

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT  
WASHINGTON, D. C. 20523  
**BIBLIOGRAPHIC INPUT SHEET**

FOR AID USE ONLY

0092

1. SUBJECT CLASSIFICATION	A. PRIMARY Agriculture	AP10-0000-G536
	B. SECONDARY Water resources and Management--Venezuela	

2. TITLE AND SUBTITLE  
Research activities in water use and soils in Los Llanos, Venezuela, 1969-1971

3. AUTHOR(S)  
Miller, R.W.

4. DOCUMENT DATE 1971	5. NUMBER OF PAGES 47p.	6. ARC NUMBER ARC VE631.7072.M649
--------------------------	----------------------------	--------------------------------------

7. REFERENCE ORGANIZATION NAME AND ADDRESS  
Utah State

8. SUPPLEMENTARY NOTES (*Sponsoring Organization, Publishers, Availability*)  
(Pt. in English, pt. in Spanish)

9. ABSTRACT

10. CONTROL NUMBER PN-RAA-041	11. PRICE OF DOCUMENT
12. DESCRIPTORS Farm crops Field tests Research Soils	Venezuela
	13. PROJECT NUMBER
	14. CONTRACT NUMBER CSD-2167 Reg
	15. TYPE OF DOCUMENT

**R E S U M E R E P O R T - F I N A L**

**RESEARCH ACTIVITIES IN WATER USE  
AND SOILS IN LOS LLANOS, VENEZUELA**

**Raymond W. Miller, Ph.D.**

**Professor of Soils, Centro Interamericano de  
Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT),  
Mérida, Venezuela, and Utah State University, Logan, Utah**

**Period of February 1969 to March 1971**

## RESUME REPORT

### Purpose of the Assignment

The writer was sent in February 1, 1969, to Guanare, Venezuela, to work cooperatively with the Ministerio de Obras Publicas (MOP), Oficina Edafologia. Personnel of MOP had indicated an interest to cooperate with a specialist working in water management at the farm level (irrigation and drainage). The assignment given by the sponsoring organization - Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT) - was to develop a program in water management. MOP, who furnished nearly all labor and materials, worked cooperatively in determining the line of work to be pursued.

The initial research proposal was made in late February 1969. By the wishes of MOP, it was a proposal to study pasture, particularly as affected by drainage and using irrigation in the dry season. For various reasons to be mentioned later, changes were made. The first change in June 1969, was to involve the writer in a brief study of the 5 regional chemical laboratories of the Edafologia Division. The second change made in September 1969, was to discard any future work on pasture and concentrate all efforts on cambur (banana), corn, and sugar cane. This was later expanded to include rice and caraota (black beans). This change was the guide line for all work after October 1969.

### Studies Undertaken

In the writers opinion, he diverted his time into too many different studies and crops. Each crop has its peculiarities, even to varietal and climatic influences. Usually the research results of the first season are only fair until the crop peculiarities are better understood. A considerable number of the failures are attributed to this lack of acquaintance by the writer with the crops. Other reasons for problems are discussed in later sections. In chronological sequence the studies were:

- May 1969..... - Pasture (3 varieties), corn, caraota
- July 1969..... - Review of chemical laboratories
- August 1969..... - Design a soils laboratory in Limon, Colombia, on Atlantico 3.
- November 1969..... - Completed cambur fertility-irrigation design, legume and caraota varieties

- December 1969..... - Safflower, rice planted
- January 1970..... - Sugar cane fertilizer - irrigation study
- March-April 1970..... - Helped teach the 6-month CIDIAT course and 2-month course in Sevilla, Colombia
- April 1970..... - Corn planted for the rainy season
- October 1970..... - Cotton and rice planted with irrigation
- November 1970..... - Caraota irrigation-fertility study (Majaguas)
- December 1970..... - Caraota irrigation-fertility studies (Sabaneta, Guanare)
- February 1971..... - Harvested caraota studies
- March 1, 1971..... - Terminated field activities

### Final Status

#### Pasture

In May 1969, the selection of a suitable parcela, then only partially cleared of native trees and brush, was difficult. Finally, an alternate plot was selected for various reasons of water availability and state of area preparation. Land-forming equipment was unavailable and rains were due. A road grader became available on short notice, but the land was not ready. The land-forming done was poor (one pass - sight by eye). The rainy season had arrived and planting had to be done at the first opportunity that a tractor could work the moist soil. Starts of Pangola and elephant grass were collected before land was ready. Grasses available were in such small quantities that they would not cover the planned area. Seed of Yaragua, Guinea grass and alfalfa was purchased. Planting was done by broadcast followed by covering with a cultivator on too moist soil for fear heavy rain was coming that evening. If it was not planted then, it might not be planted until August or later. The result was poor planting, poor germination and a poor stand. The alfalfa germinated well but was rapidly eradicated by fungus, especially when later rains buried the leaves of the young seedlings in the soil. It was considered impossible to do more with pastures until August or later when the soil could be worked again. Work on pasture was not revived at a later date, because of a change in interest by MOP.

#### Safflower

Dissatisfaction with some aspects of sesame production here (much is rotted by rains during field drying) has raised the question of growing some other oil plant. African oil palm is now being studied. An annual

crop would have certain advantages as a crop to fit periods between corn or rice plantings and would not tie up land for 20-30 years as does the oil palm. Safflower is a drought-tolerant plant which should fit the season normally used for sesame. Also, safflower can be machine harvested, a good future consideration.

Thus, safflower seed was brought in from Utah and planted in Guanare. Short funds and insufficient hand labor made it impossible to control weeds in early growth weeks. Many seedlings were crowded out or had fungus rots in the damp environment of heavy weeds. Irrigation water could not be obtained early enough to establish the planned irrigation variables. Thus, although the surviving plants seemed to mature adequately, density was too irregular to use the data. The crop deserves further attention for growth in December - March in Los Llanos. Seedling damage by fungus is a likely problem to watch carefully.

A similar safflower study was planted in Sabaneta. Availability of irrigation water was promised. However, problems in river diversion were encountered and the irrigation water was not finally available in the canal until 3 months later. This planting was also lost for purposes of research by problems of early weeding, fungus losses and inadequate planting moisture. Plants did mature but density was irregular.

#### Legume Varieties

In October 1969, a variety of legume seeds in small quantities was received. These seeds were in response to a request for legumes made when the pasture program was still in effect. Even though the pasture study had been scrapped, these legumes were planted in small plots (3 m x 5 m) to see how they would do in the humid Llanos climate. Very little detailed attention was given this study. One weeding and one application of DDT for insect control was adequate. Notes on growth were made periodically and left with the field engineers.

#### Caraota Varieties (1969)

Also in October 1969, the same Colombian USAID group in Palmira which had sent the legume varieties sent small samples of 32 caraota (black bean) varieties. It seemed justified also to plant these in small plots and see their growth in the humid Llanos. Caraota are a good money crop for Venezuela and need to be included in the cropping systems where they will grow well. Humidity is often a major problem because of various fungus diseases. Cubagua variety, one of the most used caraotas, places in the top 3 in (1) yield, (2) yield per plant at harvest time and (3) visual field appearance which was recorded 44 days after planting. In yield per plot, the other 2 top varieties were Venezuela - 36 sent from Colombia and Black Turtle. The latter was considerably lower than the two other plantings. Details are in a separate report covering caraota yields in studies a year later.

#### Rice Under Irrigation

Rice is well adapted to the climate and many soils of Venezuela. The wet season is adequate usually for good dryland rice. About 90% of the Venezuelan rice is produced by this dryland practice. However, excellent irrigation systems are now in existence. It should be determined if there

are advantages (yield) in producing rice in the dry season with irrigation. An ambitious project was set-up with 45 plots, each 10 m x 20 m, 3 irrigation levels, 3 rice varieties in split-plot form and 3 fertilizer levels. After many headaches in December, January and February of 1970, it seemed there would be good data anyway. As the rice developed to dough-stage, the bird migration of the rice eaters (grande negro, arrocero negro) and the pico o plato (scientific names: Policoronis, Oryzibons and Spermophica Grisea) hit the area. At this time of year very little other grain is available. Rockets, firecrackers, and people had almost no effect in reducing their foraging. The loss was total. In Llanero and Blue Bonnet (tall rice varieties) grain losses were 95% to 100%. A short variety, Philipino, was hit much less, but yield irregularities indicated that the data was useless for comparisons. A report was written and submitted to the MOP headquarters.

#### Studies Reported in Separate Bindings

The major reports are those of work satisfactorily completed and sufficient for publication in a separate bulletin. The following reports are published separately:

1. Irrigation with Siphon Tubes. April, 1971. 27 pp.  
R. W. Miller, T. Guilarte, and E. Chavez.
2. Irrigation-Fertility Studies with Caraota. June, 1971. 72 pp.  
R. W. Miller, E. Martinez, E. Chavez, A. Bustillos,  
and T. Guilarte.
3. Corn Studies in Los Llanos, Venezuela. June, 1971. 111 pp.  
R. W. Miller, E. Martinez, A. Bustillos, A. Gonzales,  
and T. Guilarte.
4. Phosphorus Soil Tests and Caraota Yields in Los Llanos,  
Venezuela. August, 1971. 20 pp.  
R. W. Miller and B. Fermin.
5. Irrigation-Fertility Studies with Cambur in Los Llanos,  
Venezuela. December, 1971. About 120 pp. (in typing).  
R. W. Miller, E. Martinez, A. Gonzales, T. Guilarte and  
E. Chavez.
6. Irrigation-Fertility Studies with Sugar Cane in Los Llanos,  
Venezuela. December, 1971. About 40 pp. (in typing).  
R. W. Miller, A. Bustillos, A. Guilarte.

#### Laboratory Reviews

By request of Dr. Pedro Urriola, the laboratories of five regional offices of the Division of Edafologia were reviewed. The intent was to recommend alterations or additions to the laboratories' work and methods. At that time, five individual laboratory reports and a composite report were sent to the interested parties. The summation (composite) report is

included as Appendix I to this report. It is given in Spanish as translated originally by the CIDIAT personnel.

My recommendations for the laboratories were mostly in personnel additions and procedural changes. Some of the specific recommendations or procedures were the following:

1. Do not dry soils to be analyzed for salt on absorbent paper, as was the practice.
2. All reported analyses were to be changed to be given on an oven-dry soil basis. Previously, an air-dry basis was in use.
3. Methods for analysis of pH and salt content were changed to methods currently more acceptable.
4. Recommendations were given for form and content in a Spanish translation of analytical methods being performed by R. Hernaiz.

#### Laboratory Design

A request came in July 1969 for me to help set up a soils laboratory in Atlantico 3, near Barranquilla, Colombia. When I arrived, I was told that they wanted me to design a laboratory for a space which was already constructed. Although this was out of my experience, I prepared a scheme to my best judgement, drew it up and photocopied it to leave with them. I also made a list of equipment and made recommendations on procedures to be followed.

This report is reproduced as Appendix II.

#### Field Personnel Training

The most intangible development to measure is the improvement of the personnel. The demands made for precision measurements and rigid schedules in the field work has altered the concepts held by many obreros and peritos on the care needed for some types of work. When the first irrigations were commenced in December 1969, only a few workers (no perito or engineer) in the three irrigation systems had ever started a siphon. They gained experience in siphon irrigation as well as in many other aspects of experimental work. Perhaps the best illustration of the changes would be a listing of some studies done in 1969 (before I was involved) and studies done this past year. A listing is given in the Table 1. I feel that most of this change in experimental design is a result of the experience of the engineers in doing such studies with me and coming to the conclusion that varied treatments give additional information.

#### Laboratory Personnel Training

During two years in Guanare I was asked numerous times to help make

Table 1. Example of changes in experimental planning resulting from the cooperation and experiences of MOP and CIDIAT personnel in Los Llanos, Oficina Occidente. These are studies designed and performed entirely by MOP personnel. Cooperative projects were additional.

