

Lej 135

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias



INVESTIGACIONES SOBRE SUELOS DERIVADOS DE  
CENIZAS VOLCANICAS DEL "CHICHONAL" Y SUS  
RELACIONES CON LA VEGETACION EN EL  
ESTADO DE CHIAPAS.

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE;  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
SALVADOR PONTON SANCHEZ

1 9 8 4



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

	Pág.
RESUMEN .	1
I. INTRODUCCION	4
II. OBJETIVOS	6
III. ANTECEDENTES	7
1. Suelos derivados de cenizas volcánicas.	7
2. El Volcán Chichonal. Características - generales.	12
2.1. Localización y generalidades mor- fológicas del Volcán Chichonal an- terior a la erupción.	12
2.2. Vulcanismo.	14
2.3. Actividad eruptiva del Volcán Chi- chonal en marzo y abril de 1982.	15
3. Características mineralógicas y petro- gráficas del material magnético emitido por el Volcán Chichonal.	20
3.1. Análisis químicos.	20
3.2. Análisis petrográficos	21
3.3. Geoquímica.	23
4. Daños causados por la erupción.	25

	Pág.
5. Consecuencias de las erupciones en el medio ambiente.	25
<b>IV. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>29</b>
1. Localización geográfica.	29
2. Geología.	29
3. Geomorfología.	31
4. Hidrografía.	32
5. Clima.	34
6. Vegetación.	40
7. Suelos.	56
<b>V. MATERIALES Y METODOS.</b>	<b>59</b>
<b>A. Suelos</b>	<b>59</b>
1. Perfiles de suelo.	59
2. Descripción.	59
3. Análisis Físicos.	64
4. Análisis Químicos	64
5. Rayos-X	66
<b>B. Vegetación.</b>	<b>66</b>
1. Vegetación observada en el área de estudio.	66



	Pág.
2. Vegetación colectada sobre suelos volcánicos.	67
VI. RESULTADOS.	68
VII. DISCUSION DE RESULTADOS.	116
VIII. CONCLUSIONES.	125
IX. RECOMENDACIONES.	129
X. BIBLIOGRAFIA.	130

## RESUMEN.

Como consecuencia de la erupción del volcán Chichónal en marzo y abril de 1982 fue propuesto un proyecto de investigación para realizarse a corto, mediano y largo plazo en donde los objetivos principales estarían centrados en diferentes aspectos relacionados con las cenizas volcánicas. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos a corto, mediano y largo plazo.

Geográficamente la zona del Chichónal se localiza al norte del Estado de Chiapas, Mpio. de Francisco León, a los  $17^{\circ} 21' 35''$  latitud norte y  $93^{\circ} 13' 45''$  longitud oeste. Su altura es de 1300 m.s.n.m.

La vegetación original es de Selva Alta Perennifolia, con un clima cálido húmedo con lluvias todo el año, una temperatura media anual de  $23^{\circ}$  a  $26^{\circ}\text{C}$  y una precipitación media anual de 3,000 a 5,000 mm.

La geología dominante es de calizas del Cretácico Medio y Superior y de lutitas del Eoceno y Oligoceno. Los suelos en esta región son de rendzina derivados de material calcáreo muy someros, sus perfiles presentan horizontes A, C, con eficiente drenaje. Y los suelos rojos arcillosos derivados de lutitas; existen también suelos hidromórficos.

Se hicieron recorridos de reconocimiento a la zona -

de estudio y se colectaron ocho perfiles; uno en la localidad de Caimba, otro en Tectuapán, cuatro en la Colonia Volcán, uno en "El Portal", potrero del Mpio. de Pichucalco, Estado de Chiapas y el último en Teapa, Tab.

También fue colectada la vegetación en cada uno de los seis primeros perfiles con el fin de establecer una relación entre ésta y las cenizas volcánicas del Chichonal.

Los perfiles colectados de cenizas volcánicas y de suelos contaminados por éstas fueron sometidos a una serie de análisis fisicoquímicos y de rayos-X y la vegetación colectada se identificó.

