

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE AGRICULTURA



“CONTRIBUCION AL ESTUDIO SOBRE LA FORMACION DEL  
SUELO EN LA ESTACION CIENTIFICA LAS JOYAS,  
SIERRA DE MANANTLAN, JALISCO”.

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

ORIENTACION SUELOS

P R E S E N T A

ANA LIGIA QUINTERO AGUILAR

GENERACION 1981-1986

GUADALAJARA, JALISCO. 1988



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 5 de 1988

**C. PROFESORES:**

ING. ROBELIO HUERTA ROSAS, DIRECTOR  
ING. ERNESTO ALONSO MIRAMONTES LAO, ASESOR  
ING. SERGIO HONORIO CONTRERAS RODRIGUEZ, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" CONTRIBUCION AL ESTUDIO SOBRE LA FORMACION DEL SUELO EN LA ESTACION CIENTIFICA LAS JOYAS, SIERRA DE MANANTLAN, JALISCO "

presentado por el (los) PASANTE (ES) ANA LIGIA QUINTERO AGUILAR

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección - su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"AÑO ENRIQUE DIAZ DE LEON"  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 5 de 1988

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
ANA LIGIA QUINTERO AGUILAR

titulada:

" CONTRIBUCION AL ESTUDIO SOBRE LA FORMACION DEL SUELO EN LA ES-  
TACION CIENTIFICA LAS JOYAS, SIERRA DE MANANTLAN, JALISCO ".

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. ROGELIO HUERTA ROSAS

ASESOR

ASESOR

ING. ERNESTO ALONSO MIRAMONTES LAU

ING. SERGIO HONORIO CONTRERAS RODRIGUEZ

srd<sup>1</sup>

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

## AGRADECIMIENTOS

Muy especialmente quiero expresar mis agradecimiento al Ing. Rafael Guzmán M. Director del Laboratorio Natural Las Joyas, por darme la oportunidad de desarrollar la presente, dentro de la institución a su cargo.

Al CONACyT, por el apoyo otorgado a través de la Dirección General de Becas

Al Ing. Rogelio Huerta R., Ing. Ernesto Miramontes L. y al Ing. Sergio -- Contreras R., por sus valiosos comentarios y sugerencias.

A mi amigo de siempre Ing. Saul Moreno G., por sus valiosas observaciones y sugerencias que contribuyeron al enriquecimiento del presente trabajo.

Al Ing. Rodolfo Delgado I, por sus sugerencias y comentarios.

Al Ing. José Manuel Ramírez R. de Cartografía, Ing. Ricardo Flores de Informática por su apoyo en la elaboración de gráficas y figuras; a Raquel-Alvarez y José Luis Hernández Administración por su apoyo secretarial.

Al Ing. Edgar Rodríguez e Ing. Raul Maldonado, del Consejo de Recursos--Minerales, Subgerencia Regional, por su apoyo en la elaboración e identificación de los cortes de roca.

Al Ing. Arturo Curiel B., por su desinteresado apoyo en la elaboración --del anteproyecto de esta tesis.

A todos mis compañeros y amigos del Laboratorio Natural Las Joyas por hacer placentero hasta el mas arduo trabajo.

## DEDICATORIAS

La presente va dedicada muy especialmente :

A Ana Maria y Raúl, absolutamente por todo

A Silvia, Paty, Pili, Raúl, Erica, Vero y Tita, por su cariño y apoyo incondicional.

En memoria de Victoria, por enseñarme que el ser no vale por lo que sabe o tiene sino por lo que es capaz de dar.

A Ricardo y Rosita, por lo convivido

A tí Avis, por soportar mi amistad.

Esta investigación se realizó en el Laboratorio Natural Las Joyas de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco, Universidad de Guadalajara, con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología CONACyt mediante la beca-tesis con registro 53647.

# I N D I C E

	<u>Pág.</u>
I. Introducción. ....	1
II. Objetivos e hipótesis. ....	3
III. Revisión bibliográfica. ....	4
a) Factores formadores de suelo	
b) Origen de los minerales en el suelo	
c) Resistencia de los minerales a la alteración.	
d) Importancia de los minerales en la fertilidad del suelo.	
e) Antecedentes sobre estudios mineralógicos en la evolución del suelo	
IV. Descripción del área de estudio. ....	12
a) Sierra de Manantlán	
- Ubicación	
- Antecedentes del área de estudio	
- Geología regional	
- Geología local	
- Tectónica de la región	
b) Estación Científica Las Joyas	
- Ubicación	
- Fisiografía	
- Hidrografía	
- Clima	
- Vegetación	
- Suelos	
V. Materiales y métodos. ....	18
VI. Resultados y discusiones. ....	21
a) Clasificación del material de origen	
b) Influencia del material de origen en la formación del suelo	
c) Influencia del material de origen en la fertilidad potencial del suelo	
VII. Conclusiones. ....	48
VIII. Recomendaciones. ....	50
IX. Bibliografía. ....	51
X. Apéndice. ....	

## I. INTRODUCCION

La importancia del estudio de los minerales de las rocas y del suelo radica por una parte, en la relación estrecha que tienen con la fertilidad potencial del suelo (Buol, S.W et al, 1983). Dependiendo del estado físico y cantidad del mineral presente en un suelo se pueden inferir los principales procesos pedogenéticos que han actuado en la formación del mismo. Por otra parte los minerales juegan un papel importante en la textura final del suelo, la cual nos da bases para pronosticar propiedades físicas tales como la retención de humedad, velocidad de infiltración -- (Chávez y Gómez, 1985), potencial biológico así como la erodabilidad del suelo. De la misma manera el conocimiento detallado de los minerales primarios del suelo sirven como parámetros para la clasificación a nivel de familias en la taxonomía de suelos del Sistema Americano (USDA, 1975).

A pesar de la importancia que el conocimiento de los minerales representa casi en su totalidad, las investigaciones realizadas en México sobre éstos, se han inclinado principalmente hacia los minerales secundarios, esto es, hacia las arcillas. Entre los pocos trabajos se encuentran los efectuados por Aguilera, (1981), quien realiza un intento por estudiar los suelos derivados de cenizas volcánicas, distribuidos ampliamente en la República Mexicana.

El presente trabajo tiene como principio determinar la influencia que ha tenido el material de origen en la formación y fertilidad potencial del suelo mediante la identificación de minerales primarios del material de origen y de la fracción gruesa del horizonte superficial A1 del suelo, -



y la determinación de parámetro físicos (textura) y químicos(pH) de éste-  
último. La investigación se llevó a cabo en la Estación Científica Las --  
Joyas de la Sierra de Manantlán, Jalisco, dando inicio en el mes de marzo  
de 1986.

## II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

### Objetivos

- 1.-Identificar y clasificar los minerales primarios presentes en el suelo
- 2.-Identificar y clasificar el material de origen de los suelos en la-  
E.C.L.J.
- 3.-Estudiar la influencia que ha tenido el material de origen en la for-  
mación del suelo.
- 4.-Conocer la influencia del material de origen en la fertilidad poten-  
cial del suelo.

### Hipótesis

- 1.-El material de origen tiene una gran influencia en características--  
físicas (textura), químicas (pH) y de minerales del suelo.
- 2.-Los minerales de las rocas y del suelo tienen una gran influencia en-  
la fertilidad potencial de este último.

### III. REVISION DE BIBLIOGRAFIA

#### a) Factores formadores de suelo

El suelo es considerado como la parte superficial de la corteza terrestre capaz de sostener la vida. El caracter y desarrollo de los suelos es controlada por factores externos. La identificación y estudio de estos factores sirven de ayuda para entender la génesis de los suelos.

Un factor formador de suelo se define como un agente, una fuerza, una condición, una relación o una combinación de ellos, que afecta ha afectado o puede influir en un material original del suelo, con capacidad para cambiarlo.

Se han definido cinco los factores generales de formación de suelos: material original, organismos, clima relieve y tiempo ( Jenny,1961) citado por Buol et al, 1981);  $S = f (cl, o, p ) t$ , donde S representa al suelo; cl el clima de una región o organismos (tanto vegetales como animales); p el sustrato geológico y t la edad relativa del suelo (jóven -- maduro ysénil ). Estos factores son considerados interdependientes. El mismo autor para estudiar la génesis del suelo utiliza el método de la variable independiente esto es, hace la suposición intelectual de que -- todas las condiciones son constantes, salvo una variable.

#### b) Origen de los minerales en el suelo

El suelo según Baver, Garner y Garner, (1972) es un sistema trifásico el cual está constituido por cuatro componentes importantes; siendo estos:

- 1.- Fase sólida = 50%  
(materia orgánica-  
e inorgánica)
- 2.- Fase gaseosa = 25%

### 3.- Fase líquida = 25%

Dentro de la primera los componentes inorgánicos en su mayoría están --  
constituídos por dos tipos de minerales; a) aquellos que provienen de --  
las rocas originales y que no han sufrido transformaciones; llamados mi--  
nerales primarios, y b) los formados por la transformación de minerales  
menos resistentes, durante la formación del suelo,, los minerales secun--  
darios, como las arcillas ( a excepción de la montmorillonita).

Minerales primarios.- Son aquellos que originalmente formaron parte de --  
una roca ígnea o metamórfica y no experimentaron alteración química, su--  
proporción en el suelo varia con el contenido original en el material pa--  
rental, resistencia a la meteorización, intensidad de ésta y a la acción  
de agentes bióticos (Besoain, 1980).

Ochenta son los elementos químicos que constituyen la totalidad de las--  
rocas madres y se presentan aproximadamente 2,000 minerales de los cua--  
les sólo doce son predominantes en la cpa superficial de la corteza te--  
rrestre (Fassbender,1980).

A nivel mundial los principales minerales del suelo son: el cuarzo ( $\text{SiO}_2$ )  
y los feldspatos ( $\text{XAl Si}_3\text{O}_8$ ) siendo X el catión básico, este último --  
son los mas dominantes en las rocas que constituyen la corteza terrestre  
y son utilizados en la clasificación de las mismas. Otros minerales como  
el olivino, anfíboles y piroxenos se encuentran en mucho menor propor --  
ción y se consideran como minerales accesorios.

A causa de que muchas rocas están compuestas de sílice y silicatos, una  
de las primeras clasificaciones todavía ampliamente aceptada, utiliza --  
como base el contenido de sílice. De acuerdo a este esquema, las rocas--  
ígneas se dividen en tipos ácidos, intermedios, básicos y ultrabásicos.  
Estos términos no se emplean como lo hacen los químicos, para indicar --

concentraciones de iones hidrógeno, sino simplemente simplemente para señalar en una forma aproximada el contenido de sílice en una roca. De esta manera, las rocas con mas de 66% de sílice se llaman ácidas, aquellas con 52-66% intermedias, con 45-52% básicas y las que tienen menos del 45% ultrabásicas. Las rocas ácidas generalmente son mas ricas en álcalis y -- mas pobres en calcio, hierro y magnesio que las básicas y por lo tanto -- son de color generalmente más pálido, debido al bajo contenido de minerales ferromagnesianos. El porcentaje de sílice guarda poca relación con el porcentaje de cuarzo en una roca. De dos rocas que contienen la misma cantidad de sílice, una puede estar desprovista de cuarzo y la otra contenerlo hasta un 35% en volúmen, y dos rocas que contengan la misma cantidad de cuarzo pueden diferir en su contenido de sílice en un 15% (Howel, W, et al, 1983).

Enseguida se presentan algunos principales tipos de rocas y su correspondiente petrografía:

Representantes de las rocas ultrabásicas:

Roca	Petrografía
Peridotita	De grano grueso, olivino dominante, a menudo -- con enstatita, augita, hornblenda, a veces -- plagioclasas y biotita. Magnetita y espinela como accesorios.

Como representantes de las rocas básicas:

Basalto	Grano fino, con frecuencia porfirítico, plagioclasas dominante con augita, y a menudo - olivina; magnetita, elmenita y apatita como accesorios.
Dolerita	Textura media, labradorita dominante con mucha augita. A veces con olivina, hiperstena - enstatita, hornblenda y biotita. Apatita, - cuarzo, ilmenita y magnetita como accesorios

Rocas intermedias como:

Andesita

De grano vítreo a fino, masa básica de plagioclasa dominante, con fenocristales de feldespatos y cantidades menores de augita, enstatita, hornblenda y biotita.

Traquita

Masa básica de grano fino de feldespatos alcalinos con cantidades variables de fenocristales de biotita, augita, hornblenda, olivino. Esfeno, apatita, magnetita y zircón como accesorios.

