invernadero como una base para el establecimiento de experimentos de campo, ésta práctica aún no ha sido adoptada. La causa para esto puede deberse al cambio en el personal responsable de la conducción

de estudios de laboratorio o invernadero y de los experimentos de campo. También, los experimentos de campo pueden no ser planeados con suficiente anticipación para permitir la conducción de los estudios de plantas en macetas. Sin embargo, el alto costo que representa la conducción de tales experimentos y el alto índice de fracaso en los ensayos, determina que se debe seguir procedimientos más eficientes.

Los resultados de experimentos de campo y estudios de plantas en macetas conducidos por ISFEI durante el transcurso del proyecto, han sido publicados por CATIE, como se detalla en el Apéndice.

Análogos de Suelos

En el programa de ISFEI se hizo referencia muy a menudo, a la ecuación de rendimiento descrita por Fitts en la evaluación de fertilidad de suelos. La ecuación señala que el rendimiento es una función del suelo, cultivo, clima y manejo el cual incluye el control de plagas. Obviamente, cada uno de los factores principales pueden subdividirse en varios sub-factores, o como simplemente se ha señalado, hay muchos factores que influyen el rendimiento. Algunos de éstos pueden ser controlados y otros no. Sin embargo, es de mucha ayuda si en una evaluación pueden darse tantas variables como sea posible. Dicha información es necesaria para predecir los riesgos implicados al utilizar fertilizantes u otras prácticas de manejo. La cantidad de riesgos es muy importante para el pequeño agricultor, ya que él debe minimizar el número de riesgos que puede correr.

La información que se vaya desarrollando relativa a los análogos del suelo puede ser de gran ayuda para un programa de fertilidad de suelos. Esta información será muy útil no sólo al hacer recomendaciones

generales, sino que ayudará al investigador de suelos a efectuar recomendaciones específicas basadas en análisis de suelos de la capa azable.

CATIE tomó la iniciativa de promover un subproyecto para el estudio de análogos del suelo, en el cual se contrató a personal investigador de suelos, a medio tiempo. El Dr. Walker de AES estuvo estrechamente vinculado con este programa, también estuvo a su cargo la selección de personal. Los reportes elaborados por estos expertos han sido publicados por CATIE y se detallan en el Apéndice.

V. REVISION DEL PROYECTO

En Agosto de 1977, se contrató al Dr. R. W. Pearson de la Universidad de Auburn - Alabama, para que efectuara una revisión de todos los logros alcanzados en los dos años del programa. Fué muy acertada la designación del Dr. Pearson para que realice este trabajo, ya que no solamente es un muy conocido y respetado científico de la ciencia del suelo, sino que también ha estado muy familiarizado con el programa de ISFEI; lo que le permitió evaluar muy acertadamente el programa. Algunas de las conclusiones del Dr. Pearson las damos a continuación :

1. Todos los requerimientos del proyecto han sido íntegramente completados a la fecha.
2. El proyecto ha tenido un tremendo impacto regional.
3. La fuente de información más completa referente a experimentos de fertilidad de suelos y estudios de análogos de suelos se encuentra actualmente en CATIE en Turrialba.
4. La terminación del Contrato de los técnicos de CATIE retardará el progreso, especialmente en Nicaragua y Honduras.

VI. PROBLEMAS Y ACTIVIDADES FUTURAS

El asignar miembros del personal a otras áreas de trabajo, el contratar nueva gente y movilizarla a nuevos lugares, el instruir al personal con los objetivos del proyecto, logística de las operaciones, etc. siempre es una experiencia frustrante de pérdida de tiempo. Esto se evidencia especialmente en un contrato de duración corta de 2 años. Todo el personal de este proyecto realizó un trabajo muy concienzudo a pesar de los consecuentes dolores de cabeza que implica el establecer un nuevo proyecto en una nueva área. Se perdió muy poco tiempo al poner el proyecto en marcha, como se ha indicado, con la rapidez que se instaló el laboratorio y se condujo el primer seminario.

Tal vez el problema más grave que se encontró fué la falta de personal en CATIE. El Dr. Bazán era el único científico de suelos en el personal y aunque es un individuo muy capacitado, tenía un sinnúmero de obligaciones, incluyendo responsabilidades administrativas. Fué de mucha ayuda la contratación del Ing. Díaz para que operara el laboratorio de suelos y plantas y para que condujera los estudios de plantas en macetas. También sirvió de mucha ayuda la contratación temporal del Ing. Washington Bejarano durante el verano de 1977. El transmitir los conocimientos y la experiencia obtenidos de un proyecto a otro, es bastante difícil cuando el programa receptor se encuentra casi sin personal técnico.

El problema de la falta de personal continuará siendo la más grave restricción de las responsabilidades que CATIE tiene que asumir para coordinar y guiar los programas de fertilidad de suelos en América Central. Como un apoyo mínimo, el Ing. Bejarano debería ser mantenido

en una posición permanente y debe ser contratado por lo menos un científico más a tiempo completo.

Agricultural Environmental Systems, Inc. ha trasladado su oficina central de Raleigh, North Carolina a Orange City, Florida y ha cambiado el nombre de la Corporación a Agro Services International, Inc., denominación que está más acorde con las actividades de la corporación. En su nuevo lugar de trabajo, Agro Services International, Inc. ha establecido un nuevo "modelo" de laboratorio de suelos y plantas; instalaciones para invernadero y una muy confortable sala de conferencias para dictar seminarios y sesiones de entrenamiento. Si CATIE necesita asistencia técnica adicional para su programa en América Central, Agro Services International, Inc. estará dispuesta a prestar toda su colaboración.

A P E N D I C E

Reportes y Publicaciones

El CATIE asumió la responsabilidad de imprimir la mayoría de los reportes y publicaciones preparadas durante el período del Contrato. A continuación damos los títulos de algunas de estas publicaciones :

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. Investigación de la fertilidad de suelos en Honduras.
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. Reporte Final del estudio efectuado a la terminación del sub-proyecto de análogos de suelos en el CATIE y ROCAF.

18. La Ciencia del Suelo en Costa Rica. Clasificación, fertilidad y conservación.
19. La Ciencia del Suelo en El Salvador. Clasificación, fertilidad y conservación.
20. La Ciencia del Suelo en Guatemala. Clasificación, fertilidad y conservación.
21. La Ciencia del Suelo en Honduras. Clasificación, fertilidad y conservación.
22. La Ciencia del Suelo en Nicaragua. Clasificación, fertilidad y conservación.
23. La Ciencia del Suelo en Panamá. Clasificación fertilidad y conservación.
24. Programa Nacional de fertilidad de suelo, del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
25. Análisis del departamento de suelos CENIA, MAC. 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.