Las determinaciones fisicoquímicas del suelo y de las cenizas volcánicas fueron: color (en suelo seco y en suelo húmedo), densidad aparente y real, porcentaje de porosidad, textura, pH, materia orgánica, nitratos, fósforo, bases intercambiables (calcio, magnesio, sodio y potasio), capacidad de intercambio catiónico total y alofano.

De los resultados obtenidos pudo observarse una tendencia de los iones sodio, calcio y magnesio, tanto en los análisis fisicoquímicos como de rayos-X, en estos últimos en forma de oligoclasas albiticas, anortoclasa y hornblenda, además de cuarzo, feldespatos, augita, labradorita y microclina.

De las especies vegetales colectadas sólo los géne-

ros Lantana y Xanthosoma corresponden con la lista florística de Pérez y Sarukhán (1992), para esta región.

Con base en estos resultados se puede concluir que debido a la contaminación de cenizas volcánicas se van a producir modificaciones físicas, químicas y biológicas en el suelo.

En cuanto a la vegetación se observó que ha habido establecimiento de especies nuevas en la zona creciendo sobre las cenizas volcánicas, debido quizás a efectos de condiciones óptimas para estas especies, pues se observó que crecen mejor las que se encuentran implantadas sobre el suelo contaminado con las mismas cenizas.



## I. INTRODUCCION.---

Los estudios de suelos en nuestro país se han incrementado en los últimos años, pero desafortunadamente los avances no se han desarrollado en forma profunda por la carencia de personal capacitado que se involucre para resolver las problemáticas de producción de biomásas vegetales y animales de las diferentes zonas ecológicas del trópico, templado y árido de México. Por otra parte, es clara la necesidad que tiene el país por aumentar la productividad y el rendimiento de los alimentos básicos tales como: maíz, trigo, frijol, papa, hortalizas, cítricos, al igual que los otros cultivos necesarios para la economía del país como son: café, cacao, caña de azúcar, árboles maderables, forraje y ganadería. Muchos de estos cultivos se desarrollan en suelos derivados de cenizas volcánicas. Por estas razones es necesario ampliar las investigaciones de los suelos de origen volcánico, que son los más comunes en México.

Los estudios de los materiales magnéticos resultan de suma importancia en la génesis de los suelos derivados de cenizas volcánicas, así como, toda la serie de aspectos que están involucrados tales como: la evolución de las comunidades bióticas a partir de estos materiales y que van a estar determinadas por las características físicas, químicas y mineralógicas de las cenizas así como de la dinámica que éstas sigan en sus procesos evolutivos de acuerdo -

al clima en el cual se desarrollan.

De aquí que se puedan hacer inferencias de la fertilidad presente y futura de los suelos que se forman a partir de estos materiales o bien, si existen elementos capaces de provocar toxicidad a las plantas, ya sea por su sola presencia o por los procesos de intemperismo que inducen características biofísicoquímicas en los suelos, además hay que considerar los efectos contaminadores en las redes hidráulicas de amplias zonas afectadas por las cenizas y, en general, cualquier otro efecto que lo involucre directa o indirectamente.

Por estos motivos es recomendable desarrollar estudios a fondo de los materiales parentales de cenizas volcánicas que dan origen a suelos volcánicos, en este caso particular las del volcán Chichonal, mismas que deben ser aprovechadas para realizar investigaciones ya que, eventos como éste son raros y pocas veces se tiene la oportunidad de sacarles provecho desde el punto de vista de investigación científica y tecnológica.



## II. OBJETIVOS.

Los objetivos que se plantearon en el presente trabajo de investigación y que forman parte de lo planeado para una primera etapa de trabajo son:

- a) Estudios de perfiles de cenizas volcánicas y suelos contaminados por las mismas.
- b) Mineralogía de las cenizas volcánicas.
- c) Estudio de las características físicas y químicas de los suelos de cenizas volcánicas y de los suelos contaminados por estos materiales ígneos.
- d) Efectos de la contaminación de cenizas en suelos ya existentes.
- e) Aspectos generales de la vegetación que crece sobre las cenizas volcánicas.
- f) Efectos de fertilidad por las cenizas volcánicas en la zona de estudio.