Rocas ácidas como:

Granito

Ignea de grano grueso; principalmente de feldespato alcalino con mucho cuarzo, cantidades menores de plagioclasas biotita a moscovita. A veces cantidades menores de hornblenda, turmalina, epidota y augita. Accesorios de apatita, zircón, magnetita y esfeno.

Conglomerado

Fragmentos de roca que contienen en forma dominante cuarzo y feldespatos.


c) Resistencia de los minerales a las alteraciones

Los minerales del suelo tienen diversos grados de resistencia a la transformación. Las sales simples como el yeso, son solubles, y en zonas de precipitación abundante se pierden con relativa rapidez del sistema suelo. Los carbonatos son menos solubles y son removidos con mayor lentitud. La estabilidad de los silicatos es mucho mayor, pero dentro de su grupo unos son más resistentes que otros.

Entre los minerales más resistentes se encuentran los siguientes:

Cuarzo, zircón, magnetita y titanita, que constituyen parte del residuo, pero de ordinario sucumben con el tiempo. La resistencia a la intemperización también varía con el tamaño de la partícula y el medio (FitzPatrick, 1980).

Desde 1938 se estableció una secuencia de alterabilidad relativa de los minerales (Goldich, 1938 citado por Ford, 1984). A continuación se presenta

Menor estabilidad	Olivino	Plagioclasa Ca (anortita)
	Hipersteno	Plagioclasa Ca-Na
	Augita	Plagioclasa Na-Ca
	Hornblenda	Plagioclasa Na (albita)
	<del>BIOTITA</del>	Feldespatos de K
		Muscovita
	Mayor estabilidad	Cuarzo

Este orden indica que la alterabilidad disminuye desde el olivino y la plagioclasa cálcica, hasta el cuarzo. La colocación en dos columnas confluente, una de los ferromagnesianos encabezado por el olivino y la otra en la serie de las plagioclasas, encabezadas por la anortita; implica que el olivino tiene una alterabilidad similar a la anortita, y la albita una alterabilidad similar a la biotita (Ford, 1984)

#### d) Importancia de los minerales en la fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo se define como el estado del suelo con respecto a la cantidad y disponibilidad de los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas. Esta definición implica que la cantidad del crecimiento o de rendimiento es variable, depende además de la fertilidad del suelo de muchos factores como el tipo de planta y las condiciones de crecimiento (temperatura, humedad, disponible, energía radiante etc.) (Aguirre, 1982).

El estudio de los minerales de las rocas y suelo guarda una estrecha relación con la fertilidad potencial de éste último, ya que los minerales--

representan una fuente de elementos nutritivos para las plantas, mientras que los minerales secundarios (por ej. las arcillas) controlan la disponibilidad de éstos nutrientes. Los minerales ferromagnesianos, además de ser fuente importante de elementos como calcio magnesio y potasio, aportan una cantidad considerable de elementos menores como hierro, magnesio, cinc, cobre y molibdeno. Los feldespatos y las micas son fuente importante potasio, calcio, magnesio y hierro. Los anfíboles y piroxenos son ferromagnesianos que aportan además, calcio, aluminio y titanio de esta manera los minerales del suelo en cuanto a la disponibilidad de sus elementos nutritivos se pueden clasificar en dos categorías:

1) minerales con reserva potencial: feldespatos, micas, cloritas primarias piroxenos, anfíboles y apatitos; y 2) Minerales con reserva inmediata: Hidromicas, vermiculitas, cationes no intercambiables, yeso, carbonatos de calcio y magnesio (Moreno, 1985).

e) Antecedentes sobre estudios mineralógicos en la evolución del suelo

Aguilera. (1981) trabajando sobre los minerales del material presente sobre suelos volcánicos y de los minerales de estos últimos, encontró en el material geológico porcentajes relativamente altos de vidrio volcánico sílice, labradorita, y en los basaltos y andesitas encontró hornblenda, augita y olivino. En los horizontes de diagnóstico de los andosoles de menor grado de intemperización, se acumula material amorfo arcilloso de alófono y haloisita y, en los de mayor alteración intempérica, se acumula alófono, gibsita y caolinita, disminuyendo los contenidos de haloisita y metahaloisita, el autor menciona también que estos suelos son de alta productividad agrícola, cuando se les agrega materia orgánica, nitrógeno, fósforo y cal, y que son de buena calidad para cultivos maderables como



como las coníferas, encinos y selvas tropicales.

Alvirrez (1982); analiza los minerales de arcilla en un estudio edafológico a nivel detallado, reportando que el mineral que mas aparece es la clorita y deduce que el grado de intemperismo químico sobre estos suelos no ha sido muy intenso ya que la clorita es uno de los primeros minerales secundarios que se forman a partir de micas u otros minerales primarios, concluye mencionando que la principal limitante es estos suelos es la fijación de fósforo.

Crespo, (1983); al estudiar en Mazamitla, Jalisco los suelos forestales observó que en base a las bajas relaciones moleculares, sílice:hierro, sílice:alúmina y sílice:sesquióxidos encontrados en el suelo en la fracción arcilla y en la fracción arena-limo, se pudo inferir que los procesos pedogenéticos que influyeron principalmente en la formación de estos suelos fueron: la desilicatación y la ferralitización, los cuales se distinguen por la notoria pérdida de sílice del material de origen (basalto, andesita y riolita) y por la consiguiente acumulación de sesquióxidos. El autor menciona que estas bajas relaciones moleculares parecen indicar que las arenas y limos que se encuentran en estos suelos son pseudoarenas y limos falsos que se forman por la concentración de partículas de arcillas y limos finos de óxidos de hierro principalmente. Concluye que lo que dominan son los minerales amorfos, deduciendo que se trata de alófanos y de las formas hidratadas de óxido de hierro, aluminio y sílice. Por lo que en estos suelos existe una deficiencia de nutrimentos y en especial del fósforo.

Oropeza, (1982); analizando la evolución de suelos sobre materiales sedimentarios y estudiando sus propiedades físicas químicas y mineralógicas encon-

tró en estos últimos, que la mayoría de las arcillas presentes son principalmente esmectitas, las cuales a su vez adquieren características de clorita, en base a esto infiere que son suelos jóvenes y tienen una gran influencia y relación con el material original, menciona también que los procesos edafogénicos mas importantes se destacan la pérdida de materia-- les, el enriquecimiento por acumulación de materiales, calcificación y -- alteración bioquímica de los minerales , termina mencionando que son suelos poco evolucionados que se han agrupado entre los Entisoles y Aridosoles.

Gallardo,(1983); Efectúa el análisis de la fracción arcilla de los suelos arenosos del Valle de Guadalajara, Jalisco, encontrando como arcilla predominante la caolinita, sin embargo siendo esta uno de los últimos eslabones en el proceso de intemperismo pedológico bajo condiciones tropicales y afectados por un clima muy cálido y un lavado excesivo derivado de una pluviosidad muy abundante, aunque intercalado con periodos de sequía, no pareció obvio la presencia de éste sobre suelos jóvenes de origen volcánico relativamente recientes. La autora concluye estableciendo que el origen de este mineral secundario es eminentemente geológico, ya que en áreas adyacentes al estudio, existen depósitos de caolín formados por acción hidrotermal sobre rocas eruptivas de composición riolítica y que se presentan en condiciones geológicas estructurales favorables para que, como éste existan muchas en la región.

## Sierra de Manantlán

Ubicación

La Sierra de Manantlán pertenece a la provincia de la Sierra Madre del Sur. Se encuentra AL Sur del Estado de Jalisco, entre Autlán, Cd. Guzmán y la zona costera, entre los paralelos 19°26'47" y 19°42'05"; entre los meridianos 104°27'05" y 103°51'12".

Antecedentes del área de estudio

A partir del descubrimiento de Zea diploperennis (1977), y de trabajos realizados en la Sierra de Manantlán que demostraron la importancia ecológica de esta región y su gran riqueza de flora y fauna, en marzo de 1985 se crea oficialmente el Laboratorio Natural Las Joyas de la Sierra de Manantlán, y en marzo de 1987 por gestión del Presidente de la República Mexicana, es decretada como Reserva de la Biósfera Sierra de ---- Manantlán, que ampara una superficie de 139,000 hectáreas.

Geología regional

En la región costa de los Estados de Jalisco y Colima durante el Cretácico Superior se depositaron algunas calizas, de las cuales algunos --- ejemplos se encuentran aflorando a 12 km al este de la población de --- El Grullo, en los cerros de Ahuacatlán, Los Lobos y El Volantín. Posteriormente sobrevino un período de erosión con la formación de conglomerados calcáreos, algunos presentes sobre la brecha que comunica al poblado de El Limón con Sanbuenaventura a la altura de el rancho El Alacuyal. A fines del Cretácico tuvo lugar una serie de intrusiones batolíti-

# LOCALIZACION GEOGRAFICA

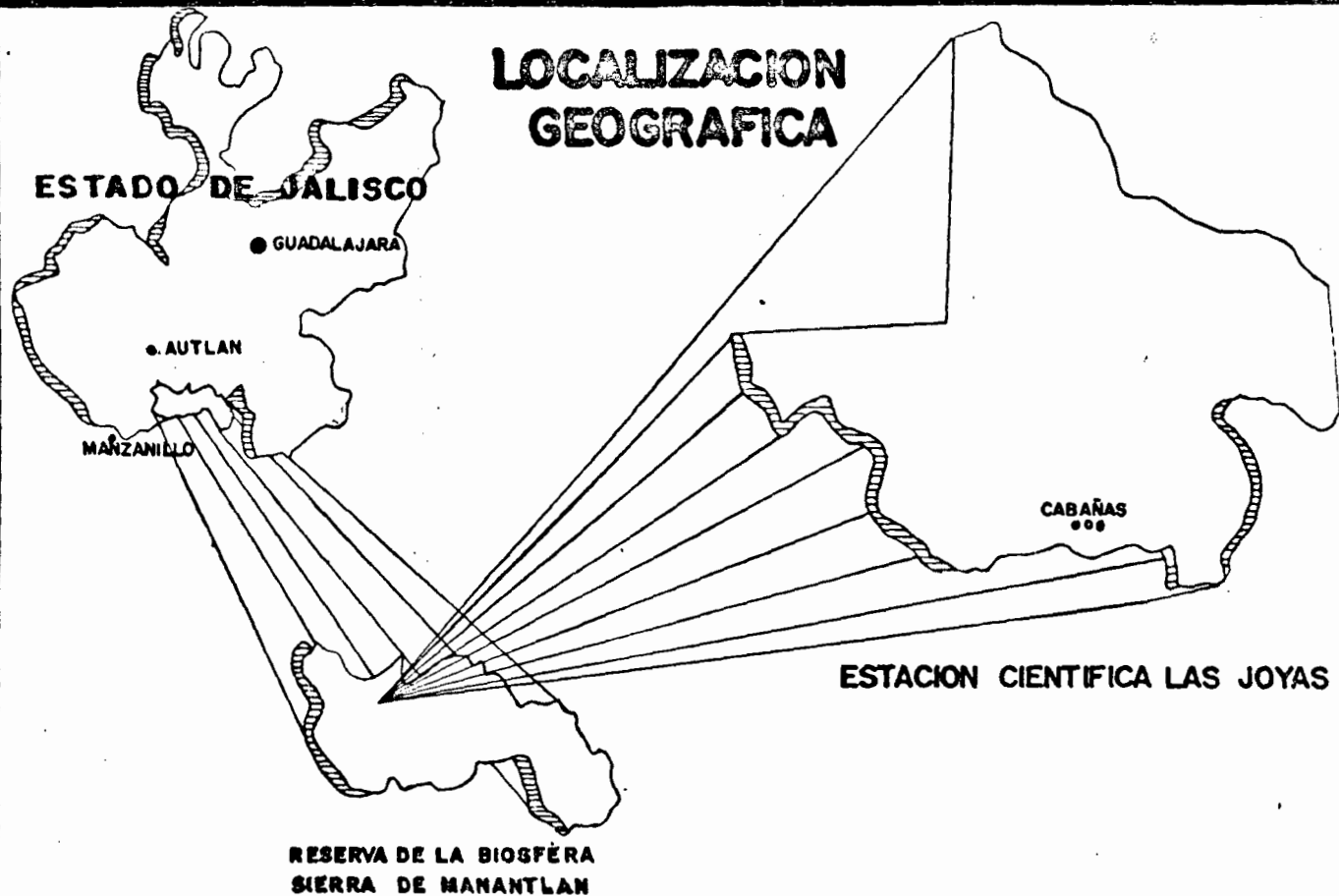


FIG. No. 1

cas formadas de cuarzodioritas, granitos, dioritas y granodioritas, posiblemente con edades del Carbonífero Temprano, algunas manifestaciones se encuentran sobre las rancherías, agua Hedionda, El Aguacate y Cerro de la Soya y, a 5 km al poniente de Cihuatlán, así como toda la Sierra de Manantlán. En el Tericiario se presenta la actividad volcánica, --- vaciando derrames de magma y rocas piroclásticas, presentando períodos de quietud intervolcánica. Tobas riolíticas conforman algunas sierras - como la de La Vainilla. La dácita aflora en la Sierra de Perote. En el Pleistoceno la actividad volcánica se reanuda nuevamente depositando -- rocas básicas como el basalto que se encuentra extendido en la parte -- norte del Cerro Grande en la Sierra de Manantlán, a un costado del Río Armería. Finalmente se observa la depositación de aluvión, que no es - más que el producto de la desintegración causada por los fenómenos del interperismo y erosión que han sido acarreados por corrientes fluviales y lacustres, acumulándose sobre los valles, planicies erosionadas, y en márgenes e los cauces, y está compuesta principalmente por material fino (Gerencia de Exploración Geológica. Residencia Jalisco, 1980).