General Study	Treatment	Data Collected
1969 Studies		
1. Corn, furrowed, 2 ha.	None, no control plots	Single yield value
2. Cambur, 1 ha.	Irrigation method	Fruit weights, 2 val.
3. Cambur, 2 ha.	None	Fruit weights, 1 val.
4. Young fruit plantings	None	None (young)
5. African oil palm, 1.5 ha.	None	None (young)
6. Caraoa, dryland, 2 ha.	Some with fertilizer 1 level	None, except photos
7. Cotton, 1 ha.	Control versus fertilizer	Growth measurements
8. Sugar cane, 1 ha.	Planted in ridges, no control	Single yield value
1970-71 Studies		
1. Corn, 22 ha.	Planting form, fertilizer levels	Treatment yields
2. Cotton, 0.5 ha.	Irrigation measurements, fertility variables	Treatment yields
3. Sorghum, 0.4 ha.	Irrigated, fertility var.	Treatment yields
4. Soybeans, 0.2 ha.	Irrigated, fertility var.	Treatment yields
5. Sesame, 0.2 ha.	Land preparation, irrigation	Treatment yields
6. Rice, 0.4 ha.	Irrigation-fertility, interactions	No information
7. Cambur, platano, 1 ha.	Irrigation-fertility, interactions	In process
8. Fruit plantings, 2 ha.	Irrigation	Diameter growth

All 1970-71 studies had control plots and several replications. Statistical analyses were possible for most of these. In 1970-71, CIDIAT cooperated in continual direction of 15 additional field experiments in corn, caraoa (beans), cambur, rice, legumes, safflower and sugar cane.

decisions or solve problems in the laboratory. Even clarification of the textbook instructions (they are using books written in English) was a common need. This was particularly important during late summer 1970 when the Head Engineer in charge of laboratories left to work in private industry. The new chief of laboratories was not an experienced chemist. Of the many procedures on which help was given, the most spectacular was one on phosphorus tests. They were getting erratic results. When the procedure correction was done (a simple mixing and reagent-timing addition) the results were excellent. Some errors over 20% were being made, and I expect some errors were greater than 50%, previous to the correction in procedure.

### Teaching

My original program did not include teaching as a specific obligation. However, I was used the equivalent of about 6 weeks full time to teach in the annual 6 months CIDIAT course (February, March and April 1970) in Merida and one week in the Colombian course in Seville.

### My Concept of Problems in Latin America

Limited experience always helps one to bravely attempt generalizations. My limited experience is no exception. Based on experience of two years in Venezuela and on limited contact with others working in Latin America, I have several comments that I feel are worthwhile. These, of course, are made from a particular field of study with interest in that area of work. No statements are intended to be derogatory; rather they are intended to assess problems that exist which seem to hinder the development of an intensive and high-level state of agriculture.

### Exposure to Research

It is always difficult to do a good job the first time. The majority of researchers I worked with have had neither field experience with nor formal education in research. They often did not really understand experimental designs, their needs and their evaluation. Venezuela will have largely outgrown this problem in 5 to 10 years. Most engineers are young and will by then have gained some research experience. Many other countries, not so endowed with money-producing petroleum, still have a limited number of University graduates out gaining experience. Even well-trained Ph.D. students often lack good research ability in the field in the first few years. Daily association of these engineers with experienced men is an effective and rapid bridge for this experience gap. Often in Venezuela it was noticed that just the uncertainty of whether or not an approach was sound caused the researcher to not try it but to select some less valuable study.

### Use of a Good Blueprint

Supervisors need to propose blueprints for the station workers under them. In the United States considerable freedom of selection of research projects has been permitted. But the supporting funds have often been abundant and the number of researchers is large. In many Latin American

countries, both numbers of researchers and budgets are low. RESEARCH IS EXPENSIVE TO DO. Therefore, small resources demand careful planning to get maximum efficiency. The blueprint needs to have flexibility but also some rigidity. I believe the following ideas are valid for a typical blueprint at the national level of many Latin American countries.

1. Research on crops of first and of second priorities should be listed by zones.
2. List the highest priority studies (no priority has been intended in the following list).
  - a. Irrigation-fertility interactions in \_\_\_\_\_ zones.
  - b. New crop introductions into \_\_\_\_\_ zones.
  - c. Irrigation development in \_\_\_\_\_ zones.
  - d. Soil surveys of \_\_\_\_\_ zones.
  - e. Drainage investigations in \_\_\_\_\_ zones.
  - f. Tillage and planting techniques in \_\_\_\_\_ zones.
3. Continuity Guides.

Research on a wet-season crop should be repeated at least two different years (preferably 3) to eliminate some error due to climate changes.

Most studies of interactions should be checked by a second study (with appropriate modifications) to assure their validity. For example, some treatments could be dropped or changed the second year. Also, the entire program should not change with a change in personnel at the station level.

#### Education of Workers

In general, physical work in Latin America is done by the lowest paid laborer. But some research work is physical (installing Parshall flumes, installing Piezometers, some measurements). In general, the laborer is poorly educated. In the majority of cases he cannot read or write. He is, therefore, handicapped even in understanding or helping to do some jobs correctly. The educated man needs to be willing to physically do some things needing precision.

As critical as is the formal education, the worker in Latin America also often lacks suitable social education. He has not been conditioned by reading and radio to the values of the scientific method or to the value of good data obtained.

A development of pride in the quality of work is usually desirable and necessary.

I have also advocated that experiment stations hire only laborers who can read and write. Most young laborers are now graduates of grade 6 or higher in Venezuela. Since job competition is keen among laborers, it is only reasonable to select the better qualified personnel for these more technical research needs.

A P P E N D I X I

REVISTA DE LOS LABORATORIOS

ZONAS M.O.P. DE VENEZUELA

POR

Raymond W. Miller

Septiembre 1969

TABLA DE CONTENIDO

<u>MATERIA</u>	<u>PAGINA</u>
1. Introducción	
2. Organización de los Laboratorios.....	1
Análisis actuales y propuestos, espacio disponible y recomendaciones sobre el personal.	
3. Recomendaciones sobre la Organización General.....	1
Prioridad en las muestras.....	1
Registros y Archivos.....	5
Ayuda de Interpretación.....	5
Muestras de Referencia y Duplicados.....	6
Cheques y Controles.....	12
4. Recomendaciones Específicas sobre Métodos.....	13
Referencias para métodos.....	13
Recibos de Muestras y Preparación.....	14
Rutina de los Análisis Químicos.....	15
Reacción del suelo, sales solubles, materia orgánica, P extraíble, contenido calino.....	15
Análisis Físico de Rutina.....	16
Análisis Mecánico de Bouyoucos.....	16
Curvas de tensión de humedad, porcentaje de humedad, capacidad de densidad, densidad de las partículas, límites líquidos y límites plásticos.....	16
Análisis de agua.....	16
Conductividad.....	16
Cationes y Aniones solubles.....	16
Análisis de Calacutas.....	17
Análisis mecánicos de Pipetas.....	17
Capacidad de Intercambio de cationes, Ca + Mg intercambiables, Na y K intercambiables, Al + H intercambiables.....	18
Aniones extraíbles, citrato fósforo soluble, nitrógeno-Kjeldahl.....	18
Óxido de Hierro.....	19
5. Recomendaciones sobre Estudios Generales de Campo.....	19

## I N T R O D U C C I O N

En Julio de 1969, el Dr. Pedro Urriola del M.O.P., División de Edafología, solicitó que yo visitara las oficinas y laboratorios de la División de Edafología de las cinco zonas del M.O.P. Se dispuso de 3 o 4 días para cada oficina, y todo el tiempo a excepción de un día aproximadamente, se usó en cada zona para visitar las áreas de proyecto de las zonas. Se utilizó un día aproximadamente para revisar cada laboratorio en cuanto a instalaciones, procedimientos y necesidades. Al finalizar cada visita se preparó un informe de la misma, y este se envió al Dr. Urriola. Este informe está compuesto de una recopilación de lo que considero importante para la mejor operación de estos cinco laboratorios. Las recomendaciones incluyen espacio, equipo, personal y procedimientos de análisis.

El Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT), dirigido anteriormente por el Dr. Bruce H. Anderson, y ahora por el Dr. C. Earl Israelsen en Mérida, estuvo de acuerdo con esta actividad y financió gran parte de los viajes y preparación manuscrita del estudio.

## ORGANIZACION DE LOS LABORATORIOS

En la Tabla 1 se encuentran los análisis corrientemente efectuados y los nuevos análisis propuestos. De las 108 categorías de análisis usados y propuestos, 37 (un tercio) son adiciones propuestas para la realización de trabajos. Es cierto que algunos de estos cambios serán análisis de muestras que de otra forma serían enviadas a Guanare. Sin embargo, el aumento de trabajo de laboratorio en algunos sitios, significa que la coordinación de los diferentes laboratorios para la uniformidad de los resultados es más difícil. Se necesita más personal a nivel de ingeniero en los laboratorios que todavía no tienen ninguno (Barcelona, Maracaibo, y tal vez Santa Cruz) para asegurar el desarrollo de la exactitud y precisión en los diferentes análisis.

El espacio disponible de los laboratorios en cada estación se presenta la Tabla 2. Todas las zonas actualmente o en proceso de construcción, poseen espacio adecuado. Barcelona tiene que hacer los cambios más grandes - - construir un nuevo laboratorio e iniciar muchos análisis nuevos. Barquisimeto posee un edificio pero requiere una remodelación completa. Ramón Hernaiz se encuentra allí para iniciar nuevos análisis. Maracaibo posee buenas instalaciones pero encontrará un poco difícil adaptarse a los análisis mecánicos de pipet y Kjeldahl-nitrógeno, debido a la falta de espacio suficiente.

En la Tabla 2, se presentan también las recomendaciones para el personal. Todas las zonas incrementarán indudablemente el número de muestras analizadas. Este es el resultado conjunto de un mayor número de personal trabajando en el campo y de una mayor utilidad del tiempo y trabajo para lograr un análisis de rutina. Cada laboratorio ha propuesto suficiente análisis para justificar la dirección del laboratorio por un Ingeniero Agrónomo. Según mi criterio, las prioridades para esto sería: Maracaibo, primero; Barcelona, segundo; y Santa Cruz, tercero. Sugerencias para técnicos o/y ayudantes se encuentran en la Tabla 2.

## RECOMENDACIONES SOBRE ORGANIZACION GENERAL

Existen algunas variaciones en los procedimientos usados para los registros, rotulación de las muestras, standarización del equipo y control de datos. Aunque no es necesariamente deseable la completa uniformidad en todos los laboratorios, ciertos requisitos mínimos pueden mejorar las condiciones. Los siguientes comentarios incluyen los requisitos mínimos y también ideas adicionales para su consideración.

### Prioridad en las Muestras.

No voy a decidir las prioridades, sin embargo, algunas muestras

Tabla 1. Análisis actualmente en uso (X) y aquellos que se propone llevar a cabo (P) en el futuro, en los Laboratorios del M.O.P., Edafología (Septiembre de 1969)

L A B.	PH	Ext. para Cond. Elec.	Anal. Mec. de Pipet.	Anal. Mec. de Bovy	Contenido de Humedad	Densidad Aparente	Densidad de Particul.	Materia Orgánica	Capacidad Intercambiable de Cationes	Mg + Ca Intercambiable	K Intercambiable	Na Intercambiable	Al + H Intercambiable	Cl Extraíble	HCO <sub>3</sub> Extraíble	SO <sub>4</sub> Extraíble	P Extraíble		
Centro - Occid. Barquisimeto	X	P		X	X	P		P			P	P					P		
Central Santa Cruz	X	X		X	X	X	X	X			P	P							
Oriente Barcelona	X	X		X	X	X		P			P	P					P		
Zulia - Andes Maracaibo	X	X	P	X	X	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	X		
Occidental Guanare	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

Tabla 1 (Cont.) Análisis actualmente en uso (X) y aquellos que se propone llevar a cabo (P) en el futuro, en los Laboratorios del M.O.P., Edafología (Septiembre de 1969)

L A B.	Citrato Soluble P	Cal (CaCO <sub>3</sub> )	Kjeldahl N	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Libre	Conductividad de H <sub>2</sub> O	Cationes de H <sub>2</sub> O	Aniones de H <sub>2</sub> O	Boro H <sub>2</sub> O	Humedad a 1/3 Bar	Humedad a 15 Bars.	Humedad a otros Bars.	Límite Plástico	Límite Líquido						
Centro - Occid. Barquisimeto		P			P	P	P	P	X*	X*									
Central Santa Cruz					X	P	P		X	X	X	X	X						
Oriente Barcelona					X	P	P		X	X	X	P	P						
Zulia - Andes Maracaibo	P	P	P	P	X	X	X		X	X	X	X	X						
Occidental Guanare	X	X	X	P	X	X	X		X	X	X	X	X						

\* Se enviarán próximamente a Guanare para su análisis, muestras de tensión de humedad.