## II. ANTECEDENTES.

### 1. SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCANICAS.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas se han definido como aquéllos desarrollados sobre materiales eruptivos relativamente recientes y que reciben el nombre de suelos de Ando (1956) (Aguilera, 1965 y 1969).

Estos suelos se desarrollan desde las regiones de climas tropicales muy húmedos hasta las frías subalpinas, en regiones montañosas, que tienen volcanes activos y ocurren desde el ecuador hasta altas altitudes.

Además del clima, la topografía, los organismos y el tiempo contribuyen al desarrollo y formación de los diferentes tipos de suelos volcánicos que se presentan como: Regosoles, Pardo forestales, Lacustre-volcánicos, Latosoles y otros. Sin embargo, se acepta que la unidad más característica de estos suelos es la que corresponde a la denominación de Andisol, y que éstos, de hecho, tienen mayor ocurrencia en regiones cuyo clima varía de tropical húmedo a templado húmedo.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas en México, cubren aproximadamente las dos terceras partes de la superficie total del país (Aguilera, 1969).

La denominación de Andosol, de acuerdo a la reunión

de Tokio de 1964 sobre la clasificación y correlación de los suelos derivados de cenizas volcánicas fue definida de la siguiente manera: suelos minerales desarrollados bajo condiciones húmedas o subhúmedas, cuya fracción coloidal está dominada por material amorfo en un mínimo del 50%, con una gran capacidad de retención de agua, alto contenido de materia orgánica, baja densidad aparente, baja adhesividad, con un horizonte A de color oscuro y relativamente profundo, pueden tener un horizonte B y no mostrar un movimiento apreciable de arcillas (cit. in Escobar. 1972).

En el Sistema de Clasificación de la 7a. Aproximación, se agrupan dentro del Suborden Andept, del Orden Inceptisol como: suelos derivados de cenizas volcánicas que tienen una densidad aparente menor de 0.85 gr/ml, un complejo de intercambio dominado por material amorfo o que presentan más del 60% de cenizas volcánicas vítreas, escorias volcánicas u otros materiales piroclásticos en la fracción limo, arena o grava, que no se saturan de humedad en ninguna estación y carecen de epipedón "plaggen". Pueden presentar diferentes tipos de horizontes como por ejemplo: hístico, úmbrico, mólico, cámbico y ócrico.

Con base a los diferentes estudios llevados a cabo para los suelos de Ando, y por las características físico-químicas de éstos, se tiene que la relativa rapidez de intemperización de las cenizas volcánicas dan por resultado texturas que van generalmente de migajón arenoso y limoso

a migajones arcillosos y francos.

El perfil del suelo puede alterarse por nuevos depósitos de cenizas volcánicas, formando perfiles estratificados o bien se presentan contaminaciones aluviales y coluviales por efectos de relieve (Aguilera, 1969).

Estos suelos presentan una densidad aparente baja (0.45-0.75 gr/ml) y un alto contenido de humedad, alta permeabilidad. La retención de humedad se cambia irreversiblemente al secarse al aire de la humedad de campo, por lo que hay dificultad al humedecer el suelo cuando está seco debido a la adherencia de sustancias orgánicas generalmente hidrofóbicas (Arias, 1971).

La capacidad de intercambio catiónico total es alta, determinada principalmente por el humus y el alofano, el pH y la naturaleza de los iones en solución (Birrell y Gradwell cit. in Cortéz, 1965). Aguilera reporta valores del 15 a 60 meq/100 g.

Los valores de pH son de débil a fuerte acidez y en ocasiones cercanos a la neutralidad. En suelos inmaduros o semimaduros, los valores de pH oscilan entre 5 y 6 debido a la fuerte capacidad amortiguadora del alofano y de los geles de alúmina polimerizados.