### Geología local

La Sierra de Manantlán está formada de un gran batolito granítico, cu--- bierto por gran variado manto volcánico de diferentes edades. Las rocas sedimentarias son las más antiguas y pertenecen a la formación Morelos y están constituidas principalmente por calizas masivas de café claro a gris claro, lutitas interestratificadas con rocas fosolíferas y dolomias (domo de Cerro Grande), y datan del Cretácico Superior. Las rocas ígneas intrusivas está representadas por granitos, cuarzodioritas, dioritas, granodioritas y riolitas, sus afloramientos se observan en el flanco --

occidental de los Cerros Grande y de Enmedio, parte oriental de la Sierra, así como en el poblado de Cuzalapa. Las rocas ígneas extrusivas están constituidas por basaltos, dacitas, traquitas, tobas y andecitas principalmente que datan del Plioceno y Pleistoceno, éstas se encuentran distribuidas por toda la sierra.

### Tectónica de la región

Toda la Sierra Madre del Sur ha sido afectada por diferentes orogénias desde la Precámbrica (Cascaduaba y Grenvillana) hasta las recientes --- Cretácica Superior-Terciaria (Lamarídica), ésto debido a la gran influencia de la Trinchera Centroamericana ubicada paralelamente a la costa del Pacífico desde Jalisco hasta Oaxaca, ésta puede considerársele como la zona de subducción de la plaza del Pacífico (Placa de Cocos) y la de Norteamérica, el avance de la primera sobre el continente ha provocado grandes zonas sísmicas y extensas continuidades ígneas (batolitos), --- (López, 1979), como la Sierra de Manantlán. Tanto la actividad endógena relacionada con el vulcanismo con el Eje Neovolcánico y la presencia de la Trinchera Mesoamericana están teniendo gran influencia en el modo actual de la Sierra de Manantlán (Lazcano, 1988).

### Estación Científica Las Joyas

#### Ubicación

La Estación Científica Las Joyas (ECLJ), se localiza al NW de la Sierra de Manantlán, entre los paralelos 19o35'42" y 19o37'40", y las coordenadas 104o37'40" y 103o15'21", cuenta con 1,245 hectáreas aproximadamente.

### Fisiografía

La ECLJ presenta una superficie de topografía muy irregular, con pendientes que varían entre 3 y 100%, dominando las del rango entre 15% y -- 45%. Sus altitudes van de los 1,540 hasta los 2,240 msnm, ésta última -- corresponde a la elevación del Cerro San Campus, siguiéndole el Picacho de el Sol y la Luna con 2,180 msnm ubicados al centro y sureste respectivamente de la Estación.

Por toda la línea divisoria oeste del predio extendiéndose hacia el sur se encuentra un gran macizo montañoso que funciona como parteaguas y sus corrientes alimentan a dos grandes cuencas al NE Ayuquila y al S el Río Marabasco, los cerros que conforman dicho macizo son: Cerro Alto, La Moza y de El Aire que oscilan entre los 2,000 y 2,100 msnm.

### Hidrografía

Existen en el área un total de 3 corrientes permanentes y 26 arroyos -- intermitentes; en la parte N de la Estación corre el Arroyo Corralitos, limitando el costado NE corre el Arroyo el Chilacayote y por la parte -- NW fluye el arroyo Las Joyas.

### Clima

El clima es templado subhúmedo (Cw2) según la clasificación de Koeppen, con temperaturas medias 18o C, precipitaciones entre 1,500 y 1,800 mm, y un régimen de lluvias en verano. La estación seca comprende de octubre a mayo con lluvias ocasionales en invierno, las neblinas son frecuentes, excepto en la temporada más seca. De acuerdo a registro preliminares de la ECLJ para 1986-87, la temperatura promedio fue de 17.5o C.

Dentro de los sistemas de clasificación de la vegetación, para la Sierra de Manantlán se adoptó el propuesto por Rzedowski, (1978) modificado por Vázquez, (1987). Así para toda la sierra existen 16 unidades de las -- cuales 6 de ellas están presentes en la ECLJ, éstas son: Bosque mesófilo de montaña, bosque de Pinus y Quercus, bosque de Pinus, bosque de Galería, y agricultura de temporal.

Suelos

Dentro del área de estudio se presentan cubriendo la mayor parte de la superficie del orden de los Alfisoles (USDA, 1975) con un 72% aproximadamente, éstos son suelos lavados con acumulación de arcillas en los horizontes subsuperficiales más o menos fértiles de texturas medias a finas conforme aumenta la profundidad y pH ácidos, el siguen en menor proporción los Ultisoles suelos maduros e intemperizados poco fértiles, predomina las texturas medias en los horizontes superficiales son pH ácidos y por último, los Inseptisoles son suelos inmaduros, presentan un horizonte de cambio, conservando características del material madre, predominan los pH ácidos, y son de fertilidad moderada.



## V. MATERIALES Y METODOS

Para efectuar la relación del material de origen con la formación del suelo se utilizó el criterio de Jenny, (1961) de manejar el material -- parental como variable independiente y suponiendo los demás factores -- como constantes. Para contrarrestar el efecto del relieve las muestras -- se tomaron de los perfiles abiertos sobre laderas que presentaron la -- misma orientación (N,NE) y el mismo rango de pendientes ( 25% a 40% ), en cuanto a la vegetación de entre los seis tipos presentes en el area -- los muestreos se hicieron únicamente en la de Pino-Encino, por lo que, -- las conclusiones del presente sólo son aplicables a este tipo de vegetación. Para el clima como ya se mencionó es posible la presencia de dos -- de ellos dentro del area, sin embargo tomando en consideración que las -- temperaturas descienden con el aumento en las altitudes en un promedio -- de 1.66oC por cada 305m (Ortiz,1987), podemos decir que las variaciones -- de ésta debidas al rango altitudinal (210m), de donde fueron tomadas las -- muestras, no son significativas si pensamos en la ley de Vant Off que -- dice: al aumento de cada 10oC se duplican o triplican las reacciones quí -- micas , por lo que consideramos al clima también como factor constante. Con la ayuda del área de Cuencas y Suelos del Laboratorio Natural Las -- Joyas (LNLJ) en una primera etapa se elaboró el mapa preeliminar de si -- tios de muestreo para suelos y geología, utilizando para ello la fotoge -- ología como base para su delimitación se tomaron las diferencias de pa -- tron de drenaje, tipos de vegetación y fisiografía.

Para el propósito de este trabajo se tomaron las muestras de los horizon -- tes A1 superficiales, por considerarse la capa externa que ha recibido -- con mayor intensidad la acción de los agentes meteóricos y biológicos.

Al total de las muestras de suelo se les determinó el contenido de los-  
caciones intercambiables en la solución (Calcio, Magnesio, Potasio y So-  
dio) por estar éstos disponibles para las plantas y por considerárseles  
importantes en la clasificación y génesis de suelos, el pH y Textura. -  
El pH es considerado como la medición química mas importante en el suelo  
ya que nos da idea del aprovechamiento de elementos nutritivos para las-  
plantas, además que nos ayuda a deducir procesos químicos que han tenido  
lugar en la génesis del suelo. En cuanto a la textura, su importancia ra  
dica en que indirectamente podemos inferir propiedades físicas del suelo  
como la velocidad de infiltración, erodabilidad etc., así mismo el esta-  
do y formas de las partículas nos dice el grado de intemperismo de los--  
minerales ( Moreno, 1985). A estos parámetros se les aplicó un análisis  
de varianza para verificar diferencias significativas de los valores en-  
tre las muestras. Los análisis mineralógicos tanto de suelos como de ro-  
cas fueron obtenidos cualitativamente. En el cuadro siguiente se descri-  
be la metodología de los parámetros estudiados.

Cuadro No. 1 Metodología

Parámetro	Metodología
<u>Suelos</u>	
Textura	Hidrómetro de Bouyoucus
pH	Potenciométrico (2:1) en agua.
Calcio, Magnesio	Flamometría y volumétrico
Potasio y Sodio	
Mineralogía	Tamizado (separación de arenas gruesas e identificación al microscópio).

Rocas

Rocas

Mineralogía

Cortes petrográficos (en secciones delgadas e identificación al microscópio).

## Equipo y material

Altímetro  
Brújula  
Cinta métrica  
Vasos de precipitado  
Tamices (2 mm)  
Cajas de petri  
Probetas  
Pipetas  
Microscopio estereoscópico  
Porta y cubre objetos  
Fotografías aéreas y material cartográfico  
Bolsas de plástico  
Papelería  
Etiquetas  
Reactivos  
Pico  
Pala  
Barrenas  
Lupa  
Formas de campo

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### a) Clasificación del material de origen.

Como se mencionó en un principio los minerales primarios como los feldespatos por ser los mas abundantes en la corteza terrestre son utilizados en la clasificación de las rocas. Para las rocas ígneas extrusivas de composición química básica e intermedia, los feldespatos plagioclasas--son la base de clasificación de éstas, las cuales se definen como silica tos de aluminio, potasio, sodio, calcio y en menor proporción otros elementos. Las plagioclasas ácidas (albita y oligoclasa) son las que predominan en las rocas ígneas ricas en sílice, como la granodiorita y algunos granitos, asociados a feldespatos potásicos, cuarzo y algunos ferromagnesianos. La andesina es el principal mineral que compone las rocas intermedias como las andesitas, La labradorita aparece como mineral principal de los basaltos. En general las plagioclasas mas cálcicas se dan en rocas básicas, mientras que las sódicas lo hacen en las rocas --ácidas (Ford,1984).

Tomando en cuenta lo anterior y observando los resultados obtenidos en el Cuadro 2 , por el contenido de los minerales principales que fueron labradorita, oligoclasa y en menor proporción andesina, estas rocas se clasificaron como pórfidos basálticos, cuya edad data del Cuaternario (Pleistoceno) aproximadamente un millón de años. Pórfido se refiere a la textura y es propio de las rocas que tienen cristales bien desarrollados y otros que forman microcristales.

Debido a que en los cuadros 3 y 4 los resultados de minerales son prácticamente los mismos, la andesina y poca oligoclasa las rocas son clasificadas como andesitas y tobas andesíticas respectivamente, la diferencia de las segundas sobre las primeras es que son producto de las erupciones volcánicas explosivas y compuestas de fragmentos en bloques compactos y cementados, mientras que las primeras son originadas por el enfriamiento del magma volcánico, ambas de edad Miocénica, trece millones de años a proximadamente.

Algo sumamente importante observado dentro de la zona de estudio es la evidente alteración de las rocas debido a la hidrólisis, considerada -- ésta como el proceso mas importante de descomposición de las rocas y el principal mecanismo de alteración de los minerales primarios y como consecuencia, originador de las arcillas, minerales secundarios.