**TABLA 2: EVALUACION DEL ESPACIO DEL LABORATORIO Y DE LAS  
NECESIDADES DE PERSONAL EN LOS LABORATORIOS DEL  
MOP. EDAFOLOGIA, (Sept. 1969)**

<b>Centro-Occidente (Barquisimeto)</b>	Remodelación para nuevas instalaciones proporcionará el doble del área del laboratorio. Adecuado para proyecciones actuales. Necesita uno o dos técnicos, o un técnico y un ayudante.
<b>Central (Santa Cruz)</b>	Laboratorio pequeño pero bien instalado. Conveniente para los intereses actuales pero no es adaptable para mayor incremento en diferentes análisis. Sugiero que el laboratorio sea dirigido por un Ingeniero Agrónomo.
<b>Oriente (Barcelona)</b>	Laboratorio inadecuado. Planes para la construcción inmediata de una nueva ampliación del mismo, proporcionará espacio adecuado para el trabajo actual propuesto. Recomiendo que se incluyan un Ingeniero Agrónomo y un ayudante adicional.
<b>Zulia-Andes (Maracaibo)</b>	Laboratorio nuevo, de tamaño moderado, conveniente para análisis de Calicatas a excepción del espacio necesario para Kjeldahl-N. Necesitará un Ingeniero Agrónomo o un Químico para dirigir el laboratorio y probablemente un técnico adicional.
<b>Occidental (Guanare)</b>	Laboratorio con espacio adecuado pero cubierta y luz inadecuada para Kjeldahl. Creo que el laboratorio necesita un técnico adicional.

enviadas a Guanare (creo que todas de Calicata) no han sido analizadas aún después de un año. Obviamente otras muestras que han sido traídas más recientemente se les ha dado mayor prioridad. Sería conveniente establecer algunas guías, no necesariamente rígidas, pero con algunas restricciones. Puede ser algo como lo siguiente por orden de prioridad:

1. Solicitudes de Caracas con carácter de "urgencia".
2. Muestras en estudios de investigación de campo corrientes.
3. Calicatas de una área completa de reconocimiento.
4. Muestras preliminares necesarias para investigaciones propuestas.
5. Calicatas corrientes de reconocimientos en progreso.
6. Muestras de reconocimiento en investigaciones (solicitadas como "urgentes" debido al poco tiempo disponible antes de empezar la investigación.

#### Registros y Archivos.

Los Registros y Archivos tienen una sola finalidad -- guardar datos para referencia futura. En consecuencia deben ser permanentes y clasificados para poder conseguir fácilmente los datos necesarios. Generalmente en estos laboratorios se llevan dos registros separados: Uno se limita a un libro de notas que contiene el número de laboratorio de cada muestra y un registro del origen de las muestras. El segundo es un archivo indefinido de la copia de los datos que han sido informados al Ingeniero que envió las muestras. Estos archivos indefinidos están separados en carpetas e identificados según el Proyecto fuente y la fecha.

Personalmente prefiero los datos en el libro de notas, sin embargo, en el caso de las Calicatas esto requiere un tiempo adicional considerable para la transferencia de los números. Sugiero que se desarrollen formularios standard para los datos de Calicata, para ser usados en todos los laboratorios que realizan estos análisis. En las figuras 1 y 2, se dan ejemplos de algunos formularios usados en Guanare y Maracaibo como guías. Si se cree conveniente usar también formularios para datos de análisis de rutina, en la figura 3, se da un formulario como ejemplo de las guías usadas por varios laboratorios. En la figura 4, se encuentra un formulario para análisis de agua. Resulta de gran ayuda tener en cada laboratorio formularios de trabajo preparados para cada análisis de peso de muestras, análisis volumétrico, etc. Se encuentran ejemplos disponibles de Guanare y otros laboratorios.

#### Ayuda de Interpretación.

Es muy común en un laboratorio disponer de hojas de interpretación para ayudar al hombre de campo a entender los números empíricos de laboratorio (datos). Debido a que la mayoría de las muestras son enviados por científicos o ingenieros, se ha supuesto que ellos estarán familiarizados con los procedimientos del laboratorio y en consecuencia podrán interpretar los datos. Creo que parte del informe preparado para el

que envía las muestras debe incluir hojas de interpretación de datos para salinidad, K extraíble, P extraíble, calidad de agua, requerimientos de cal, análisis de agua y porcentaje de sodio intercambiable. El laboratorio de Guanare ha preparado una hoja para K, P, C orgánico y sales solubles. Sin embargo, esta no es completa e incluye la determinación de sales mediante un método pobre. Sería tarea del ingeniero del laboratorio escribir una nota de interpretación e incluir las hojas de interpretación de datos apropiadas. La tabla 3, presenta un ejemplo de esta hoja. Estas deberían ser preparadas conjuntamente por todos los laboratorios. Los problemas especiales deben ser mencionados en el informe por el Jefe del Laboratorio.

#### "Muestras de Referencia" y Duplicados.

Creo que el cambio para manejar todas las muestras en duplicado es la solución preferida. En los análisis químicos siempre hay un punto de compromiso entre el número de duplicados deseado y el costo (valor) de los datos. Cuando se realiza un solo análisis para cada muestra, nunca se está seguro de los resultados. Se está considerando que errores grandes raramente ocurren y que las variaciones de las muestras son de poca importancia, al menos esto no justifica la duplicación del análisis. La duplicación de muestras por otra parte, aumentará el volumen de trabajo en un 60% debido a estos análisis. Generalmente la mayoría del tiempo utilizado en los análisis se debe a duplicados o triplicados de valores de tensión de las mezclas, análisis mecánico de pipet, capacidad de intercambio de cationes; Kjeldahl-N y otros.

Algunas veces las grandes diferencias en los resultados ocurren debido a la escasez de equipo, solución química mala, o cambios de instrumentos. Los duplicados realizados con el mismo sistema no indicarán la existencia de un problema. Una "muestra de referencia", RS, identificará tales cambios. La RS es una muestra de suelo seleccionado en cantidad suficiente para ser usada durante meses o años sin cambiarla. Esta muestra es seca, se mezcla muy bien y se analiza por varios procedimientos diferentes hasta unos 10 ó 12 duplicados. Estos valores indican la clasificación de los datos esperados para esta RS y pueden ser promediados a un solo valor con más ó menos límites de tolerancia estimada.

La selección de la RS es importante pero no difícil. No hay que seleccionar suelos extremos en el punto medido. Por ejemplo, para materia orgánica se selecciona un suelo con 2 a 4% de materia orgánica - nunca muy baja ni muy alta. No hay que seleccionar suelos difíciles de tratar ó analizar si esta característica puede ser prevista. Se seleccionan suelos fácilmente disponibles, convenientes y que no sean bastante heterogéneos en el sitio de la muestra. Mediante una planificación sencilla es posible a menudo seleccionar un suelo conveniente para ser usado como RS para diferentes análisis (tales como textura, materia orgánica, Kjeldahl-N, curvas de tensión de humedad, citrato soluble P,

FIGURA 1. POSIBLE FORMULARIO A SER UTILIZADO EN LA TABULACION  
FINAL DE DATOS PARA CALACUTAS. 1° DE 2 FORMULARIOS

HOYO No. \_\_\_\_\_

PROYECTO \_\_\_\_\_

SERIE \_\_\_\_\_

No. Lab.	Prof.	pH					C.E. mmhos/cm. Extr. Sat.	%Na Interc. PSI	Materia Organica			P (p.p.m.) soluble en ácido cítrico
		en agua				0.01M CaCl2			%C**	% N	C/N	
		Pasta	1:1	1:5	1:10	1:2						
Medio de	? reps	*										

No. Lab.	Cationes intercambiables (meq/100 g.)						Acidez (H + Al)	% Sat. bases	Equiv. CaCO <sub>3</sub>	Req. Cal Kg/Ha	Fósforo disponible (p.p.m)	
	Capac. de cambio	Na	K		Ca	Mg					Bray	Olsen
			meq.	p.p.m								
resps ?												

\*\*\*) % por 1.724 estima % material organico

\*) 1 = 1 análisis por muestra; 2 = duplicado análisis; 3 = triplicado análisis.







TABLA 3: EJEMPLO DE UNA "HOJA DE INTERPRETACION" PREPARADA PARA SER DEVUELTA CON TODOS LOS DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

INTERPRETACION DE E.C. x 10 <sup>3</sup> (mmhos/cm.)	
Conductividad de Extr. Sat.	Indicación.
0 - 2 mmhos/cm.	Normal, generalmente sin problema.
2 - 4 mmhos/cm.	Posiblemente afecta cosechas sensitivas: Avo- cado, naranja, papas, batatas, berenjenas, limón.
4 - 8 mmhos/cm.	Puede afectar muchas cosechas: Frutas, cebollas, pimiento, melón, arroz, lechuga.
8 - 16 mmhos/cm.	Afecta la mayoría de las cosechas. Algunas pre- sentan cierta tolerancia: algodón, remolacha, coco, grama bermuda.
16 + mmhos/cm.	Tolerado por pocas plantas.
INTERPRETACION DE ANALISIS DEL AGUA *	
C1 -	Pocas sales, generalmente no hay problema si el Na es también bajo.
C2 -	Puede acumular sales con poco riego y el agua de lluvias.
C3 -	Generalmente hay acumulación de sales. Control de sales necesario.
C4 -	Difícil para usar sin acumulación de sales en el suelo. Raramente aceptable para riego.
-S1	Generalmente no existe problema con el Na a excep- ción de algunas frutas como el avocado.
-S2	Hay problema si el total de sales es bajo o si el suelo es inestable, ie. arcilloso.
-S3	Generalmente problema por acumulación de Na a excepción del control por medio de adición de yeso.
-S4	Muy difícil de usar salvo en condiciones especia- les.

\* See U.S.D.A. Salinity Handbook 60 (1954).

capacidad de intercambio de cationes y aún otros).

Este método de usar el RS consiste en incluirlo en cada análisis como si se tratara de otra muestra, pero no en duplicado. Su valor determinado se compara cada vez con los valores previamente determinados de las muestras para comprobar si el análisis parece normal. Si el valor es considerablemente distante, es necesario repetir el análisis de todas las muestras. Debe guardarse el total acumulado de los valores obtenidos. Los datos de esta muestra se tabulan también en hojas de datos junto con todos los otros datos.

Es importante el análisis inicial y almacenamiento del RS. Los valores obtenidos inicialmente deben ser idénticos a los valores obtenidos posteriormente. Algunos laboratorios pueden desear algunas veces usar la misma muestra, como por ejemplo para las curvas de tensión de humedad, con el fin de tener una comparación directa de laboratorio a laboratorio. Para mantener una buena uniformidad, la muestra RS deberá secarse bien al aire y almacenarse en recipientes bien cerrados con el fin de reducir las fluctuaciones de humedad.

Las muestras de referencia se usan principalmente para: curvas de tensión de humedad, análisis de materia orgánica, Kjeldahl-N; cal, capacidad de intercambio de cationes e iones intercambiables. Estas muestras son menos necesarias para P extraíble, análisis mecánicos de Bouyoucos y Salinidad. Generalmente el pH y los límites plásticos no serán problema, pero son adaptables al uso de RS. Estas categorías son arbitrarias e influenciadas. Algunos análisis no están tan sujetos a técnicas, a un equipo sensitivo que cambia o a una solución determinada. Estos han sido listados como análisis con menos necesidad de RS. Todos los métodos pueden involucrar el análisis RS pero no siempre se dispone del tiempo y esfuerzo necesario para hacerlo.

### Chequeos y Controles

La precisión no necesariamente significa exactitud. Quedé impresionado por la falta general de chequeos y controles en los laboratorios. Muchos análisis se hacen usando un solo análisis por muestra pero sin tener idea de cuando los datos están o no cerca de los valores exactos. Cuando se usan los duplicados, parece que a menudo se supone que duplicados parecidos (precisión) indican valores exactos. Desafortunadamente solo existen un número limitado de maneras de chequear los valores. Algunas de estas son:

1. Asegurarse de que el equipo ha sido chequeado: metros pH con topes; fotómetros de llama con standards altos y bajos, células de conductividad con standard 0.01 N KCl, etc.
2. Solicitar análisis similares de algunas muestras a otros laboratorios disponibles y comparar los resultados.

3. Buscar en los datos consistencia y regularidad. Un ejemplo serían las muestras de agua tomadas todas en el mismo río dentro de una profundidad de 200 metros y 24 horas. Aunque el Mg varíe desde un valor de cerca de 1.3 del valor de Ca hasta el valor de "0" aún cuando Ca aumente. Esto resulta imposible en un río. Los datos tuvieron otras inconsistencias similares.
4. Saber cual tipo de valores son aproximadamente correctos. Esto sería obvio para la materia orgánica, textura, capacidad de intercambio de cationes y otros. Si hay una gran diferencia entre los valores, será necesario estudiar el suelo para una clasificación o analizar nuevas muestras.

Más allá de métodos como estos, uno depende del uso de métodos aceptados y de la obtención de buena precisión en los duplicados. La diferencia en los valores de la "muestra de referencia" indicará la diferencia permisible para los análisis de rutina de los duplicados.