Presentan un alto contenido de materia orgánica sobre todo en la capa superior. Los porcentajes van de 5



hasta 30% (Aguilera, 1954 y 1965). Presentan un alto contenido de humus debido a que existe una resistencia del material humificado a la descomposición microbiana, esto ha sido atribuido a la formación de compuestos específicos — aluminio-humus (Kosaka, 1962, cit. in. Swindale, 1965).

Se ha visto que la mineralización del nitrógeno es bastante variable en suelos derivados de materiales volcánicos más o menos recientes. Como consecuencia de esto, se ha notado la necesidad de aplicación de abonos nitrogenados a suelos cuyo contenido de nitrógeno total alcanza el 1% (Bornemiza, 1969).

Los andisoles poseen una alta capacidad de fijación de fósforo, este mecanismo origina limitaciones en la producción de cultivos. Muchos autores han interpretado la fijación de fósforo como el efecto de las interacciones del ion fosfato y otros componentes del suelo, esto produce la adsorción en el complejo coloidal o su precipitación en fosfatos menos solubles como los de aluminio y fierro (Fassbender, 1969).

Estos suelos presentan altos contenidos de aluminio intercambiable (Aguilera, 1965) y una predominancia de alofano en la fracción arcillosa (por lo que son responsables en parte de la fijación de grandes cantidades de fósforo. Estos son afines para combinarse fuertemente con los ácidos húmicos y fúlvicos e impiden la actividad de los microorganismos. De aquí que el aluminio y el alofano sean con-

siderados como los responsables de la acumulación de humus en estos suelos (Guaardo, 1966).

La composición mineralógica de los suelos derivados de cenizas volcánicas depende esencialmente de la petrografía de las cenizas que le dan origen y del estado de intemperización de las mismas.

Las cenizas volcánicas por su diámetro pequeño eluden el proceso de intemperización física que deben experimentar otros materiales, y sin embargo son altamente eficaces para intemperizarse químicamente.

En un tipo de clima húmedo, con buenas condiciones de drenaje, la intemperización de las cenizas volcánicas desarrolla con el tiempo, casi invariablemente, una serie mineralógica que comienza con el alofano y concluye con caolinoides (Besoain, 1969), formándose el alofano a través de varios mecanismos en el suelo, resultando el alofano B, AB y A, luego a la haloisita/metaloisita, con una tendencia natural a formar caolinita. Generalmente, las arcillas de los suelos de cenizas volcánicas no sobrepasan el estado haloisítico.



## 2. EL VOLCAN CHICHONAL. - CARACTERISTICAS GENERALES.

### 2.1. LOCALIZACION Y GENERALIDADES MORFOLOGICAS DEL VOLCAN CHICHONAL ANTERIOR A LA ERUPCION.

El Volcán Chichonal, se localiza en el norte del Estado de Chiapas, Municipio de Francisco León a los 17° 21' 35" latitud N y 93° 13' 45" longitud W. Su nombre Chichón o Chichonal se deriva de una palma de la familia Sapindae llamada Astrocarium mexicanum Liebin (Martínez, 1923) que produce una fruta llamada chichón, concepto que describe el aspecto físico de la fruta y se deriva del dialecto maya. Este volcán se encuentra registrado en el catálogo de los Volcanes Activos del Mundo con el nombre de Chichón; sin embargo, los trabajos geológicos lo registran como Volcán de la Unión (Mülleried, 1932; Damon y Montesinos, 1978; De la Llata 1979) (Silva, M.L. 1983).