#### b) Influencia del material de origen en la formación del suelo

Los cuatro suelos desarrollados sobre pórfidos basálticos se colocan en la clasificación Americana de suelos (USDA,1975) dentro del orden de los Alfisoles Figura 2, dentro de éstos el mineral que mas predomina es el piroxeno el cual apoaerece en primer lugar en dos de las muestras y en segundo término en las otras dos. Los piroxenos son silicatos de magnesio y hierro, este mineral junto con la hornblenda son utilizados como índice de intemperización en regiones húmedas y frías debido a la facilidad de alteración ( por la presencia de hierro ferroso), además la -- augita representante de los piroxenos es un constituyente esencial de -- los basaltos, aquí la presencia de éste es debida a la herencia del material de origen ya que en los resultados petrográficos se presenta como-

mineral accesorio Cuadro 2. Una de las características de diagnóstico de los suelos Alfisoles es la presencia de un horizonte B arcilloso (argílico), quizás a esto se deba que sólo en una muestra aparezca en primer lugar los feldespatos plagioclasas, posiblemente una buena parte de ellos han sido alterados para formar dichas arcillas (Ford, 1984 y FitzPatrick, 1985).

Por otra parte Souchier, (1971) mencionado por Duchaufour, (1984) demostró, que en clima templado húmedo, estos minerales se alteraban liberando progresivamente sus elementos en forma soluble o amorfa, estos elementos sílice y alumina podrían reorganizarse en ciertos casos dando lugar a una arcilla, que sería entonces la caolinita, única arcilla compatible con la acidéz del medio.

El  $\text{SiO}_2$ , principalmente vidrio volcánico y en menor proporción cuarzo -- aparecen en todas las muestras Fig. 2 ,ocupando desde la primera, segunda y tercera posición, estos son los minerales mas resistentes a la desintegración. En la petrografía que sobreyacen estos suelos no aparece el cuarzo ni el vidrio volcánico como uno de sus constituyentes por lo que, la presencia de éstos en el suelo se explica como lo hacen algunos autores, como el resultado de la alteración de los feldespatos en un ambiente ácido y sin que el nuevo material herede nada de la estructura del material primario ( Fieldes y Swindale, 1964, citado por Ford, 1984) Por último tenemos dos muestras de suelo donde en una de ellas aparece el olivino y en la segunda la magnetita, el primero es el mineral que ocupa la primera posición de la serie de alterabilidad relativa de minerales y el segundo por el contrario es de los mas resistentes a dicha alterabilidad, ésto se discute mas adelante.

Por otra parte observando que los resultados de minerales de los suelos desarrollados sobre andesitas y tobas andesíticas Figs. 3 y 4, así como la petrografía de éstas Cuadros 3 y 4, son prácticamente las mismas la discusión se hace unificando ambos resultados. Se puede observar que las dos primeras gráficas superiores de ambas figuras corresponden a suelos del orden de los Inceptisoles, estos son suelos minerales con un bajo grado de desarrollo, situación que refuerza la aparición de minerales como los feldespatos en las primeras posiciones de las cuatro muestras, estos minerales son considerados como de fácil alterabilidad, se ha encontrado que la labradorita-anortita bajo condiciones de intemperismo tropical desaparecen en 200 años (Marshall, 1964 citado por Malagón, 1964). Sin embargo también hay que considerar que las bajas temperaturas determinan que la alteración de minerales se efectúe lentamente aún cuando el agua sea abundante, a esto debemos también la presencia de pequeñas proporciones de olivino (gráficas inferiores) que como se dijo anteriormente es el mineral que se sitúa en el primer lugar de alterabilidad. Tenemos también la presencia de cuarzo, principalmente vidrio volcánico, en cuanto al primero éste aparece en las tobas como mineral esencial Cuadro 4 y, como accesorio en las andesitas Cuadro 3.

Una situación interesante es la que se presenta en la muestra 10 de la Fig. 4, suelos que cuando se presentan son clasificados como Inceptisoles, se encuentran desarrollados sobre material con una intemperización fuerte, además de que la vegetación presenta un débil desarrollo dentro de dicha área denominada Tierritas Blancas, Fig. 5, la muestra del material de origen fué tomada de zonas adyacentes a dicha área, ya que el subyacente a ellos no fué posible su identificación, es aquí también donde de resultado de la textura queda fuera del rango obtenido para to-

das las demás muestras resultando arcillosa Fig.6, este resultado es un tanto dudoso ya que, dentro de las descripciones de los Inceptisoles no aparecen las arcillas, además las texturas obtenidas en campo fueron de tipo francas, por lo que dicho resultado lo atribuimos a un error en los análisis de laboratorio. Uno de los motivos posibles del afloramiento del material litológico altamente intemperizado dentro de dicha zona lo podemos atribuir a los constantes incendios que año con año azotan dicha area.

Por último en la Fig. 4 se identificó también una muestra de suelo del orden de los Ultisoles, representados por un desarrollo extremo, viejos lixiviados, la secuencia de minerales de éste es el mismo que el de los Alfisoles, esto coincide ya que ambos presentan características similares como la presencia de un horizonte B arcilloso (argílico). Sin embargo existe cierta contradicción, si estamos hablando de suelos viejos lixiviados por una parte y por otra de la presencia de pequeñas proporciones de olivino, mineral ubicado en la serie de alterabilidad entre los primeros, esta situación puede deberse al resultado del arrastre de las partículas superficiales de suelos que si lo contienen hacia suelos que ya lo perdieron por intemperización, otra posible causa ya que, el olivino además se presenta en los Alfisoles es la probable deposición de cenizas volcánicas provenientes de las diferentes explosiones que ha tenido el volcán de fuego (Jalisco-Colima) en el último siglo, pues dichas cenizas pueden facilmente recorrer grandes distancias antes de depositarse.

#### Textura y pH

La influencia del material parental se refleja en la composición mecáni-



ca (textura) del material original, permeabilidad y area superficial de las partículas del suelo.

La gran cantidad de minerales como los feldespatos plagioclasas y su facilidad de alteración han producido una gran cantidad de arcillas representadas en el horizonte B de los Alfisoles y Ultisoles. Por otra parte el contenido de cuarzo resultó ser bajo en las rocas andesíticas y nulo en los pórfidos basálticos, estos mínimos contenidos y la presencia de vidrio volcánico como posible resultado de la transformación de una parte de los feldespatos en el suelo son los responsables de las texturas francas de los horizontes superficiales A1 de los suelos en estudio. La importancia del resultado de la textura franca, se ejemplifica con el trabajo desarrollado sobre suelos forestales de Michoacán, en donde muestra que el tamaño de partícula es una de las características más relevantes, pues indirectamente habla de las densidades y láminas de agua aprovechable habiendo una relación clara y directa de buen desarrollo de la masa forestal con el aumento del tamaño de la partícula, concluye que posiblemente se deba a la necesidad de aireación y del tamaño del poro para el crecimiento de las raíces (Chávez y Gómez, 1985). Figs. 7 y 8.

En cuanto a los valores de pH en promedio 5.8 Fig. 10 se considera cómo ácido, sin embargo el resultado lo esperábamos más bajo debido al lavado de bases por la abundante precipitación dentro del área por lo que estos valores son atribuidos al ciclo biogeoquímico de los elementos inorgánicos que indica el retorno anual a la superficie del suelo, en el interior de la hojarasca, de una gran parte de los elementos tomados en profundidad por las raíces, este aporte regular compensa las pérdidas por arrastre, produciéndose, en consecuencia un estado de equilibrio que

asegura la permanencia del perfil. Este ciclo es completado con procesos ascendentes de naturaleza mecánica realizada por los animales del suelo (lombrices), Duchaufour, 1984).

Además del material parental los suelos son el resultado de la interacción de los siguientes factores: Clima, Organismos, Topografía y Tiempo. Enseguida se dan algunas relaciones de estos factores.

#### Clima

El clima se encuentra representado por por la temperatura y la precipitación, este factor por un lado, es el responsable de la reacción del suelo (pH) ya que por medio del agua saturada de CO<sub>2</sub>, los cationes básicos son lixiviados dejando valores bajos de pH. Por otro lado la acción mecánica que ejerce la lluvia en el lavado de arcillas de los horizontes superficiales hacia los inferiores es clara, esta arcilla y la proveniente de la intemperización de los feldespatos de la roca madre, forman el horizonte arcilloso de los Alfisoles y Ultisoles.

#### Tiempo

La Sierra de Manantlán tiene una edad aproximada de 100 millones de años que data del Cretácico Superior, así mismo sus materiales expuestos posteriormente por efecto del vulcanismo son de edad Terciaria y aún Cuaternaria ( de 1 a 13 millones de años aprox.), esto nos habla de un margen bastante amplio que ha dado oportunidad al desarrollo de los suelos, a esto obedece que algunos de éstos dentro del área su profundidad lleguen a mas de 1.5 metros.

#### Topografía

Los suelos estudiados se desarrollan sobre laderas bajo pendientes de --

25 a 40% pendientes pronunciadas en los cuales el riesgo a la erosión-- sería muy alto en caso de no existir cubierta vegetal. Este factor determina también en gran medida el régimen de humedad del suelo, siendo más-húmedos en las partes bajas y es aquí donde se aprecian algunos horizontes gris-azulados (procesos de óxido reducción), asimismo en pendientes-pronunciadas el área expuesta a la radiación solar se ve fuertemente reducida disminuyendo así la dinámica de los procesos químicos en donde el calor es el agente principal.

### Organismos

La vegetación interviene directamente produciendo humus producto de la - descomposición de la materia orgánica debida a la acción biológica de -- microorganismos, de la desccomposición de este humus se producen una serie de ácidos que favorecen la descomposición del material parental. Asi mismo el bosque de pino y encino como se vió anteriormente forma un ciclo casi cerrado en cuanto al reciclaje de nutrientes, de igual manera - la cobertura de esta vegetación que varió del 40 al 100% Cuadros 5,6 y 7 interactua estrechamente con el factor clima evitando el impacto directo de la precipitación sobre el suelo favoreciendo su desarrollo y evitando así la susceptibilidad de éstos a la erosión.

c) Influencia del material de origen en la fertilidad potencial del suelo.

La fertilidad del suelo se define como el estatus del suelo con respecto a la cantidad y disponibilidad de los elementos necesarios para el crecimiento de las plantas. Para evaluar la fertilidad del suelo generalmente se necesita la medición de elementos de las plantas, en el suelo o - mediante el crecimiento de las plantas o una parte de ellas, (Aguirre,1982).

En este estudio se discute la fertilidad potencial en base a la presencia de minerales primarios tanto de rocas como del suelo y se hacen comparaciones con los elementos nutritivos intercambiables analizados.

Como una primera evaluación a los resultados químicos en estudio se les aplicó un análisis de varianza entre las muestras de suelo desarrollado bajo los tre tipos de rocas, esto con la finalidad de ver si se encontraban diferencias significativas entre éstas, los resultados aparecen en el Cuadro 9, en todos los casos resultó no significativo, lo que podemos inferir con esto que los tres tipos de roca aportan la misma cantidad de calcio, magnesio, potasio y sodio. Sin embargo observando los valores en la Figura 8 encontramos claramente una tendencia de los valores de calcio a incrementarse en los suelos desarrollados sobre pórfidos basálticos, por lo que, el resultado negativo en cuanto a diferencias significativas lo podemos atribuir a que la muestra es mucho muy pequeña y la variación muy grande, por lo que el fenómeno no fué posible advertirlo estadísticamente. Los incrementos de estos valores son debidos a que, dentro de los pórfidos basálticos se presenta como mineral esencial la labradorita (labrador), feldespato plagioclasa con un contenido del 50 al 70% de silicato aluminico-cálcico, mientras que las rocas andesíticas contienen andesina plagioclasa con un 50 a 70% de silicato aluminico-sódico.

La discusión para los demás valores se efectuó considerando las medias de todas las muestras.

Como ya se mencionó, el contenido de minerales primarios presentes en el suelo son heredados del material parental de éstos las plagioclasas y el piroxeno aparecen en primer término sobre los suelos desarrollados sobre rocas de composición andesítica y aparecen en primer y tercer término en

en los suelos sobre pórpidos basálticos, estos minerales son los principales aportadores de sodio, calcio y potasio en menor proporción, ya que las plagioclasas potásicas se encontraron en mínima cantidad, además el piroxeno aporta magnesio, hierro y litio, en el Cuadro 8 aparecen los porcentajes de elementos que proporcionan algunos minerales del suelo, - como se puede apreciar en dicho cuadro el olivino contiene un alto porcentaje de magnesio de ahí su importancia a pesar de encontrarse en mínims proporción. Asimismo la hornblenda es aportadora de todos los elementos antes mencionados, por otra parte la magnetita nos da el hierro férrico y ferroso. El vídrio volcánico y cuarzo sinembargo son los minerales mas resistentes a la meteorización, por lo que prácticamente son - infértiles, su importancia radica principalmente como componente mecánico del suelo ( textura).