#### RECOMENDACIONES ESPECIFICAS SOBRE METODOS

##### Referencias para Métodos

La mejor referencia para métodos consiste en los dos volúmenes de la edición de "Métodos de Análisis de Suelos" por C. A. Black, editor, 1965. Publicada por la Sociedad Americana de Agronomía, 677 South Segoe Road, Madison, Wisconsin, U.S.A., 53711. El precio es de \$ 15 U. S. por copia (\$ 30 por los dos volúmenes). Estos volúmenes carecen de procedimientos específicos para análisis de muestras de agua, aunque todos los detalles necesarios figuran bajo los capítulos como por ejemplo "compendios de suelo". El problema consiste en que las aguas generalmente poseen cantidades más bajas de sales que las extracciones del suelo y las alteraciones en concentraciones de las normas y reagentes deben ser estimadas. Otras referencias de valor incluyen:

1. U.S.D.A. Handbook 60, del Laboratorio de Salinidad, 1954.
2. Chapman, H.D. y P.F. Pratt. 1961. Métodos para análisis de suelos, Plantas y Aguas. Univ. de California, Riverside, California.
3. Jackson, M.L. 1958. Análisis químico del Suelo. Prentice-Hall Editores.
4. U.S. Dept. Interior, 1968. Informe del Comité sobre los criterios de la calidad del agua. Administración Federal del control de contaminación de aguas. Washington. D. C.
5. Métodos oficiales de análisis, A.O.A.C. (Última edición). Publicada por Association of Official Agricultural Chemists, P.O. Box 540, Benjamin Franklin Station, Washington, D.C. U.S.A. (\$ 20 aprox.) Nueva edición cada 5 años.

Se sugiere que los procedimientos pertinentes se traduzcan al Español para su uso. El "Compendio de Métodos para Análisis de Suelos y Agua" por Ramón Hernaiz Berti (1957) sea revisado y usado como fuente oficial de referencias. Antes de publicarlo, debe disponerse de copias para todo el personal interesado en su revisión y comentarios. Cuando se obtenga una copia satisfactoria, se imprimirá en un papel de buena calidad y empastará convenientemente para su uso en el laboratorio. Debe imprimirse un mínimo de 100 copias y se distribuirá una copia a cada trabajador del laboratorio. La ilustración de los procedimientos u otras secciones puede ser hecha probablemente por Heberto Ferrer, auxiliar de laboratorio en Maracaibo. Su trabajo es bueno.

#### Recibo de Muestras y Preparación

Todos los laboratorios indiscriminadamente secan las muestras sobre papel. Las muestras secas a ser sometidas a análisis de sales tendrán algunas de las sales que han absorbido del papel. Tales muestras deberían secarse sobre una telilla plástica.

La inexactitud y la pérdida de hojas resulta siempre un azar. Las muestras deben ser enviadas al laboratorio con un "formulario" rótulo que debe permanecer junto a la muestra todo el tiempo como se hace por ejemplo:

Muestra No. _____	Profundidad _____
Remitente _____	
Lugar de la muestra _____	
Para _____	
Fecha de la toma _____	

Sería de gran ventaja una etiqueta un poco más larga e incluir el No. del Hoyo, Observaciones y No. del Laboratorio.

El almacenamiento de muestra. Recipientes de vidrio (botellas) resultan eficaces. Algunas personas prefieren pequeñas cajas de cartón, guardando el exceso de la muestra en embases separados (bolsas plásticas ó cajas más grandes). Esto requiere hacer etiquetas extras y dos almacenamientos de las muestras. Creo que potes de un cuarto de galón serían normalmente de tamaño adecuado para guardar las muestras, son fáciles de limpiar para ser usados nuevamente, las muestras son visibles y la apariencia es satisfactoria. No se critica la escogencia del método.

Como rutina, todas las muestras deberían tener "textura por tacto"

analizada en el momento de secado o de ambase. Esto se anotará en el libro de registros. Una aproximación adecuada sería:

- + arenas, arenas gredosas
- ++ poco gredosas
- +++ muy gredosas, sedimentos gredosos
- ++++ suelos arcillosos

Esto se utiliza como chequeo y sirve como referencia cuando no ha sido solicitado el análisis de textura de la muestra.

El primer análisis sobre una muestra secada al aire consistirá en la determinación de contenido de humedad para ser utilizado al pesar la tierra para todos los otros análisis. Este valor debe aparecer en la etiqueta de la botella almacenada.

#### Rutina de los Análisis Químicos

En esta sección y en las que siguen en relación con los métodos, mis recomendaciones para los análisis están indicadas pero se dan solamente para su consideración. Todos los métodos no son muy bien conocidos o necesariamente aceptados por todos los químicos como los mejores métodos en los laboratorios del M.O.P., como ha sido indicado.

1. Reacción del suelo (pH). El análisis del pH sobre una pasta saturada y en 0.01 N  $\text{CaCl}_2$  (1:2 suelo: rata de solución). Si el suelo es conveniente: las ratas de agua de 1:5 y otras pueden incluirse. Para las Calicatas, la relación 1:5 puede ser standard con la pasta y el  $\text{CaCl}_2$ . Esto elimina el uso de KCl y algunas soluciones ahora medidas.

2. Sales solubles. Determinar las sales sobre la extracción de suelos, y no sobre la suspensión 1:2 usada actualmente. Como lo afirma Black, "un método satisfactorio para apreciar el contenido de sales solubles en los suelos, en relación al crecimiento de las plantas debe tomar en cuenta sin embargo, las características variables de retención de agua de los suelos".

3. Materia Orgánica. El método actualmente usado ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , y determinada por hierro ferroso con indicador diphenylamine) es satisfactorio. Sin embargo, los factores de conversión convencionales usados (% C en materia orgánica) pueden ser erróneos. Los laboratorios del MOP no están equipados para esta determinación, pero el laboratorio de una Universidad si la puede realizar.

4. P. Extraíble. Los dos métodos usados -- Bray-Kurtz y Olsen -- son

satisfactorios, pero los datos obtenidos deben identificarse con el método correcto sobre la forma del informe. Prefiero el método de North Carolina (Black) en vez del procedimiento Bray-Kurtz.

5. Contenido Calino. (Equivalente  $\text{CaCO}_3$ ). Para los análisis de carbono relativamente aproximados, el método de neutralización de ácidos usado actualmente es adecuado. Para un trabajo más exacto y eventualmente para las calicatas, recomiendo utilizar los métodos volumétricos. En Black 91-6 (pp. 1389), se da un método simple, rápido y fácil. Este aparato debe estar disponible por lo menos en Guanare y Maracaibo.

#### Análisis Físico de Rutina

6. Análisis Mecánico de Boyoucos. El método utilizado difiere de los procedimientos de Black y otros en la relación suelo: agua. Debido a esta relación, sugiero que se chequee la determinación de la densidad de suspensión sobre la cual se basa el método. Guanare y Maracaibo deben analizar de 8 a 12 muestras usando ambas el mismo suelo. Los suelos deben variar en textura y materia orgánica. Cada suelo debe ser analizado mediante: (1) pipetas; (2) el método hidrométrico actualmente usado, y (3) mediante el método hidrométrico de Black. De los datos obtenidos, se seleccionan los métodos hidrométricos más próximos a los valores de las pipetas. Estos datos se archivan bajo el título "Estudios del Método Hidrométrico de Análisis Mecánico".

7. Curvas de Tensión de Humedad. Los métodos y equipos generalmente son buenos. Para ganar tiempo, recomiendo que se cambien las muestras de triplicadas a duplicadas y se incluya una muestra de referencia en cada lámina.

8. Porcentaje de Humedad. Los métodos usados son adecuados.

9. Capacidad de Densidad. Los métodos usados son adecuados. Sin embargo, el tiempo de secado es una función de la clase de horno (forzado - corriente de aire o difusión del calor por circulación), textura de la muestra y número de muestras. Sugiero que se chequee la suficiencia del tiempo de secado en algunas muestras arcillosas mediante el uso de ciclos de secado-pesada hasta que se alcance un peso constante.

10. Densidad de las Partículas. El uso de picnómetros es adecuado.

11. Límites Líquidos y Límites Plásticos. Los métodos usados son standard y satisfactorios.

#### Análisis de Agua

12. Conductividad. Este método resulta adecuado, pero los resultados deben leerse en dos alíquotas separados de cada muestra de agua.

13. Ca + Mg. El análisis EDTA utilizado es el mejor procedimiento. Sin embargo, las sustancias químicas (KCN, hydroxilamine, sulfito) deben

ser usadas en el análisis para reducir las interferencias. El análisis de Ca debe saberse que ocurre solamente en la solución de Ph 12, no más bajo.

14. Sodio. El sodio se determina mediante el Fotómetro de llama. Otros métodos son inexactos y más difíciles.

15. Boro. El método colorimétrico usando cormina en  $H_2SO_4$  es el más usado. Los laboratorios del MOP no determinan corrientemente el Boro. Las frutas, particularmente el aguacate y el limón parecen ser demasiado sensitivas al Boro, en consecuencia dichos análisis son inconvenientes.

16. Bicarbonatos, Carbonatos y Cloruros. Los métodos usados son satisfactorios.

17. Sulfatos. No tengo una opinión de valor sobre este análisis. Los métodos colorimétricos, tales como los usados en Guanare, tienen puntos de evaporación completa muy pobres, de tal forma que solo son aproximaciones. Los métodos clásicos tales como los turbidimétricos son más largos y tienen algunos problemas. Solamente puedo sugerir mayores investigaciones para lograr un método colorimétrico conveniente. La adaptación del método turbidimétrico 79-4.2 de la página 1112 de Black, probablemente resulte conveniente hasta que se obtenga un método colorimétrico aceptable.

#### Análisis de Calicatas

18. Análisis Mecánico de Pipetas. El método utilizado en Guanare no ha tomado precauciones adecuadas para eliminar las sales. Se requieren bujías filtro o centrifugación. Las sales tienden a aumentar su dispersión incrementando generalmente el contenido aparente de sedimentos.

Los cálculos de porcentaje de arena, sedimentos o arcilla se basan también en el peso del suelo después de separar la materia orgánica. Guanare ha usado el peso completo del suelo. Esto aumentará en un % el total de sedimentos.

Otro cambio en los métodos actuales de pipetas en Guanare, consiste en el uso de un tamiz de 270-mesh para separar la arena, en vez del tamiz de 300-mesh recomendado. Ambos han sido usados por varios científicos. El uso del tamiz de 270-mesh dan como resultado porcentajes un poco más burdos de sedimentación.

19. Capacidad de Intercambio de Cationes. Recomiendo el uso continuo de Na-acetato para saturar el suelo, luego cambiar el Na por amonio o acetato amonio. Este es menos bueno que la saturación de acetato amonio sobre suelos fuertemente ácidos, pero resulta mejor en suelos calcáreos. Además el Na resulta muy fácil de analizar.

20. Ca y Mg Intercambiables. Los "iones intercambiables" se miden mejor mediante el reemplazo con acetato amonio. En suelos calcáreos o que contienen yeso, la solución extraída disuelve los carbonatos o yeso y los valores son demasiado altos. En tales casos, se usa: (1)

Ca + Mg del Na - extracción de acetato o (2) estimación de Ca + Mg mediante lo siguiente:

$$\text{Mg} + \text{Ca, mea. .1.} = (\text{capacidad de intercambio} - \text{intercambio (Na+K) de cationes}).$$

21. K y Na Intercambiables. Se determina como hasta el presente, mediante el fotómetro de llama sobre la extracción de acetato amonio (4 extracciones sucesivas).

22. H y Al Intercambiables (Intercambio de Acidez). El método de Clorato de Baric - triethanolamina en Black y que ha sido usado corrientemente en Guanare constituye el método preferido.

23. Aniones Extraíbles. (Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>). Algunos aniones extraíbles pueden ser determinados de la extracción de acetato amonio para cationes intercambiables.

- a. Para Cl: análisis volumétrico con clorato de plata con un indicador cromato, según Black, página 948.
- b. Para SO<sub>4</sub>: se puede usar indistintamente el método de Black (79-4.2.2, página 1112) el cual es turbidimétrico o posiblemente el colorimétrico usado en Guanare que tiene puntos de evaporación completa y exactitud dudosas. No estoy capacitado para recomendar el análisis volumétrico debido a la falta de conocimiento al respecto.
- c. Para CO<sub>3</sub> y HCO<sub>3</sub>: El CO<sub>3</sub> y el HCO<sub>3</sub> extraíbles pueden ser determinados solamente sobre agua extraída sin tope (pasta saturada o 1:2 suelo: agua extractada) de acuerdo a sus concentraciones o requerimientos. Los análisis de acidéz se usan de la misma forma que los análisis de agua.

No se ha efectuado la determinación general de los aniones, excepto cuando algunos problemas directos se refieren a ellos. El análisis de estos aniones se hace más corrientemente sobre agua extraída cuando existe un interés en suelos salinos. Los procedimientos señalados anteriormente se usan todavía y se discuten en Black, procedimiento 62-3, que empieza en la página 940.

24. Citrato-Fósforo Soluble. Este procedimiento está determinado por el uso de los criterios de la clasificación de suelos de la U.S.D.A. Reconocimiento de Suelos de la 7a. aproximación. Este se refiere a la extracción de fósforo en 2% de ácido cítrico (ver Jackson, Soil Chemical Analysis, 1958).

25. Kjeldahl - Nitrógeno. Cualquier procedimiento standard Kjeldahl en Black resulta aceptable. El equipo, en vez del método, es lo que constituye generalmente el problema en el procedimiento.