Mülleried, K.G.F. (1936) hace referencia del Chichonal como un volcán en actividad, situado a 23 km del Golfo. Este tiene al pie de 450 a 650 m de altura. Es de forma cónica aplastada, alargada de NW a SE. El diámetro mayor es de 5.5 km. La pendiente de "El Chichón" es muy variada. Hay cuatro cerritos que se levantan en el Norte, Este, Sur y Oeste del volcán. Este tiene un cráter de forma oval, con su diámetro mayor, dirigido de NW a SE de 1,900 m. En el borde del cráter hay distintas elevaciones: desde 955 hasta 1,315 m. El borde culmina en el SW, en el llamado

"Pico Mayor", pero tiene cuatro elevaciones más, en el Oeste, Norte, Este y Sur. Este y otras dos elevaciones son los puntos más altos del volcán, y por eso se llama también "Tres Picos".

El borde del cráter tiene hacia dentro una pendiente bastante fuerte. El fondo del cráter se inclina algo hacia el Sur. Allí está el punto más bajo de él, a 945 m.s.n.m. El cráter está subdividido por una loma que baja de la elevación oriental del borde del cráter. La parte grande del cráter está en el Norte, la parte pequeña en el Sur. En ésta se encuentran nueve lugares con solfataras, tanto en el borde, como en la pendiente inferior y en el fondo del cráter. Cada solfatara tiene varias salidas de gases sulfurosos, que salen de agujeros o grietas, como humo o pequeñas nubes, depositando azufre en forma de cristales o estalactitas. A veces se nota olor a ácido sulfhídrico y frecuentemente hay salida de vapor de agua. Todas las solfataras están bien definidas porque allí falta de vegetación. En sitios donde hay salida de vapor de agua crece una vegetación exuberante de color verde oscuro. Otra solfatara se encuentra en el límite Suroeste de "El Chichón", es un lugar donde hay fuentes de aguas termales. Estas las hay también en el límite Oeste y Sur del volcán.

Son cuatro lugares con manantiales de aguas termales, origen de arroyos constantes que corren al Río de Magdalena. Las fuentes dan aguas termales, desde tibias hasta --

hirvientes. Las aguas tienen carbonato de calcio e hidróxido de fierro, además, algunas sustancias que comprueban su procedencia de profundidades considerables Mülleried -- (1936).

## 2.2. VULCANISMO.

El modelo generalmente aceptado para describir el -- origen de los volcanes del centro y sur de México, supone el hundimiento de la Placa de Cocos por debajo de la Placa Americana. Dicho hundimiento genera una zona sísmica denominada zona de Benioff. El hundimiento de la placa genera una depresión oceánica, la Trinchera de Acapulco y la distancia desde este punto hasta el volcán es de 350 km. La distancia a la costa es de 160 km.

La Placa de Cocos comienza su hundimiento con un ángulo de  $12^\circ$  o  $15^\circ$  y cambia bruscamente a  $40^\circ$  o  $45^\circ$  a la altura de la costa de Chiapas; con base a esto, puede estimarse una profundidad de 150 o 160 km para el origen del material magmático que alimenta al volcán. Generalmente el conducto que une a este material fundido con el cono superficial se forma mediante una serie de fracturas, las cuales cerca de la superficie forman un conducto que por lo común se encuentra lleno y tapado con rocas solidificadas. Cuando la presión y la temperatura dentro de esta chimenea exceden un cierto valor crítico ocurre una erupción. Este proceso comúnmente va acompañado de pequeños --

temblores resultantes del fracturamiento de la roca vecina a la chimenea o a la cámara magnética superficial, en caso de existir, debido a la alta presión dentro de ésta (Medina, 1982).

### 2.3. ACTIVIDAD ERUPTIVA DEL VOLCAN CHICHONAL EN MARZO Y ABRIL DE 1982.

La erupción del volcán Chichonal constó de cuatro fases eruptivas las cuales fueron precedidas de actividad sísmica durante varias semanas antes de la primera fase -- con una magnitud de hasta 4 (Mc) para el día 6 de marzo reportada por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. Esta actividad sísmica culminó con una primera erupción del volcán el domingo 28 de marzo a las 23:32 hora local. En esta primera fase eruptiva fueron arrojados materiales piroclásticos principalmente hacia el poniente-norponiente. Esto se verificó midiendo el espesor de los depósitos de caída de la primera fase, que alcanzó 5 cm. Este material presentó estructura graduada con granulometría de 2 a 3 cm de diámetro en la base y de ceniza fina hacia la cima (Jacobo, 1983). La actividad se clasificó como vulcanéa con grado de explosividad intermedia, presentando abundante emisión de ceniza, pómez y fragmentos de rocas pertenecientes a la parte superior del edificio. Fue característico la ausencia de lava en forma fluida durante esta etapa y las posteriores.