Fassbender, (1980) haciendo comparaciones sobre bases cambiables entre - algunos suelos tropicales menciona que en Brasil en un estudio sobre sue los terra rosa ( Alfisoles) arrojaron los siguientes resultados; para -- calcio 17.09 me/100gr., 3.31 para magnesio y 0.46 para potasio conside-- rando como patrones de comparacion provisionales los siguientes valores:

	calcio	magnesio	potasio
alto	24	6	0.55
medio	12	3	0.35
bajo	4	1	0.22

Comparando lo anterior con nuestros resultados Figuras 8 y 9, el calcio\_ se ubica entre bajo y medio, y el potasio y magnesio como alto, no compra el sodio, esto debido quizás a que el sodio no aparece entre los elementos necesarios para el desarrollo normal de las plantas.

Cuadro No. 8 Composición química (promedio) de algunos minerales. (Segun Scheffer y Schachtschabel). \*

Elemento	Plagioclasa	Biotita	Piroxeno	Antifibol	Olivino
Número de análisis	453	158	100	101	70
S102	57	38.2	47.1	43.6	40.8
TiO2	—	1.2	0.6	1.3	—
Al2O3	26.2	17.1	7.2	12.2	0.23
Fe2O3	—	8	5.2	5.3	—
FeO	0.9	11	6.5	7.7	—
MnO	—	0.51	0.12	0.8	0.14
CaO	8.1	0.9	19.2	12.1	0.23
MgO	0.30	12.7	12.6	13	—
K2O	1.1	7.9	0.25	1.0	—
Na2O	5.8	1.1	1.1	1.9	—
H2O	—	3.6	0.37	1	—
100oC					

\* Tomado de química de suelo de Fassbender, 1980.

En otro estudio efectuado en el Ecuador reporta valores altos de potasio 0.44 a 0.89me/100gr valores que atribuye a que los suelos son derivados de arenas y cenizas volcánicas, con cantidades de feldespatos de potasio, biotita y muscovita, resultados contrarios a los nuestros ya que el valor promedio para potasio fué de 0.942 considerado como alto si lo comparamos con el patrón provisional mencionado arriba sin embargo, no son los feldespatos potásicos sino los cálcicos (plagioclasas) los minerales primarios encontrados como predominantes, esto lo podemos explicar por las diferencias en la precipitación, ya que en la zona mediterránea es mas abundante existiendo por lo tanto un mayor lavado de bases.

Debido a que los suelos bajo estudio soportan vegetación forestal (Pino-encino), cabe mencionar que dentro de su naturaleza conservadora en la recirculación de nutrientes sólo requieren cantidades mínimas de nutrientes. El bosque se desarrolla pues dentro de un ciclo casi cerrado, restituyendo al suelo los 2/3 o los 3/4 de los elementos tomados (Pesson,1978). la entrada de nutrientes a partir de fuentes atmosféricas por fijación biológica y la intemperización geológica de la roca madre son suficientemente rápidas para abastecer los requerimientos de nutrientes que no se satisfacen con los ciclos biológicos en los bosques no perturbados (Pritch,1986). Lo anterior se confirma con los resultados de los minerales primarios obtenidos que fueron principalmente plagioclasas y piroxenos tanto en rocas como en el suelo, éstos considerados de fácil alteración. Sin embargo tanto las alteraciones antropogénicas como las naturales son evidentemente comunes y la superficie en estudio no se encuentra exenta a esto. Siendo estas alteraciones las causantes de los efectos drásticos sobre los ciclos de nutrientes los efectos sobre el desarrollo de la masa forestal a largo plazo dependen de la naturaleza de la perturbación y

y a la capacidad del suelo para restablecer la provisión de nutrientes- (Pritchett,1986).

Como un ejemplo en el cuadro siguiente se presentan las cantidades de - calcio, magnesio y potasio que son eliminados en una tala convencional-- en un bosque de pino y en uno de quercus. Debe quedar claro que estos - valores tienden a variar según la especie , edad y condiciones de creci- miento de ésta.

Nutrientes eliminados en una tala convencional\*

	Kg/ha		
	K	Ca	Mg
Roble (47años)	118	173	23
<u>Pinus taeba</u> (16 años)	89	112	29

\* Tomado de Pritchett (1986)

Efectuando los cálculos de los valores promedio de cada elemento inter-- cambiabile que presentaron nuestros suelos, para calcio 4.41 me/100gr.-- 6.5 para magnesio y potasio con 0.943, considerando una profundidad pro- medio del suelo de 10cm correspondiente al horizonte superficial A1 de - donde fueron tomadas las muestras y una densidad aparente de 1,17gr/cm3 obtenemos lo siguiente:

- a)  $Ca^{++}$  ;  $eq = 40/2 = 20/1000 = 0.020$  me  
 b)  $Mg^{++}$  ;  $eq = 24/2 = 12/1000 = 0.012$  me  
 c)  $K^{+}$  :  $eq = 39/1 = 39/1000 = 0.039$  me

10,000 m<sup>2</sup>/ha

X .10 prof. del suelo

---

1,000.00 m<sup>3</sup>

X 1.17 gr/cm<sup>3</sup>

---

= 1,170 ton/ha.



a) 0.020-100gr  
 $X \ 1'170,000 \text{ Kg} = 234 \text{ Kg/ha de calcio} \times 4.41 = 1031.94 \text{ Kg/ha}$

b) 0.012-100gr  
 $X \ 1'170,000 \text{ Kg} = 140.4 \text{ Kg/ha de magnesio} \times 6.5 = 912.6 \text{ Kg/ha}$

c) 0.039-100gr  
 $x \ 1'170,000 \text{ Kg} = 456.3 \text{ Kg/ha de potasio} \times 0.9 = 430.3 \text{ Kg/ha}$

Dividiendo estos valores entre los tomados como referencia en el cuadro anterior obtenemos el número de ciclos en que es posible extraer los -- nutrientes por hectárea que actualmente contienen nuestros suelos pensando en un aprovechamiento forestal (que para el área de estudio no es el caso).

	calcio	magnesio	potasio
En roble	6	40	4
En pino	9	31	5

Cabe aclarar que estos cálculos son en base a los 10 cm de profundidad-- correspondiente al horizonte muestreado, por lo que es de esperarse que los valores en el número de ciclos de ccrta potenciales se vean mayormen te favorecidos, si consideramos a todo el perfil el cual supera el metro en profundidad en casi todos los suelos descritos para la Estación .

Lo anterior nos dice claramente la disponibilidad de estos elementos a - largo plazo, por lo que la fertilización artificial es descartada si ha- bláramos de un aprovechamiento forestal, al menos para estos elementos.

Cuadro No. 2 Descripción e identificación mineralógica.- Pórfidos basálticos

<u>Aspecto megascópico</u>	M u e s t r a s		
	I	II	III
Color	Gris oscuro	Gris medio (N6)	Gris oscuro (N3)
Estructura y textura	Compacta porfídica de gran medio	Compacta porfídica de grano fino	Compacta porfídica
Minerales	Plagioclasas, limonita	Plagioclasas	Olivino? limonita.
<u>Estudio microscópico</u>			
Textura	Porfídica, holocristalina	Porfídica, holocristalina	Porfídica, hipidiomórfica
Mineralogía	labradorita, oligoclasa andesina	labradorita-andesita	Laboradorita, oligoclasa-andesina
Accesorios	augita-opacos	opacos-augita?	augita-enstatita, opacos
Secundarios	limonita, hematita	sericita, arcillas, limonita, hematita	arcillas, limonita
Clasificación	Pórfidos basálticos	Pórfido basáltico	Pórfido basáltico
Origen	Ig. extrusivo	Ignea extrusiva	Ignea extrusiva

Cuadro No. 3 Descripción e identificación mineralógica.- Andesitas

Aspecto megascópico

	I	II	III
Color	Gris medio (N6)	Gris medio (N6)	Gris verdoso claro a medio (HUE5G 5/7). Compacta afanítica
Estructura y Textura	Compacta afanítica	Compacta tobácea	Compacta afanítica
Minerales	- - -	Fragmentos de roca, limonita	- - -

Estudio microscópico

Textura	Porfídica traquítica	Porfídica	Porfídica
Mineralogía	Andesina	Andesina	Andesina
Accesorios	cuarzo, opacos	opacos	opacos
Secundarios	clorita, sericita	sericita, limonita, arcillas	cuarzo, siderita, clorita, arcillas, limonita
Clasificación	Andesita	Andesita	Andesita
Origen	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva

Cuadro No. 4 Descripción e identificación mineralógico.- Tobas de composición andesítica

Aspecto megascópico

	I	II	III
Color	Verde claro (HUE5G7/4)	Gris claro a medio (N6)	Pardo (N3)
Estructura y textura	compacta, tobácea	compacta tobácea	compacta tobácea
Minerales	Plagioclasas	Fragmentos de roca y minerales alterados	arcillas, óxidos de hierro

Estudio microscópico

Textura	tobácea	tobácea lítica	tobácea
Mineralogía	andesina, oligoclasa cuarzo	andesina, fragmentos de rocas	fragmentos de rocas volcánicas, plagioclasas alteradas
Accesorios	opacos	opacos	opaco, cuarzo (trazas)
Secundarios	limonita, arcillas clorita	clorita, limonita sericita, arcillas	óxidos de hierro, sericitas y arcillas
Clasificación	toba de composición andesítica	toba de composición andesítica	toba de composición andesítica
Origen	ígneas extrusivas explosivas	ígneas extrusivas explosivas	ígneas extrusivas explosivas