26. Oxido de Hierro Libre. Este procedimiento (Black, 65-4. 3, página 971) se requiere para agregarlo al criterio del U.S. Reconocimiento de Suelos en la 7a. Aproximación del sistema de Clasificación de Suelos.

#### RECOMENDACIONES SOBRE ESTUDIOS GENERALES DEL CAMPO

En una revisión bastante rápida de las áreas de las cinco zonas, puede apreciar la importancia de algunas necesidades primordiales. Un gran número de estudios de pequeñas áreas son probablemente de igual valor a aquellas afectadas. Sin embargo, estas parecen ser algunas áreas extensas que requieren una atención dirigida a largo plazo. Algunas de estas se resumen en las siguientes sugerencias:

1. Los llanos de Monagas en la zona oriental se beneficiarían del mejoramiento de los pastos mediante el riego que proporcione un abastecimiento durante la época de sequía. Probablemente un buen desarrollo de agua es el método principal. La fertilidad debe ser incluida como una interacción.
2. Debe continuarse el estudio del área Cariaco con el fin de intensificar el desarrollo del área y de sus buenas tierras.
3. Creo que la Estación Santa Cruz debe relacionarse más con las interacciones riego - fertilidad. En un área de uso tan competitivo de las tierras, tanto los estudios de riego como los de fertilidad separados son de un valor mínimo.
4. La extensa región árida de la zona Centro-Occidental tiene un gran potencial para los estudios sobre riego-fertilidad-salinidad. La falta de lluvia hace que el riego sea esencial, el clima seco permite el crecimiento "fuera de estación" de vegetales y Barquisimeto proporciona un centro para la obtención de equipo, mercados y mano de obra.
5. Las áreas del Sur del Lago de Maracaibo comprenden extensas áreas de suelos de textura muy arenosa. En estas áreas parece conveniente un trabajo sobre el movimiento de las aguas subterráneas, drenaje y riego-fertilidad en los suelos arenosos.
6. Los llanos de la zona Occidental me resultan más conocidos. Debido al poco riego previo en los llanos extensos y principalmente por la introducción de nuevos cultivos de otras áreas del país, surgen extensos problemas. Los requerimientos de riego y métodos de drenaje en suelos pesados durante la estación de lluvia son esenciales. Sin el uso de variedades de cultivos convenientes y de interacciones de fertilidad, aún los estudios de riego y drenaje en esta zona, tienen un valor limitado.

A P P E N D I X II

RECOMENDACIONES PARA LA ESTACION LIMON, ATLANTICO No. 3

INSTALACIONES Y METODOS DE LABORATORIO DE SUELOS

Area de Barranquilla, Colombia

Raymond W. Miller

Septiembre de 1969

## I N T R O D U C C I O N

Hacia fines de Julio de 1969, Kern Stutler, un empleado reciente de USAID, a través de la Universidad Estatal de Utah, en Logan, Utah, se dirigió a mí para preguntarme si estaría interesado en colaborar en la orientación de un laboratorio de suelos en el área de Barranquilla. El Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT) en Mérida, Venezuela, estuvo dispuesto a auspiciar mi viaje. Entre el 11 y el 19 de Agosto viajé de Guanare, Venezuela, a Barranquilla, Colombia, y trabajé con Ricardo Valdéz, el ingeniero que estaba a cargo de la dirección del laboratorio. Otro representante de A.I.D. desde la Universidad Estatal de Utah, Darrell Watts, también colaboró con ciertos transportes y ayuda general.

Actualmente, el laboratorio está realizando algunos pocos análisis de rutina. No obstante, es reconocido que tanto las instalaciones como los procedimientos son inadecuados para llevar a cabo el análisis competente de los suelos, necesarios en los estudios proyectados con respecto a suelos en desarrollo agrícola.

Este informe incluye un somero esquema de laboratorio en un área de dimensiones previamente determinadas. Será un laboratorio útil si bien hubiera podido ser considerablemente mejor, de haber contado con un 30% más de espacio disponible. Se han tomado las previsiones de manera tal, que podrá obtenerse espacio adicional para el laboratorio, mudándose más hacia la pared central del edificio, siempre que ello se justifique en alguna fecha futura. La ubicación del gabinete de vidrios proveyería un amplio pasillo conveniente.

He dejado fotocopias de estos dibujos y recomendaciones con Ricardo Valdéz el día 19 de Agosto, con el objeto de facilitar su uso inmediato para realizar los dibujos y procedimientos del arquitecto.

Así mismo, se incluye un informe de los laboratorios del M.O.P. De Venezuela, debido a la amplia sección dedicada a los métodos de laboratorio recomendados.

### LIMON - DETALLES GENERALES PARA CONSTRUCCION DEL LABORATORIO

#### 1. CUARTO DE PESADAS - CUARTO DE EQUIPOS

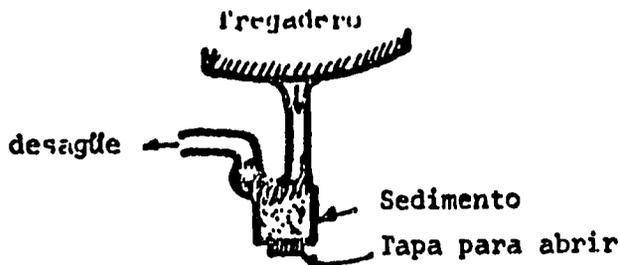
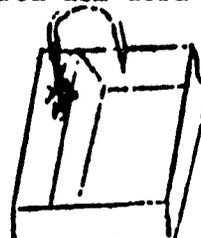
Gavetas y estantes cerrados (puertas corredizas u oscilantes)  
altura del mesón: 96cm.  
Hueco para piés, a la altura del piso: 10cm. de altura, 10 cm. de profundidad.

Estantes, tres, el inferior más alto: 20 cm. 20 cm. 35 cm. de altura.

Tabla de la mesada con pequeña saliente (5cm.)

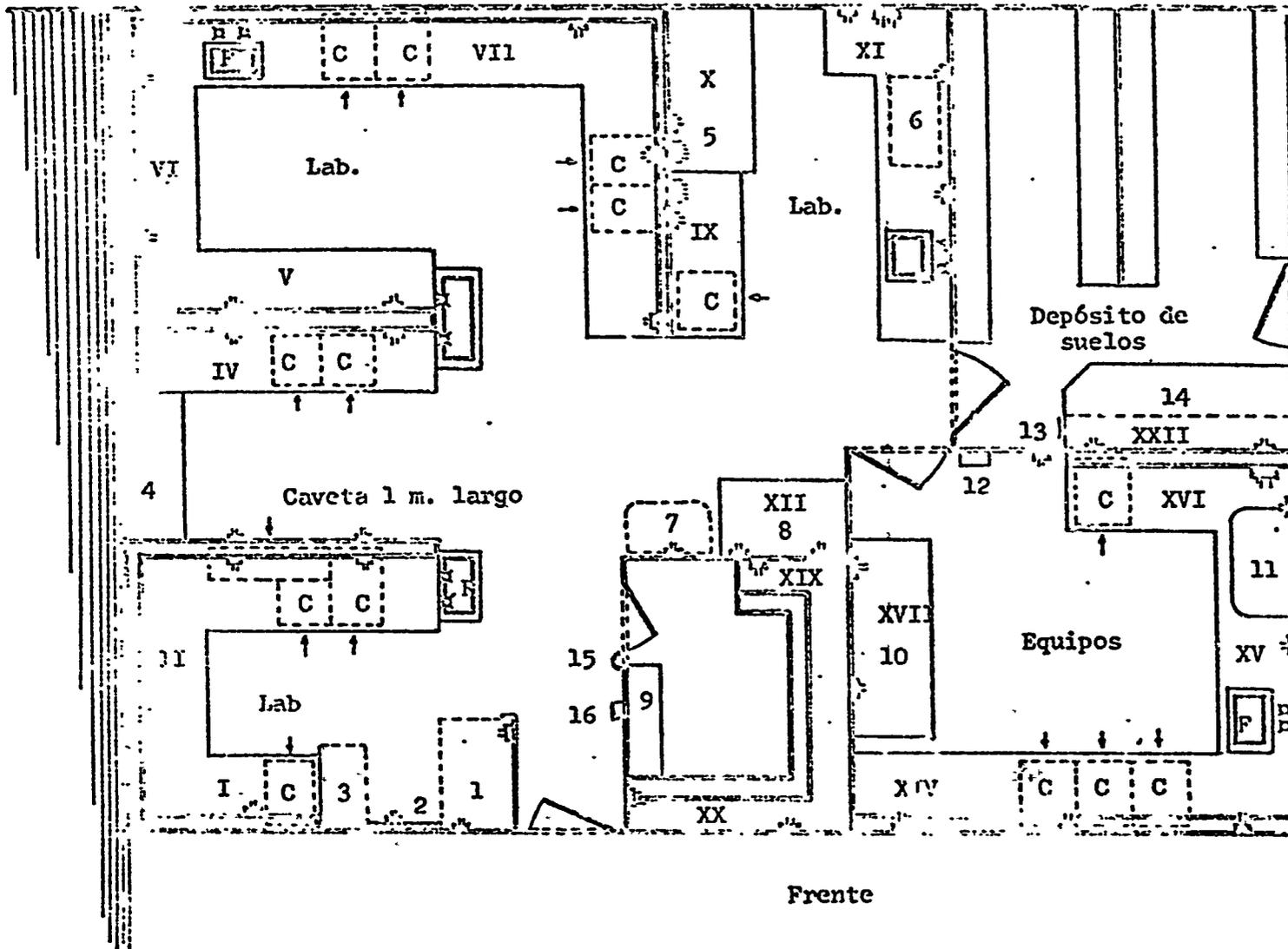
Estante de pared a 1.50 m. de altura y 2 m. de altura en la pared del frente (Sur) y la del fondo (Norte).

2. MESON DE PESADAS - Patas totalmente de cemento, tabla de madera de 3 - 4 cm. de espesor.  
Altura: altura para trabajar sentado (30" ó 75 cm.)  
Una hilera de gavetas de 10 cm. de profundidad, el resto cavidad para rodillas.  
3 patas de cemento para el mesón - a cada costado y el centro para soporte rígido y gruesa tabla de madera con cobertura de fórmica.  
Estantes con 30 cm. de separación, a 130 cm. de altura, 150 cm. y 200 cm. por encima del mesón para pesadas. Divisiones verticales a 45 cm. de separación cada una.
3. TABLERO CON GANCHOS PARA COLGAR OBJETOS DE VIDRIO. Cerca del desagüe en el cuarto de equipos.
4. GRIFOS DE AGUA
  - a) Grifos de arco grande en todos los fregaderos.
  - b) Ubicar los grifos a lo largo de los bancos.
5. DESAGUES EN LOS FREGADEROS  
Todos los desagües en los fregaderos en el área del laboratorio poseen un tubo en U, recolector de sedimento, para retener las arenas. De otra manera, el enjuague de recipientes que contengan tierras, podría ocasionar la obturación de los desagües. No obstante ello constituye un detalle que puede ser omitido.



6. FREGADEROS  
Los fregaderos deben tener una profundidad mínima de 25 cm. y ser de material resistente a los ácidos y sustancias básicas. La porcelana resulta inaceptable. El acero inoxidable es satisfactorio, pero probablemente constituya una segunda alternativa frente a los fregaderos normales para laboratorio químico.
7. GABINETE DE VIDRIOS  
Puertas frontales deslizables de vidrio (o vidrio con marco de madera) para permitir la visibilidad del contenido del gabinete. Altura total, aproximadamente 2 metros. Profundidad de los estratos, 50 cm. Altura del estante inferior - 50 cm. (o la necesaria para dar cabida a cilindros aforados de 1000 ml).

LABORATORIO PARA ANALISIS DE SUELOS - I. LEON



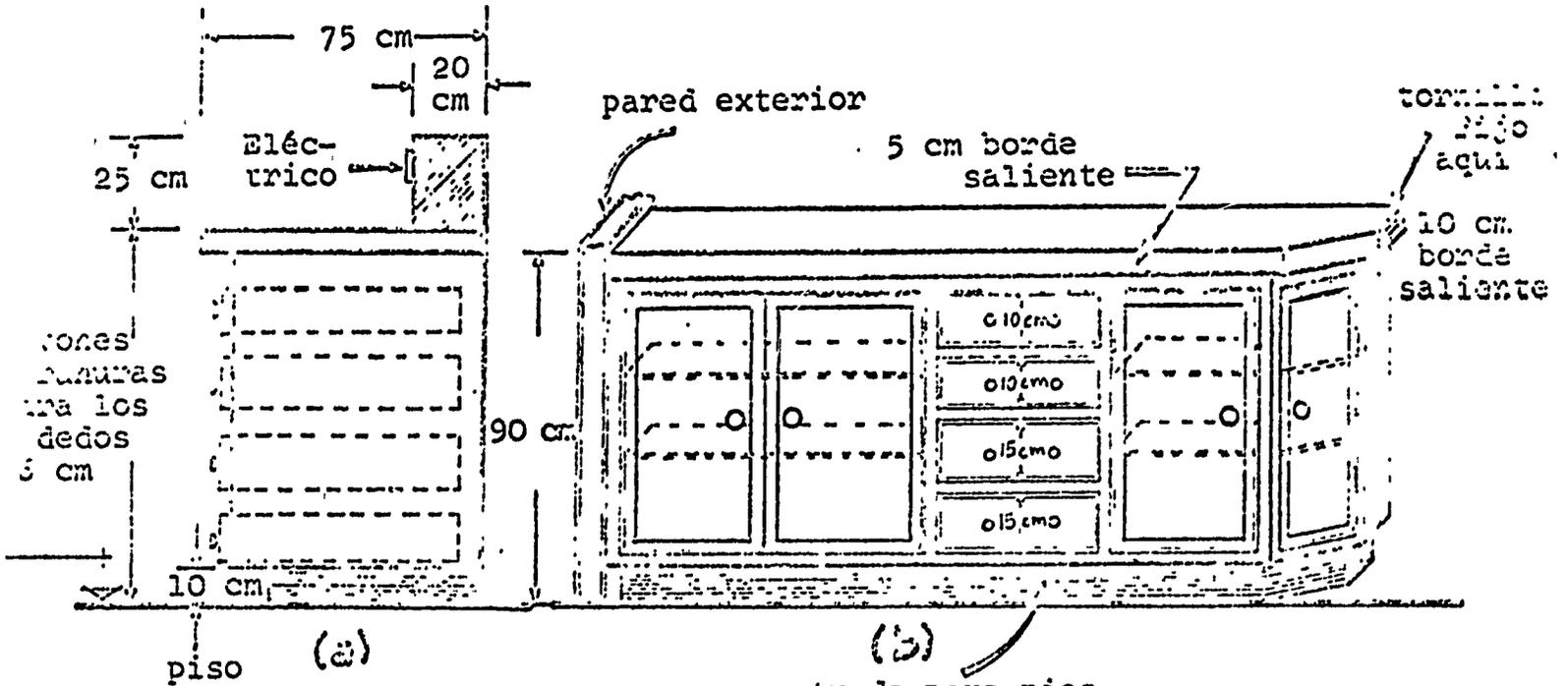
LEYENDA:

1. Escritorio
2. Pizarrón
3. Archivo
4. Gabinete para cristalería
5. Campana
6. Estufa
7. Refrigerador
8. Mesón
9. Estantes de piso al ciclo
10. Para balanzas
11. Extractor de aire
12. Estabilizador de corriente
13. Prensa
14. Mesón para suelos
15. Regadera emergencia
16. Materiales de primeros auxilios

F = Fregadero  
C. = Gavetas

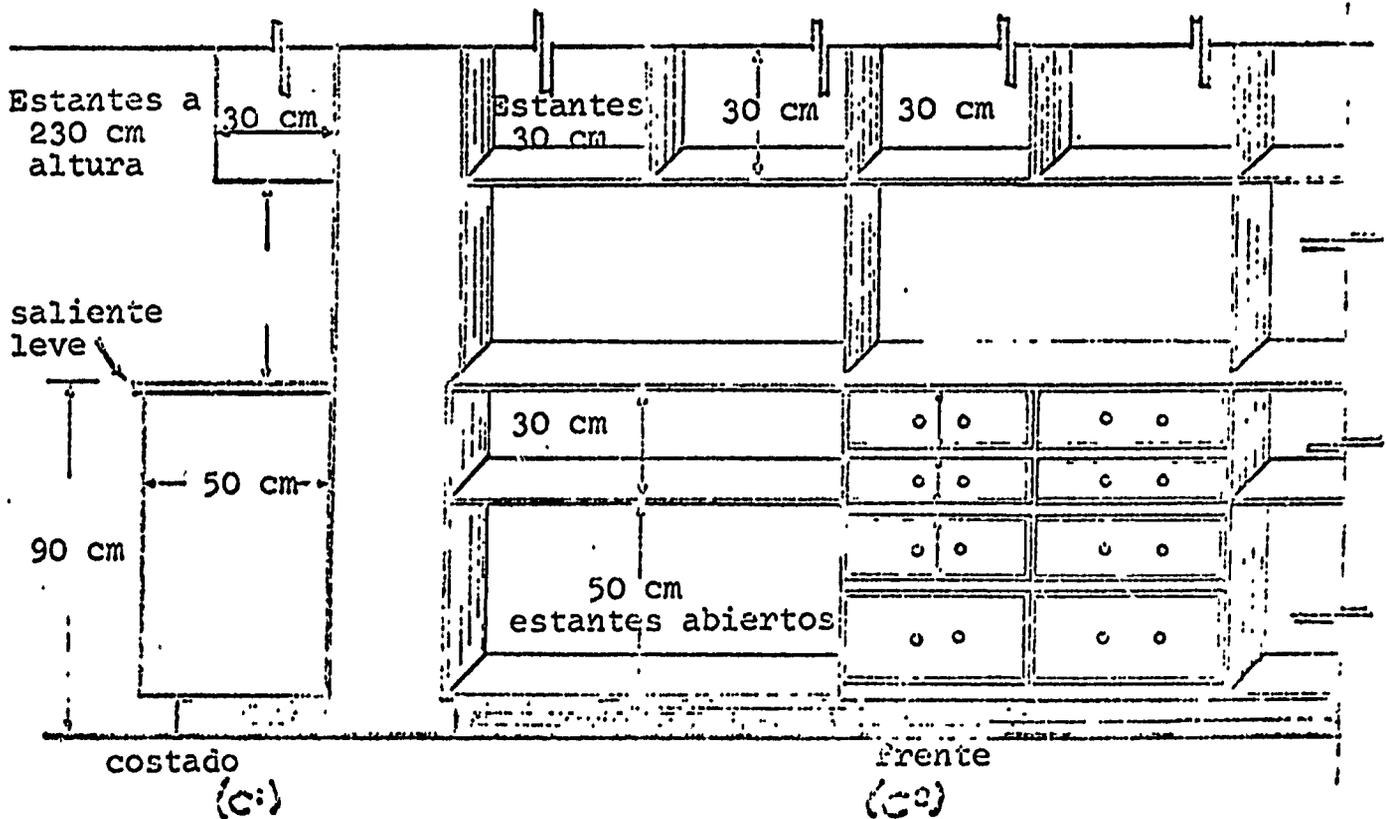
☐ = Toma corriente, 110 v.

☐ = Toma corriente, 220 v.

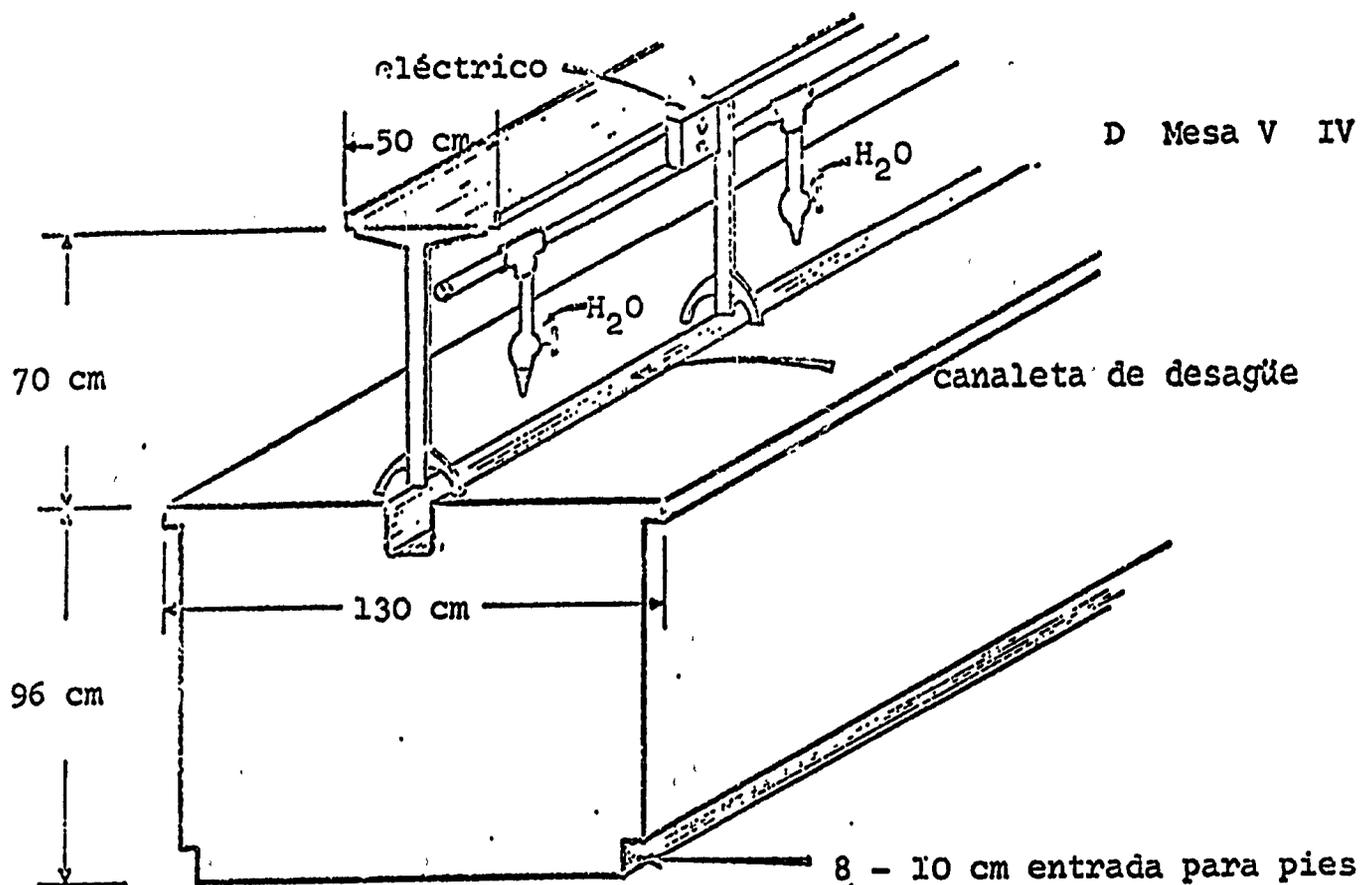


Corte lateral  
Mesa de Laboratorio  
General

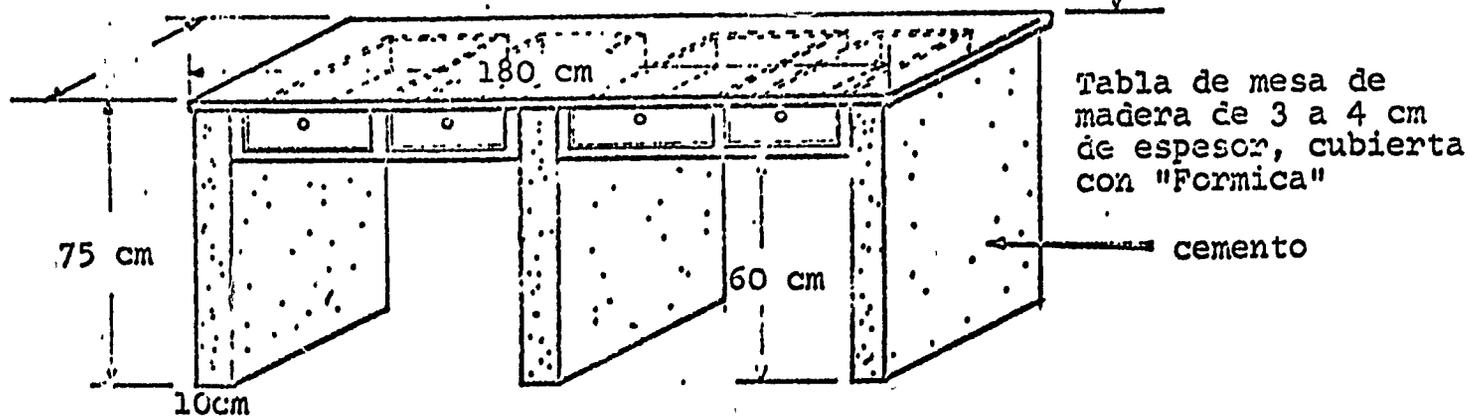
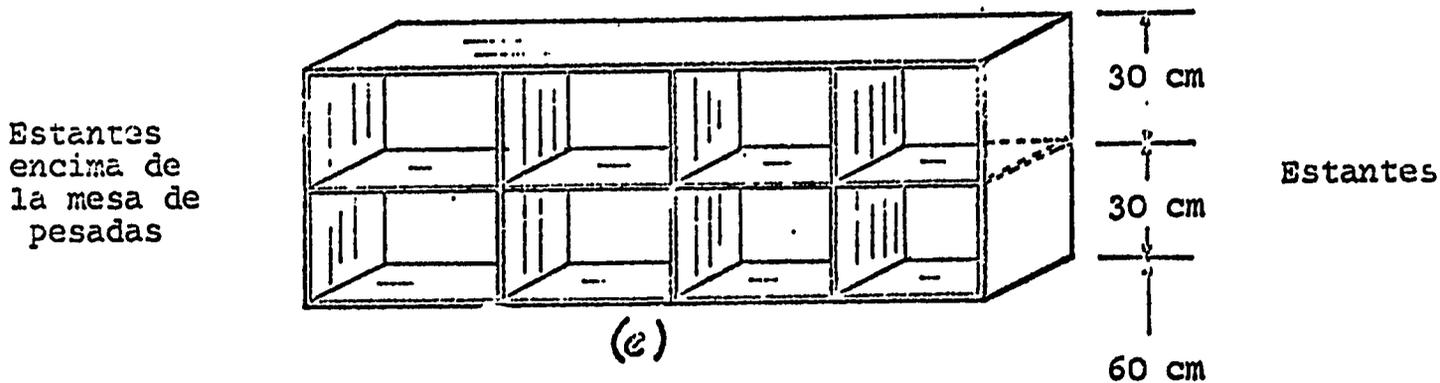
entrada para pies  
Estantes de gabinete de la mesa de laboratorio  
del Cuarto de Preparaciones  
superior 3"; segundo 8"; resto inferior (11")