FIG. No. 2 MINERALOGIA DE SUELOS DESARROLLADOS SOBRE PORFIDOS BASALTICOS

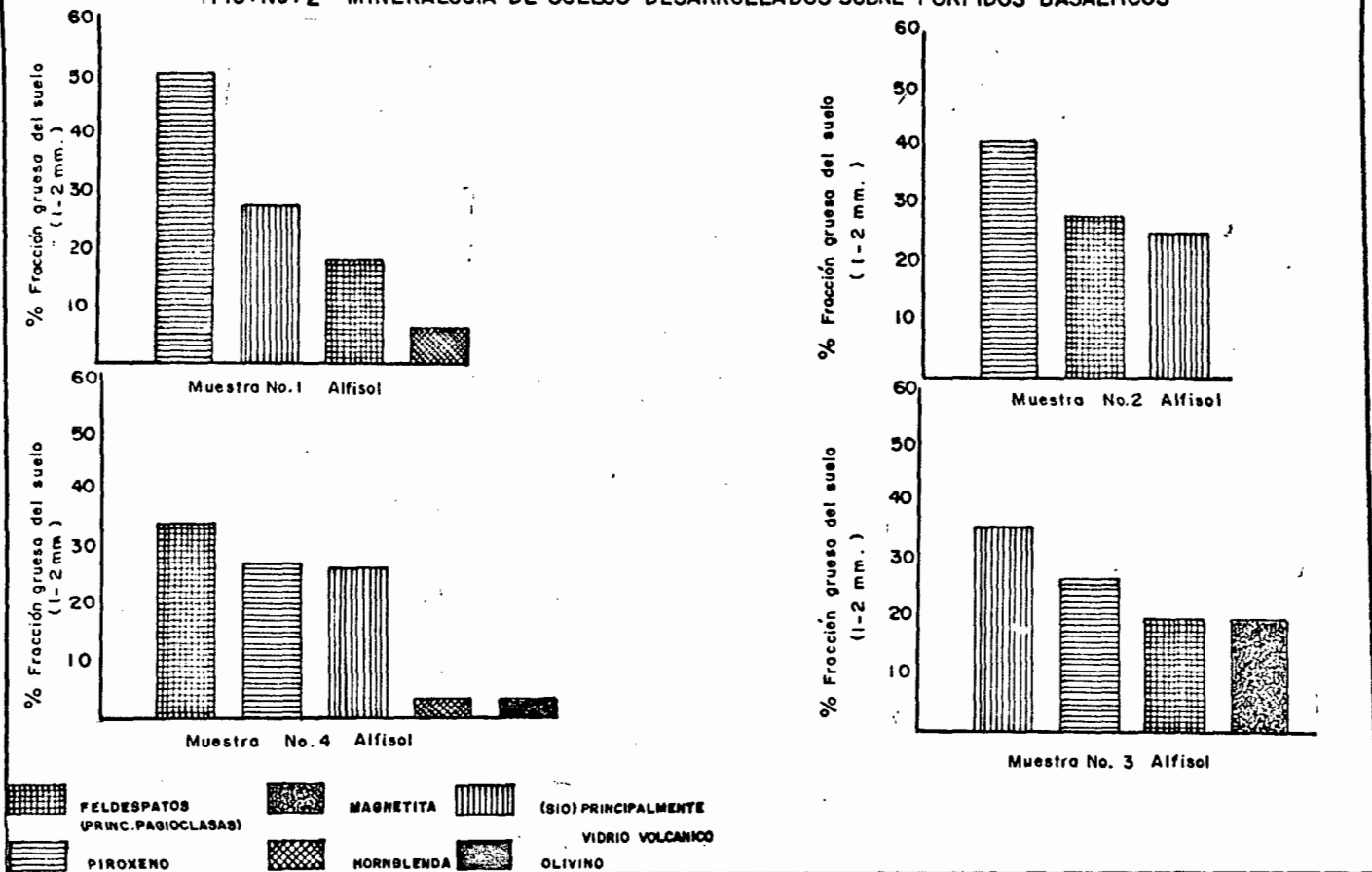


FIG. No. 3 MINERALOGIA DE SUELOS DESARROLLADOS SOBRE ANDESITA

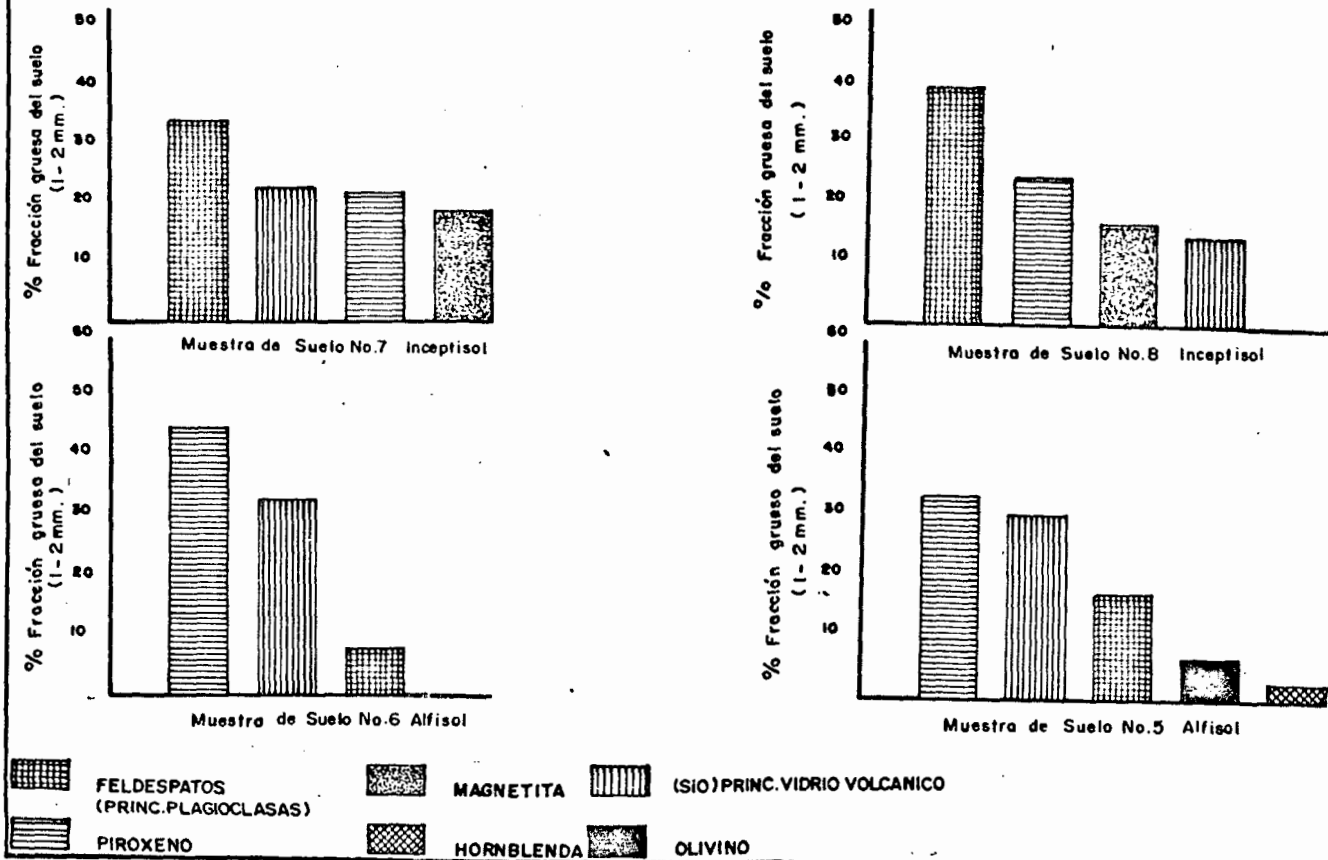
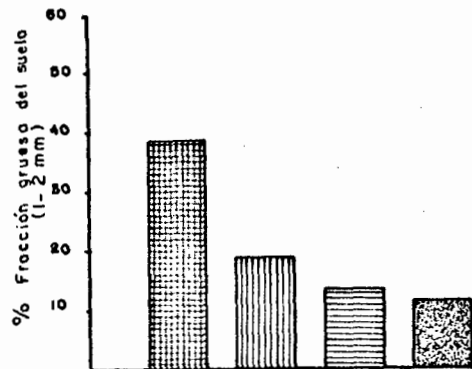
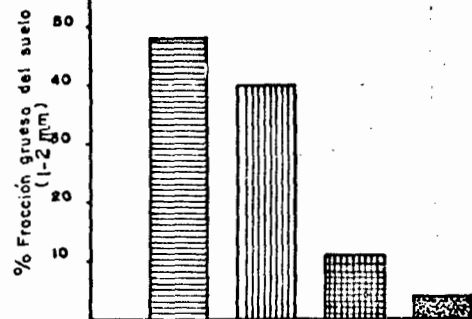


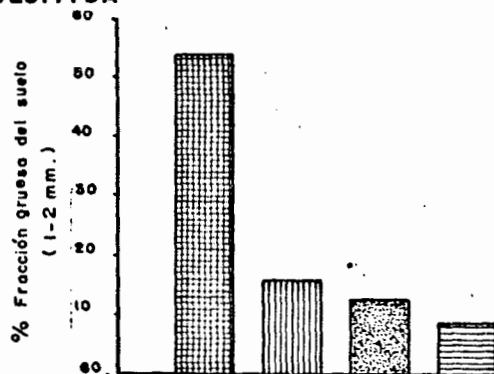
FIG. No. 4 MINERALOGIA DE SUELOS DESARROLLADOS SOBRE TOBAS DE COMPOSICION ANDESITICA



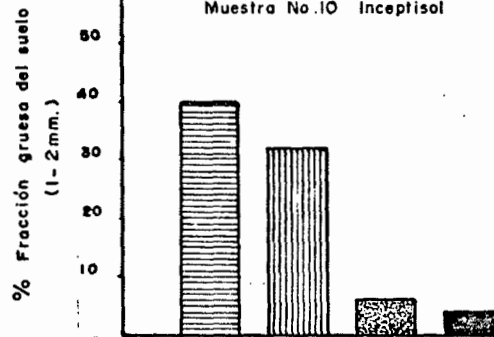
Muestra No. 9 Inceptisol



Muestra No. 11 Alfisol



Muestra No. 10 Inceptisol



Muestra No. 12 Ultisol



FIGURA No.6 Textura del Suelo (Arenas y Limos)

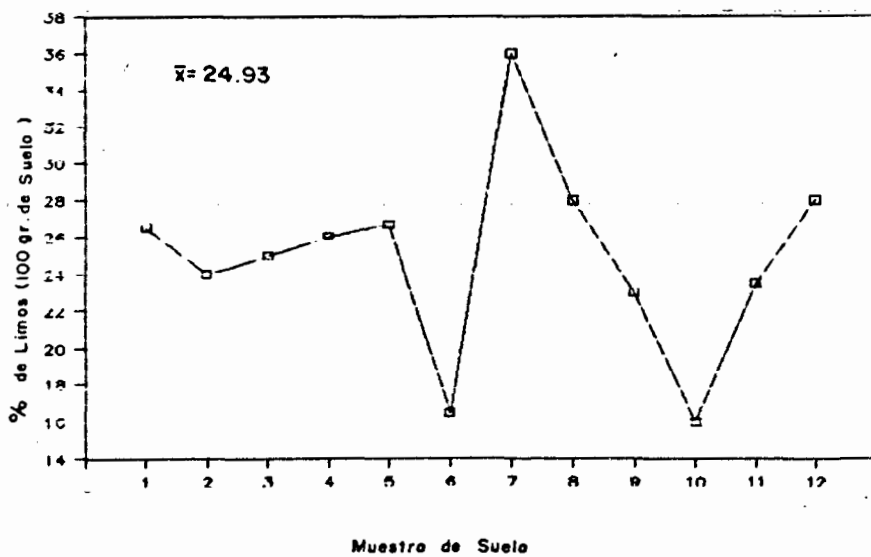
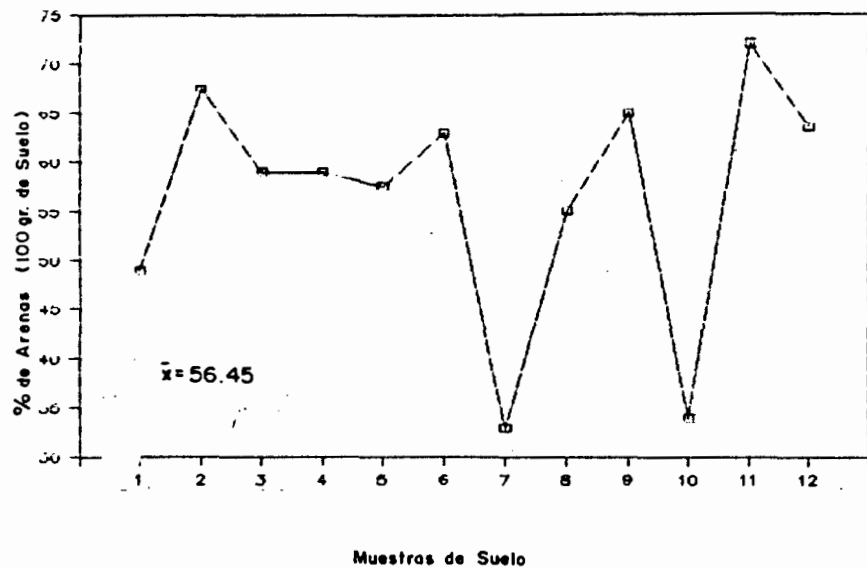




FIGURA No.7 Textura del Suelo (Arcillos)