Estantes del Depósito Químico (1 lado, sólo dos costados)

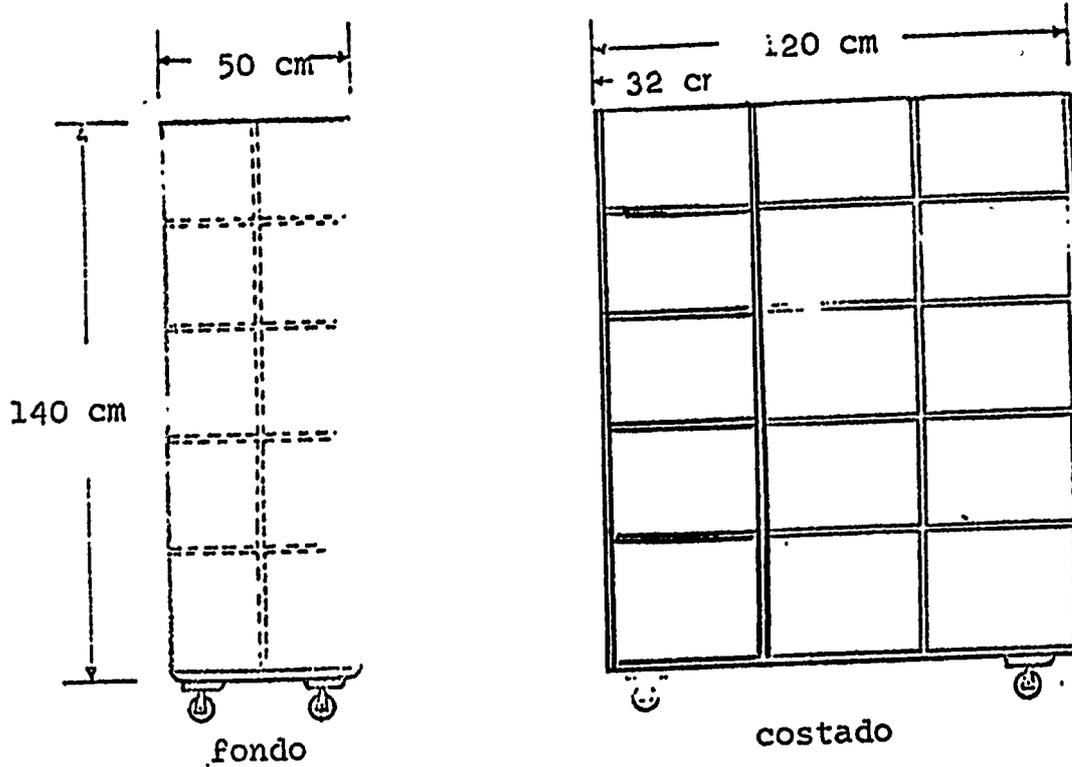


(d)  
Mesa doble de trabajo de laboratorio

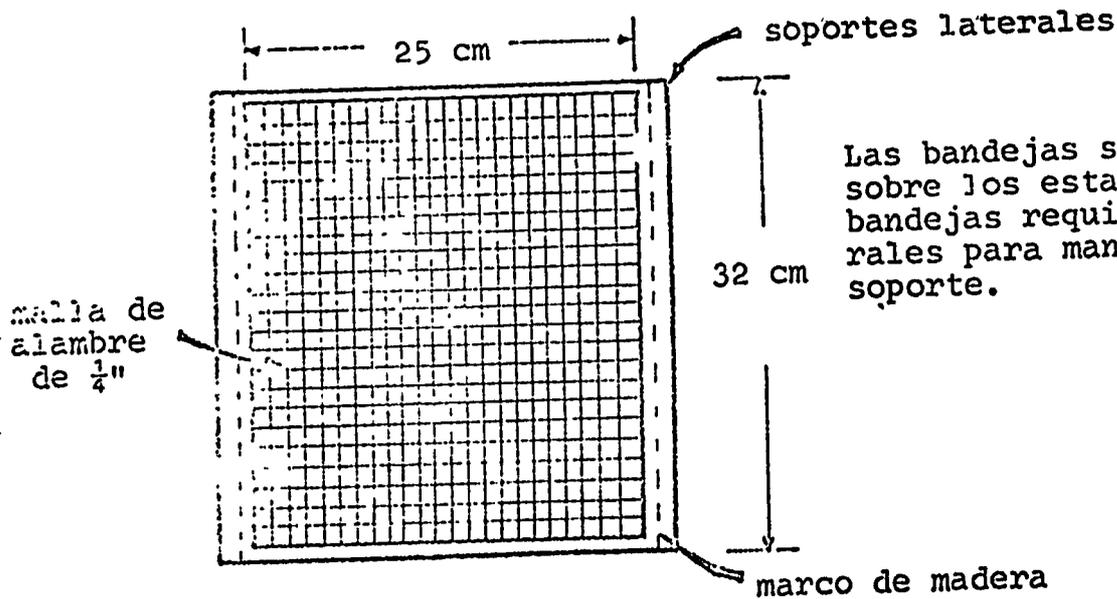


Mesa de Pesadas  
(Cuarto de Equipos)

LIXON - CONSTRUCCION DE UN LABORATORIO  
Carrito para el secado de suelos - M6v (las dime. nes son aproxima-  
madas)

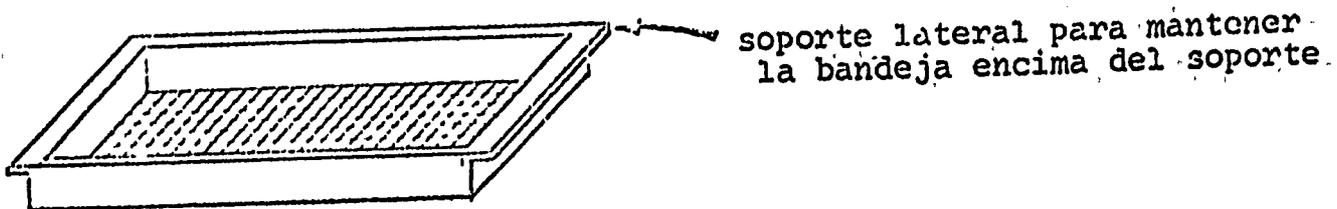


Cada estante es un marco de madera con fondo abierto para circulación de aire



Las bandejas son movibles y caben sobre los estantes abiertos. Las bandejas requieren soportes laterales para mantenerlos encima del soporte.

Soporte aumentado para suelos, visto desde arriba. (3)



Vista ortográfica lateral de la bandeja - fondo de malla de alambre

Altura siguiente al estante inferior - 40 cm.  
Todos los demás estantes - 25 a 30 cm. de altura  
El centro debe ser reforzado para darle más resistencia.

8. CAMPANA DE ESCAPE EN EL CUARTO DE EQUIPOS (MESADA XV)

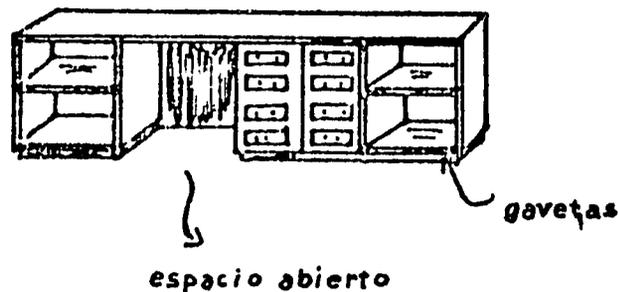
Coloque la campana a alrededor de 1.8-2.0 m. de altura, con los costados extendidos hacia arriba a partir de esa altura por 20 a 40 cm., hacia un escape al exterior. Se utiliza para aspirar vapores del fotómetro de llama u otros olores y vapores desagradables.

9. SALIDAS ELECTRICAS

En el cuarto de equipos debe controlarse el voltaje de 5 salidas de corriente eléctrica, uniformemente a lo largo de las mesadas. Toda la electricidad para ellos debe ser conducida a través de un equipo de control de voltaje instalado en la pared cerca de la puerta accesible para la reposición. Las salidas deben estar diseñadas ó coloreadas especialmente, para distinguirlas de las salidas regulares de corriente. Debe ser instalada también igual cantidad de salidas de fuerza eléctrica regular, además de las salidas sobre la "mesa de pesadas".

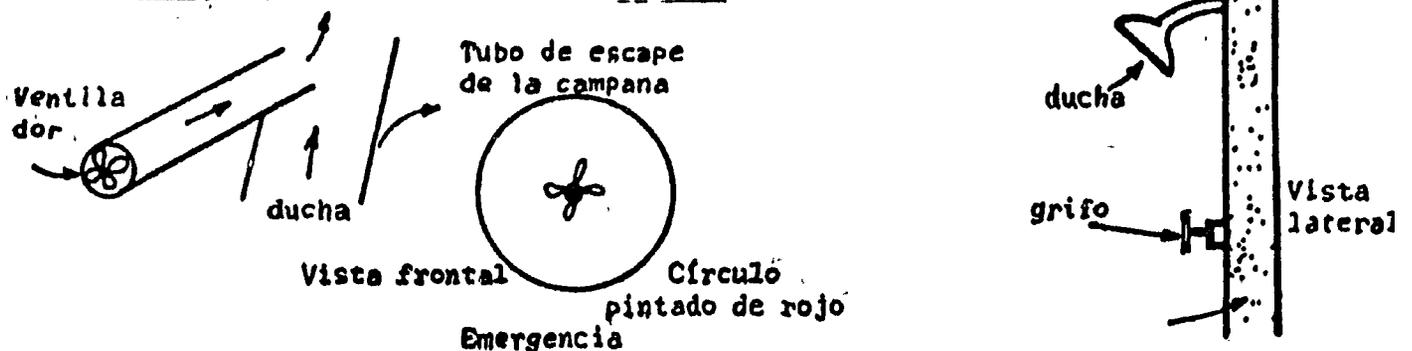
10. AREAS DE LAS MESADAS

A. Deben dejarse espacios abiertos de 1 metro de ancho a un lado de cada mesada con gavetas, para cajas o carritos rodantes. Estas áreas solo serán cubiertas por la tabla de la mesada.



11. CAMPANA (MESADA X)

Esta debe ser una campana totalmente encerrada, con frente de vidrio deslizante (se desliza en sentido vertical). Construída de material resistente al ácido, con un escape soplador, para que los vapores no atravesen el ventilador del escape.



12. DUCHA DE SEGURIDAD Y EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS

Instale el grifo en la pared de la ducha de manera llamativa. Instale el equipo de primeros auxilios a corta distancia.

13. ACONDICIONADORES DE AIRE

Resulta esencial instalar aire acondicionado en el cuarto de equipos. Es conveniente proveer aire acondicionado al área del laboratorio.

LIMON - LISTA DE EQUIPOS

La lista de equipos está dividida en cuatro categorías, según la descripción detallada en el párrafo que encabeza cada categoría.

1. Esencial: Esto es lo que yo considero equipo esencial a ser adquirido inmediatamente, para permitir un análisis adecuado del pH de suelos y agua, sales, densidad en masa, materia orgánica, análisis mecánico, Ca + Mg, Na, K, azufre disponible, curvas de tensión de humedad, y capacidad de intercambio catiónico.

a. Fotómetro de llama, como ser el Modelo Coleman 21 con Modelo Universal 14, más gas comprimido y accesorios.	\$ 1,400
b. Estufa secadora, como ser Fisher Isotemp.	450
c. Hidrómetro Bouyoucos, 3.	15
d. Mezcladores mecánicos (como para Toddy), 2 ó 3.	120
e. Cilindros aforados de 1000 ml - 10	75
f. Placas de tensión de humedad y aparatos con N <sub>2</sub> líquido o compresor para presión de 25 kg/cm <sup>2</sup> (Soil Moisture Equip. Co. P. O. Box 30025, Santa Barbara, California, 93105. Para presiones de 1 y 15 bar (No. 1200 y 1500).	600
g. Balanza analítica, Mettler H-6	900
h. Balanza de precisión con carga superior, Mettler, con sensibilidad de 0.01 g. ó mayor, y capacidad de 400 g. ó más.	600
i. Bomba de vacío para recolección de extracto de saturación. Bomba de aire presión-vacío ó bomba Welch Vacuun.	150
j. Refrigerador	350
k. Centrífuga, capacidad para tubos de 50 ml y 100 ml, con tubos Internacional, con accesorios.	1,000
l. Regulador de voltaje para compensar voltaje para pHmetro, colorímetro y otros fotómetros y medidores eléctricos.	200
m. Libros: "Method of Soil Analysis ("Métodos para Análisis	30

de Suelos"). Partes 1 y 2, por C. A. Black, ed. No 9 en Serie "Agronomy", American Society of Agronomy, Inc. 677, South Regol Road, Madiosn, Wisconsin. Estas constituyen las mejores referencias disponibles.

"Official Methods of Analysis of A.O.A.C." ("Métodos Oficiales de Análisis de la A.O.A.C."), publicado por la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales, P. O. Box 540, Benjamin Franklin Station, Washington 4, D. C., última edición.	25
n. Herramientas para uso general en laboratorio:	150
1. Tornillo de banco para sujetar a un costado de la mesada (XXII)	
2. Martillo, tenazas, destornilladores, llaves, prensas, soldador, serrucho manual (madera), serrucho para metal, taladro eléctrico con mechas, limas de acero, clavos, tornillos, cinta aisladora.	
o. Alambique para gua destilada, capacidad mínima 5 litros/hora. Mejor sería un volumen de 8 a 10 l. por hora.	350
p. Acondicionadores de aire para cuatro equipos y laboratorio.	950
q. Objetos misceláneos de vidrio.	<u>600</u>
Total estimado	\$ 7,970
2. <u>Deseable</u> : Estos items son prescindibles ó no se requieren en la actualidad. En cada caso se indica el uso previsto ó el momento de su necesidad. Recomiendo su adquisición.	
a. Agitador oscilante horizontal. Numerosos procedimientos requieren agitación. Mecánicamente resulta más fácil, más uniforme y requiere menos tiempo que en forma manual. Análisis de K, P, disponible y capacidad de intercambio catiónico, requieren agitación.	\$ 180
b. Espátula Vibratoria Eléctirca. Acelera las pesadas de las muestras según pesos predeterminados. Vibro-espátula Mettler.	35
c. Grabador eléctrico, punto de tántalo, para marcar recipientes, vidrio y otros equipos de laboratorio con etiquetas permanentes y para la identificación (Vibro-grabador).	15
d. Placa calentadora. No se detallan procesimientos que requieren placa calentadora. Sin embargo, cualquier análisis de tejido vegetal la requiere, y algunas soluciones se preparan más fácilmente utilizando una placa	150

- calentadora para aumentar la temperatura. Para el calentamiento de líquidos inflamables es esencial.
- e. Horno, con control automático de temperatura. Pocos análisis de suelo requieren horno. No obstante, varios procedimientos de análisis de planta lo requieren y con frecuencia también se necesita alta temperatura para (1) fundir vidrio ó cerámica, (2) calentar algunas sustancias químicas para su uso como standards, y (3) ciertos métodos analíticos clásicos. 220
  - f. Tabla de tensión para tensiones de humedad inferiores a 1/3 bar de tensión, para uso en ingeniería hidráulica para las investigaciones de suelos.
  - g. Penetrómetro Proctor de Soil-Test, para su uso por los ingenieros en la elaboración de tierras de campo. 120
3. Objetos Generales de Vidrio e Items Pequeños: Este grupo de items normalmente se van acumulando en el laboratorio. Sólo se indican tipos o medidas especiales, con respecto a los que pudiera haber alguna duda en el momento de la adquisición. Así mismo, algunos repuestos que probablemente se necesiten y que deben ser reemplazados con frecuencia.
- a. Electrodo del vidrio más resistente, para suelos, que concuerde con el pHmetro disponible. \$ 26
  - b. Buretas de 10 ml y 25 ml de volumen, con llave de teflón. Mínimo dos de cada medida. 40
4. Necesidades Futuras: Esta categoría menciona necesidades que yo anticipo como resultado del desarrollo del proyecto y el aumento de las necesidades de investigación, especialmente con respecto a fertilidad y composición de plantas.
- a. Un cuarto y equipo Kjeldahl. Para la determinación de nitrógeno (y por lo tanto proteínas), el método Kjeldahl constituye el más fácil. Pero los vapores tóxicos de SO<sub>3</sub> hacen que la eliminación de esos vapores constituya un problema de difícil solución, que requiere conductos especiales de vidrio (o plomo), y preferiblemente un pequeño cuarto separado.
  - b. Una campana, con frecuencia de acero inoxidable, para manipular la digestión de la planta, proceso que involucra vapores corrosivos y peligrosos de ácido perclórico. Su composición es importante.
  - c. Espectrofotómetro de absorción atómica, la mejor manera de medir los metales trazadores, medición tan frecuentemente deficiente en frutas a cuyo estudio es probable que se proceda oportunamente.

1. Registros

A todas las muestras, a medida que se reciben, se les dará entrada en un libro encuadernado de anotaciones (que no sea de hojas sueltas), para mantener un registro permanente. Este libro debe tener los siguientes encabezamientos a lo ancho de la página (doble página) con numeración de muestras en columnas verticales:

No. Lab.	Fecha Recibo	Origen Muestra	Profundidad Muestra	Remitente	Textura al tacto	E.C. x 10 <sup>3</sup>
L-1	9-2-69	Lote 6	0 - 10 cm	T. Jones	++	6.3
L-2		Proyecto	10 - 20 cm		++	6.2
L-3		No. 3	50 - 100 cm		++++	5.9

El espacio adicional a la derecha incluiría todos los análisis que se realicen. Las listas de datos recopilados que sean enviados al técnico se basarían en estas anotaciones, reteniéndose un duplicado de esa hoja para los archivos.

El ítem "Textura al Tacto" es anotado por la persona que seque y almacene la tierra y consta solo de un sencillo control de la textura para el caso de no realizarse el análisis.

- + arenas
- +++ barros arcillosos, barros pesados.
- ++ barros, barros arenosos
- +++++ arcillas

Según la cantidad de muestras analizadas, los datos recopilados durante más de un año pueden archivarse en un mismo libro. En caso de analizarse gran cantidad de muestras, se suele comenzar un nuevo libro cada año.

Para muestras de agua, en la columna "profundidad de la muestra", ó "Textura al Tacto", se pondrá "agua".

El número de laboratorio puede ser codificado de diferentes maneras. Algunos identifican el año (68-1, 68-2), algunos el laboratorio, como lo he hecho yo más arriba (L-1, L-2), y algunos usan ambos (L-68-1), pero

yo prefiero un código simple.

Manténgase las muestras analizadas en botellas de vidrio o cajas de cartón con tapas, durante por lo menos seis meses, antes de eliminarlas. Colóquese una etiqueta al exterior del envase y una similar en el interior.

## 2. Etiquetas

Todas las soluciones que se retengan más de un día, deben tener etiquetas permanentes que indiquen como mínimo:

Composición

Concentración

Ejemplo:

Fecha Extracción

Extraída por:

4.0 NaOH Normal

para neutralizar ácido en  
Kjeldahl

9-69

RWM

Soluciones especiales pueden proveer información adicional y aún el procedimiento de preparación, si se realizan con frecuencia. Etiquetas deficientes indican trabajo deficiente en general.

Todos los recipientes empleados en el proceso del análisis deben ser marcados para su identificación. He notado numerosas etapas intermedias del análisis, realizadas en recipientes no marcados. En esos casos, el analista dependía del método de mantener los receptáculos en el mismo orden a través de todo el procedimiento.

## 3. Métodos de Análisis

El U. S. Salinity Handbook 60 (Manual 60 de Salinidad de los EE. UU.), publicado en 1954, es el que está en uso. Ello actualmente constituye una limitación de calidad. La recopilación más reciente (1965) de dos volúmenes cuyo autor es Black, y que se titulan "Métodos del Análisis de Suelos" es una colección de la mayoría de los análisis de suelo y agua, realizados por 50 ó 60 analistas sobresalientes de los EE. UU. Constituye la mejor referencia individual y debe ser usado como guía. Está disponible de 677 Segoe Road, Madison, Wisconsin, de la América Society of Agronomy (Sociedad Americana de Agronomía), por US\$ 30 para ambos volúmenes.

Así mismo, trataré de proveer una traducción de algunos procedimientos utilizados por R. Hernáiz en Venezuela, para usos de laboratorio. Algunos de estos son de Black.

En general, los análisis recomendados son:

pH	- Pasta Saturada
Conductividad	- Extracto de Saturación
Ca + Mg	- Titulación EDTA
Na	- Fotómetro de Llama
K	- Fotómetro de Llama
Textura	- Hidrómetro Bouyoucos para rutina.
P	- Bray - Kurts (ácidos) y Olsen (suelos neutros)
Materia Orgánica	- Métodos dicrorático de Wakley - Black.

#### 4. Manipulación Preliminar de Muestras

Las muestras, la mayoría de las cuales están húmedas, no deben ser retenidas durante largos períodos de tiempo antes de ser secados al aire. Algunas muestras observadas indicaban crecimiento de musgo encima del suelo expuesto. En el término de varios días después de la recepción de las muestras, deben ser esparcidas para su secado al aire, preferentemente sobre material plástico (el papel absorberá la humedad y las sales disueltas en ella). Generalmente al cabo de 2-5 días, cuando las muestras estén secas, deben ser colocadas en recipientes permanentes, listas para el análisis y depósito (durante por lo menos 3 a 6 meses).

Para obtener equivalentes de suelos para análisis secados en estufa, las muestras de suelos secados al aire deben ser secadas en estufa, calculándose su contenido de humedad:

$$\% H_2O = \frac{(\text{peso suelo húmedo}) - (\text{peso suelo seco})}{\text{peso suelo seco}} (100)$$

Entonces, si el procedimiento requiere 25 g. de suelo, ello significa un equivalente de 25 g. secado en estufa. El peso secado al aire, a ser utilizado para un suelo con 4% de humedad es:  
peso secado al aire =  $20 \text{ g} + \frac{(4\%) (20\text{g})}{100} = 20.8$  suelo secado al aire

#### 5. La Cadena de Comando para el Laboratorio

Debe ser modificada. Actualmente hay un técnico asignado como responsable para el laboratorio, pero en la realidad los trabajadores en el laboratorio son supervisados por otra persona.

Es esencial que el supervisor del personal y del funcionamiento del laboratorio sea una misma persona, y que éste dedique no menos de la mitad de su tiempo a la supervisión del laboratorio.

#### 6. Controles de Análisis

La mayoría de los laboratorios nuevos deben controlar sus procedimientos con respecto a muestras conocidas, hasta que estén seguros de los valores correctos. Luego, los controles deben ser aplicados en forma continua. Ello parece ignorarse totalmente.

- a. Controlar la conductividad con modificaciones de temperatura. Mantener una solución standard de 0.010 KCl normal (0.7456 g secado en estufa KCl/litro); la conductividad es de 0.0014118 mhos/cm<sup>2</sup> a 25°C (ó sea 1.4118 mmhos/cm<sup>2</sup>). Entonces, para corregir para las variaciones de conductividad:

$$(\text{Conductividad Real}) = (\text{Conductividad Medida}) \frac{(1.4118 \text{ mmhos})}{(\text{lectura de solución de } 0.01 \text{ N KCl})}$$

El valor obtenido mediante cálculo no debe diferir más que un pequeño porcentaje de la lectura real.

- b. Si bien es preferible realizar análisis duplicados de todas las muestras, algunos laboratorios consideran que no pueden justificar su costo. En ese caso, en cada grupo de análisis llevados a cabo, uno o dos deben ser realizados en duplicado, para obtener algún concepto de la precisión de los análisis.

En algunos análisis (materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, curvas de tensión de humedad) es conveniente extraer una muestra grande de suelo, analizarla muchas veces al comienzo, y finalmente utilizarla como muestra de "referencia". Se incluye una muestra de esa "referencia" en cada grupo de muestras para verificar que los datos obtenidos mantienen su consistencia.