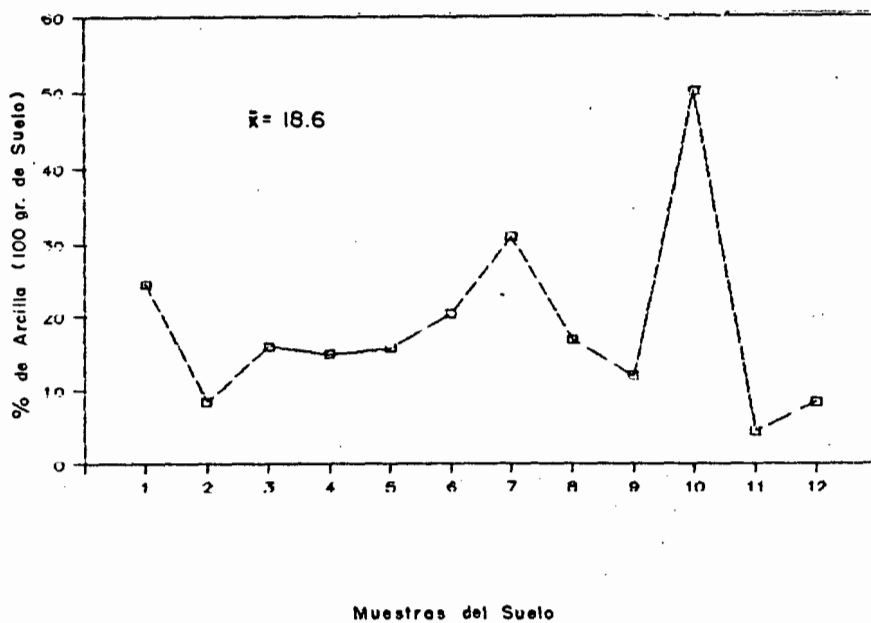
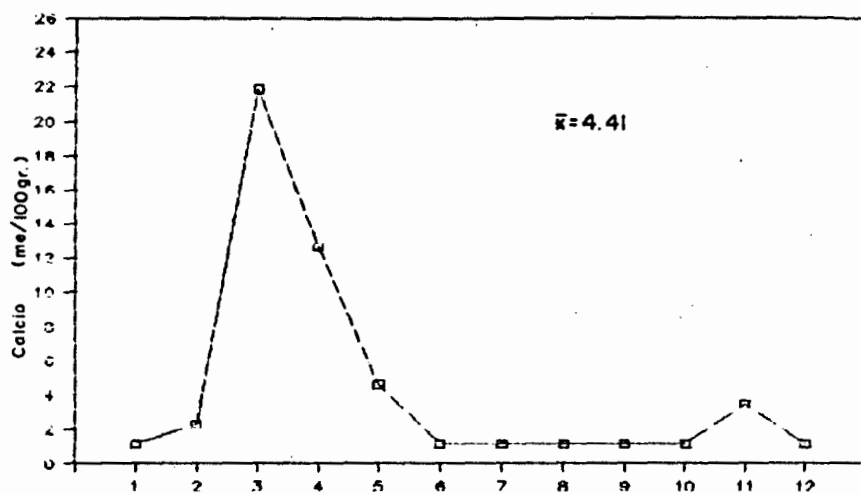
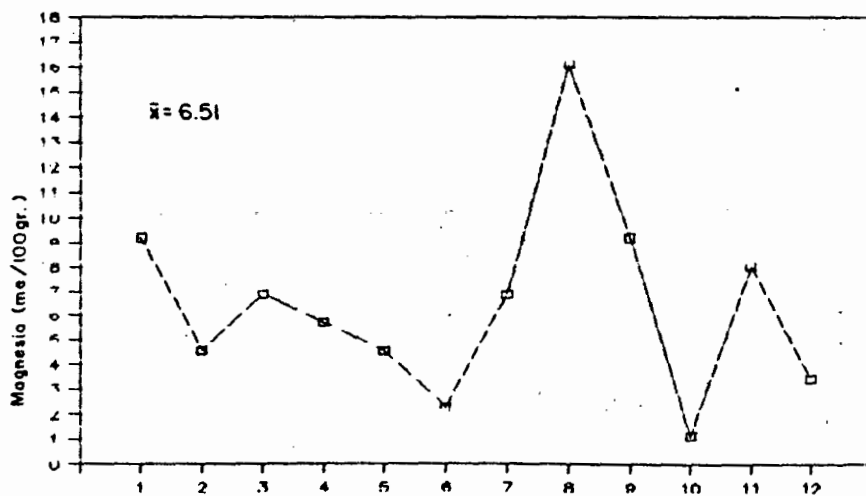


FIGURA No.8 Cationes intercambiables (Calcio y Magnesio)

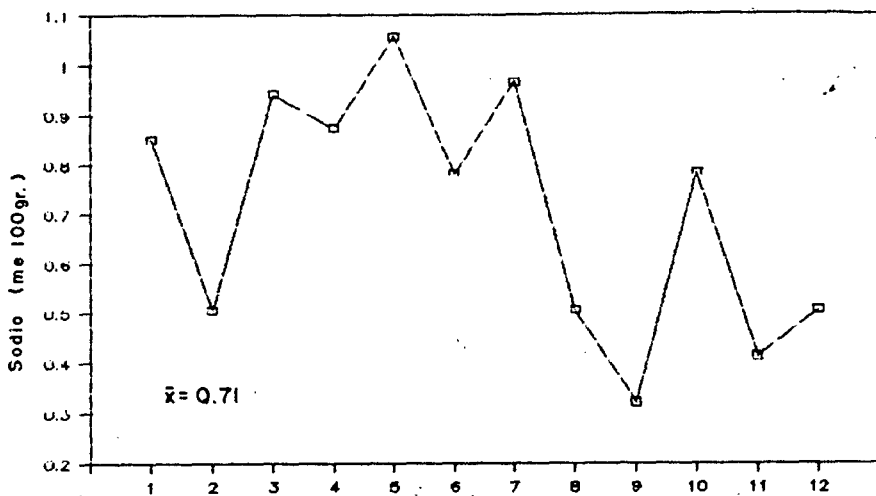


Muestras de Suelo

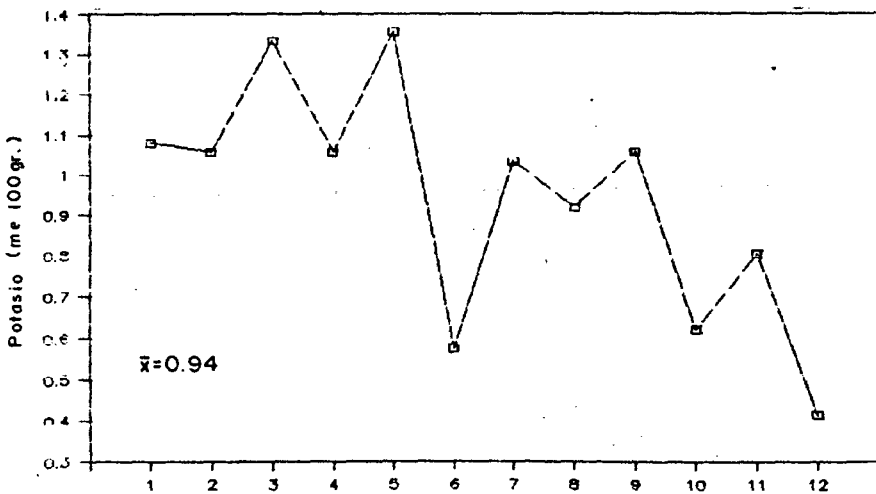


Muestras de Suelo

FIGURA No.9 Cationes Intercambiables (Sodio y Potasio)

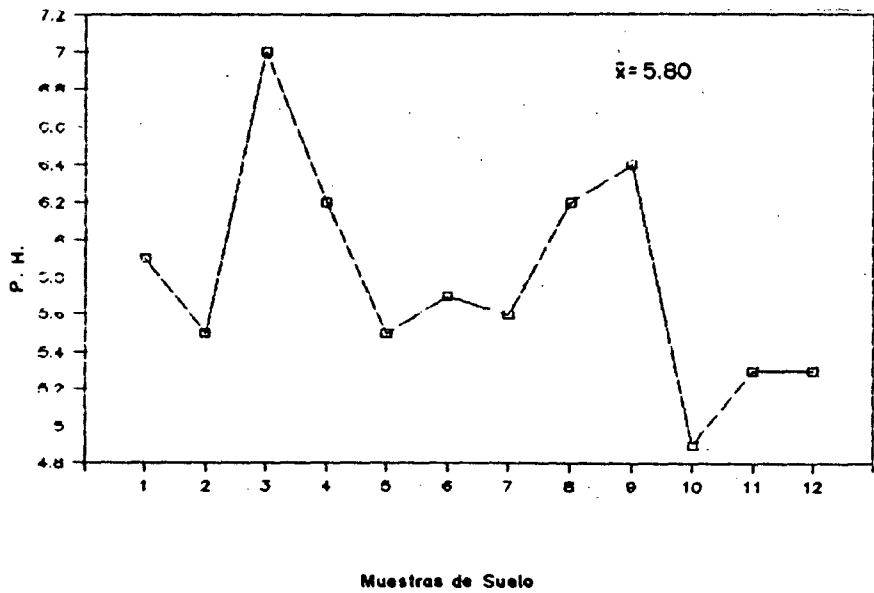


Muestras de Suelo



Muestras de Suelo

FIGURA No. 10 P. H.



Cuadro No. 9 Análisis de varianza de cationes intercambiables.

<u>Calcio:</u>	Suma de cuadrados.	Grados de Libertad.	Cuadrado medio.	FC	FT	
					0.05	0.01
Tratamiento	154.95	2	77.47	2.348	3.98	7.2 NS
Error	295.9013	9	32.98			
Total	451.85					
<u>Magnesio:</u>						
	8.155	2	4.07	0.222	3.98	7.2 NS
	164.65	9	18.29			
	172.80					
<u>Sodio:</u>						
	0.25	2	0.125	2.737	3.98	7.2 NS
	0.411	9	0.045			
	0.661					
<u>Potasio:</u>						
	0.126	2	6.341	0.407	3.98	7.2 NS
	1.40	9	0.155			
	1.529					

Cuadro No. 5 Descripción del sitio.- Suelos sobre pórfidos basálticos.

Muestra	Orientación.	Altitud	Vegetación	Cobertura	Pendiente.	Fisio-grafía.	Orden de suelo.
1	82oN	1780	Pino-encino	50%	25%	Ladera	Alfisol
2	25oNW	1780	Pino-encino	40%	25%	Ladera	Alfisol
3	15oNW	1920	Pino-encino	85%	45%	Ladera	Alfisol
4	15oNW	1920	Pino-encino	75%	45%	Ladera	Alfisol

Quadro No. 6 Descripción del sitio.- Suelos sobre andesita.

Muestra	Orientación	Altitud msnm.	Vegetación	Cobertura	Pendiente	Fisio- grafía.	Orden de suelo.
5	73oNW	1740	Pino-encino	65%	27%	Ladera	Alfisol
6	N	1760	Pino-encino	80%	40%	Ladera	Alfisol
7	10oNW	1720	Pino-encino	65%	25%	Ladera	Inceptisol
8	5oNW	1780	Pino-encino	75%	25%	Ladera	Inceptisol

Quadro No. 7 Descripción del sitio.- Suelos sobre tobas andesíticas.

Muestra	Orientación	Altitud msnm.	Vegetación	Cobertura	Pendiente	Fisiografía	Orden de suelo.
9	4oNW	1755	Pino-encino	80%	26%	Ladera	Inceptisol
10	262oNW	1750	Pino-encino	55%	23%	Ladera	Inceptisol
11	30 NW	1950	Pino-encino	100%	29%	Ladera	Alfisol
12	30 NW	1800	Pino-encino	50%	35%	Ladera	Ultisol.



## VII. CONCLUSIONES

.Dentro de la Estación Científica Las Joyas se presentan tres tipos de rocas: Pórfidos basálticos, andesitas y tóbas andesíticas (que datan - del Cuaternario y Terciario las dos últimas respectivamente)

.El proceso de hidrólisis principal mecanismo de alteración está fuertemente marcado sobre los tres tipos de roca, impidiendo en ocasiones la identificación de las mismas.

.La presencia de minerales de piroxenos están estrechamente ligados a los suelos clasificados como Alfisoles y Ultisoles.

.Los minerales de feldespatos plagioclasas están relacionados con los suelos del orden de los Inceptisoles.

.Existe relación entre el desarrollo de suelos del orden de los Inceptisoles sobre rocas de composición andesítica. Mientras que los suelos - del orden de los Alfisoles no guardaron ningún patrón de desarrollo.

.Las pequeñas proporciones de cuarzo presentes en el material de origen y la presencia de vidrio volcánico como posible resultado de la transformación de una parte de los feldespatos son los minerales responsables de las texturas francas presentes en los horizontes A1 de los suelos en estudio, asimismo reforzando con literatura podemos inferir que la presencia de los horizontes de diagnóstico B arcillosos de los Alfisoles y Ultisoles son producto de la transformación de los feldespatos.

.Existe una relación estrecha entre el material de origen y la fertilidad potencial del suelo, mientras persistan los minerales como los feldespatos plagioclasas, piroxenos, olivino y hornblenda habrá una fuente

constante de elementos aprovechables para el desarrollo de la masa forestal.

.Existe una relación directa entre el material de origen y la fertilidad a largo plazo de los elementos intercambiables del suelo (calcio, magnesio, potasio y sodio) por lo que la fertilización artificial a largo plazo queda descartada en el caso de que hubiese un aprovechamiento forestal.

## VIII. RECOMEDACIONES

. Se vió la necesidad de una reevaluación del sitio de muestreo denominado Tierritas Blancas, por sus condiciones especiales (sitio no 10)

. Determinar los análisis de minerales primarios y secundarios de suelo y roca cuantitativamente (utilizando difracción de rayos x, térmicos diferencial etc.) para poder así concluir en detalle los principales procesos que han influido en la génesis de los suelos en estudio.

. Se recomienda hacer un análisis global de la evolución de los suelos -- considerando en conjunto los demás factores formadores del suelo (clima, organismos, topografía y tiempo).

. Considerando el rango de pendientes 25 a 40%, las texturas medias (francas) presentes en los horizontes superficiaes y a la alta precipitación - dentro del área 1500mm aprox., estos suelos corren un alto riesgo a la erosión en caso de un inadecuado manejo de la masa forestal, dejando aflorar el horizonte subsuperficial arcilloso de los suelos clasificados como Alfisoles y Ultisoles el cual no es el mas adecuado para la germinación - de las semillas y desarrollo de las plantas, por lo tanto debe considerarse lo anterior al momento de planear un manejo forestal.

## IX.- BIBLIOGRAFIA

- Aguilera. 1981. Suelos derivados de cenizas volcánicas y andosoles en la producción agropecuaria. Memorias sobre suelos de andosoles y sus implicaciones en el desarrollo agrícola de la Sierra Tarasca. CP, -- CE, INIA, CIAB. Pátzcuaro Michoacán. México.
- Aguirre, B.C. 1982. Labores silvícolas complementarias al suelo. Bol. Tec. No. 93. INIF, SFF, SARH, pp 44. México.
- Anónimo. 1981. Diccionario monográfico del reino mineral. 1a. edición. Editorial Bibliograf, S. A. Barcelona España.
- Besoain, E. 1985 . Mineralogía de arcilas de suelo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José Costa Rica pp 1265.
- Buol, S. Hole, F y McCracken, R. 1981. Génesis y clasificación de suelos. Ed. Trillas, México.
- Crespo, E.U. 1983. Estudio de algunas propiedades químicas y físicas de -- los suelos forestales de Mazamitla, Jal. Tesis de Licenciatura. ----- Facultad de Agricultura. U D G. Guadalajara, Jal. México.
- Cuanalo de la C. 1981. Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo. 2da. edición. Centro de edafología. Colegio de Postgraduados Chapingo, México.
- Chávez, H. y Gómez, T. 1985. Principales interacciones entre los suelos -- forestales y las coníferas del Cerro de la Cruz, Michoacán. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F.
- Duchaufour, P. 1984. Edafogénesis y clasificación de suelos. Ed.Masson --- s.a. Barcelona.
- Fassbender, H.W.1980. Química de suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica.
- FitzPatrick. 1985. Suelos. Su formación, clasificación y distribución. --- ed. CECSA. México.

- Ford, I.N. 1984. Dinámica mineral en los suelos. 1a ed. Universidad Autónoma de Chapingo, México, D.F.<sup>52</sup>
- Gallardo, T.A. 1983. Estudio de la fracción arcilla de los suelos arenosos del Valle de Guadalajara. Tesis profesional de Licenciatura. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal.
- Gerencia de Exploración Geológica, residencia Jalisco. 1980. Reconocimiento minero en los alrededores de los municipios de El Grullo y Autlán, --- estado de Jalisco. Guadalajara, Jal. México.,
- Guerrero, M.R. 1985. La utilización del Soil Taxonomy del USDA en América Tropical y en otros países tropicales. Suelos Ecuatoriales. Vol. XV, No. 1.
- Guzmán, M.R. 1985. Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco. -- Estudio descriptivo. Revista Tiempos de Ciencia. Universidad de Guadalajara. México.
- INEGI. 1975. Mapa de climas de Jalisco. Escala 1:1'000,000.
- Jackson. 1982. Análisis químico de suelos. 4ta. ed.ed. Omega, s.a. Barcelona.
- Laboratorio Natural Las Joyas. 1986. Mapa topográfico. Escala: 1:10,000. -- Cartografía y Diseño Gráfico.
- Lazcano, C. 1986. Las grutas de Cerro Grande. Estados de Colima y Jalisco, México. Laboratorio Natural Las Joyas de la Universidad de Guadalajara Documento inédito. Guadalajara, Jal.
- Little, T.M. Y HILLS, F. 1984. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura, ed. Trillas. México.
- Longwell, Ch. y Flint, R. 1978. Geología Física. ed. Limusa, México.
- López, R. 1979. Geología de México. Tomo III.
- Malagón, C.D. 1965. Génesis y morfología de los suelos derivados de rocas ígneas efusivas, y de roca caliza en las inmediaciones del Valle de San Luis Potosí. Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Montana, A., Crespi, y Liborio, G. Guía de minerales y rocas. 2da. ed. ---- ed. Grijalbo, s.a. Barcelona, España.

- Moreno, C. 1985. Mineralogía de las arenas U.A.A.A.N., Buena Vista, Saltillo, Coahuila. México.
- Oropeza, O.M.R. 1986. Evolución de suelos de suelos derivados de rocas sedimentarias calcáreas, de la cuenca del Río Nazas. Tesis profesional de licenciatura. U.A.A.A.N., Buena Vista, Saltillo, Coah. México.
- Ortíz, S.C. 1987. Agrometereología. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Ortíz, V.B. 1984. Edafología. UNiversidad Autónoma de Chapingo, México.
- Pritchett. 1986. Suelos Forestales. 1a. ed. ed. Limusa. México.
- Rivera, V.J.V. 1985. Estudio edafológico de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el área correspondiente a Buena Vista, Saltillo Coah. Tesis profesional de licenciatura. U.A.A.A.N., Saltillo, Coah.-México.
- Secretaría de Agricultura y REcursos Hidráulicos. 1980. Comportamiento físico-químico del suelo y agua. Centro de Capacitación "Benito Juárez" El Carrizo, Sin. México.
- Soil Conservation Service U.S. Departament of Agriculture. Soil Taxonomy. Soil Survey Staff. U.S.A.
- Solís, V.J. 1965, Geología Regional y Yacimientos minerales de una porción de los estados de Jalisco y Colima. Proyecto de exploraciones de yacimientos de minerales metálicos. Fondo Especial Naciones Unidas.-- Sec. Pat.Nat.
- Williams, H. Turner, F. y Gilbertch. 1983. Petrografía Introducción al estudio de las rocas en secciones delgadas. 4ta. ed. ed. C.E.C.S.A.-- México.

Cuadro No. 11 A

Mineral	Dureza	Color
Plagiocasa Feldespato (andesina, labradorita, oligoclasa).	6 a 6.5	Blanco a gris oscuro.
Piroxenos (Gpo complejo augita e hipersitena, son las más comunes).	5 a 6	Verde claro a oscuro o negro.
Cuarzo	7	Incoloro y transparente a opaco con amplia variedad de colores.
Magnetita	5.5 a 6.5	Negro y opaco.
Hornblenda Anfibol.	5 a 6	Comunmente negro, oscuro y verde claro, raramente blanco.
Olivino	6.5 a 7	Verde olivino de transp. a traslúcido.
Hematita	5 a 6	Café rojizo gris y negro.

Cuadro No. 12 Resultados físicos y químicos de suelos.

Muestra de suelo	Ca	Mg me/100gr.	Na	K	pH	A	L %	R*	Clasificación
Sobre pórfidos - basálticos.									
1	1.15	9.2	0.85	1.08	5.9	49	26.5	24.5	Mig.-Arc.-Are.
2	2.3	4.6	0.506	1.058	5.5	67.5	24	8.5	Franco-arenoso
3	21.85	6.9	0.943	1.334	7	59	25	16	Franco-arenoso
4	12.65	5.75	0.874	1.058	6.2	59	26	15	Franco-arenoso
Sobre andesitas.									
5	4.60	4.6	1.058	1.357	5.5	57.5	26.7	15.8	Franco-arenoso
6	1.15	2.3	0.782	0.575	5.7	63	16.5	20.5	Mig.-Arc.-Are.
7	1.15	6.9	0.966	1.035	5.6	33	36	31	Franco-arcilloso
8	1.15	16.10	0.506	0.920	6.2	55	28	17	Franco-arenoso
Sobre toba-andesítica.									
9	1.15	9.2	0.322	1.058	6.4	65	23	12	Franco-arenoso
10	1.15	1.15	0.782	0.621	4.9	34	16	50	Arcilloso
11	3.45	8.05	0.414	0.805	5.3	72	23.5	4.5	Arena-migajón
12	1.15	3.45	0.506	0.414	5.3	63.5	28	8.5	Franco-arenoso

\* A=Arena

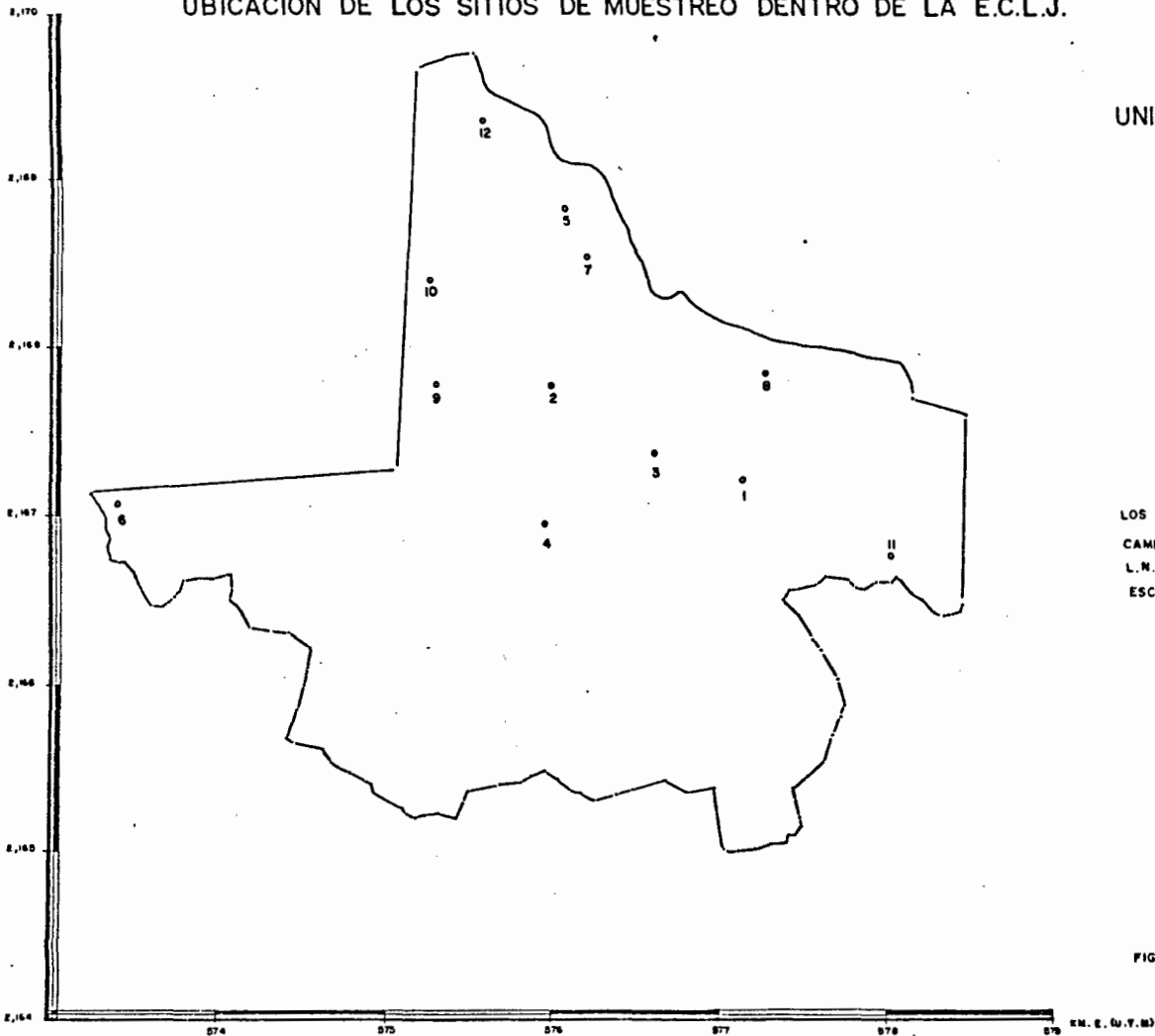
L=Limo

R=Arcilla



KM. E. (U.T.M.)

# UBICACION DE LOS SITIOS DE MUESTREO DENTRO DE LA E.C.L.J.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

LABORATORIO NATURAL LAS JOYAS



ESC. 1:25,000

LOS SITIOS DE MUESTREO FUERON UBICADOS EN CAMPO UTILIZANDO CARTOGRAFIA 1:10,000 EDIT. POR L. N. L. J., VACIADOS POSTERIORMENTE A UN MAPA ESC. 1:25,000.

Septiembre de 1988

CARTOGRAFIA Y FOTOINTERPRETACION

FIGURA No 5