Imágenes de satélite mostraron que la columna eruptiva formó un hongo de más de 100 km de diámetro alcanzando la tropopausa, es decir, unos 18 km, a las 3:00 horas del día 29 de marzo. La nube se desplazó hacia Yucatán, Cuba y Haití.

Diversas emisiones de ceniza fueron observadas por satélite los días 30 y 31 de marzo, así como el 2 de abril; esta última alcanzó una altura de 3.5 km en solo 30 minutos (Medina, 1982).

La segunda fase eruptiva ocurrió a las 2:30 horas -- del sábado 3 de abril. Consistió en erupciones de tipo -- vertical que arrojaron gran cantidad de gases y sólidos, -- acompañadas de descargas eléctricas continuas. Posteriormente se produjo una lluvia de piroclásticas con un diámetro de 3 cm, que fue disminuyendo hasta el tamaño de ceniza fina en un lapso de 45 minutos. En el poblado de El -- Volcán, situado a 4 km al oriente del aparato volcánico, -- las casas y árboles fueron derribados en dirección oriente.

Como consecuencia del material y gases arrojados, la temperatura alcanzó los 60°C aproximadamente aumentando hacia el centro del depósito de dicho derrame. En este lugar se estimó un espesor de 80 cm, el cual aumentaba considerablemente hacia el volcán en el centro del mismo depósito, se identificaron horizontes de piroclásticos de tonos claros con textura porfídica y estructura vesicular, otros

de tonos oscuros debido a un mayor contenido de ferromagnesianos, que probablemente provinieron de materiales básicos formados a mayor profundidad.

La tercera fase, ocurrida el mismo día 3 de abril entre las 18:40 y 19:30 horas, el volcán inició una nueva fase explosiva muy violenta con duración mayor a 30 minutos.

Esta erupción consistió de emanaciones muy violentas verticales de material fluido, con descargas eléctricas y acompañada de microsismos. Las características macroscópicas de este material piroclástico son: tonos claros, textura porfídica y estructura vesicular. Junto con estos materiales también fueron emitidos fragmentos de andesita de aproximadamente 10 cm de longitud, de tonos café claro, textura ligeramente porfídica y estructura compacta.

Después de dos horas, el tamaño de los piroclásticos se redujo gradualmente hasta ceniza fina.

La cuarta fase eruptiva se inició el domingo 4 de abril a las 5:00 horas aproximadamente; los mayores fragmentos arrojados en un lapso de una hora alcanzaron 30 cm de longitud con las mismas características texturales y mineralógicas que la fase anterior. Los piroclásticos disminuyeron gradualmente hasta el tamaño de ceniza. En esta fase fue menor la cantidad de materiales emitidos.

Durante el desarrollo de estas dos últimas fases --



eruptivas, se produjeron dos fenómenos particularmente destructivos conocidos como nubes ardientes o derrames de pómez, formados por material piroclástico y gaseoso en movimiento turbulento y provocados por la diferencia de temperaturas.

El flujo de este material ocurrió hacia los lados y hacia abajo, a lo largo de los flancos del volcán; dichos flujos arrastraron una cantidad considerable de pómez y bloques. Las pómez llegaron a tener un diámetro superior al metro y las temperaturas registradas en los extremos de los flujos 3 días después de la erupción fueron de 200°C a 15 cm de profundidad y 360°C a 40 cm de profundidad. Los extremos de los flujos localizados entre 6 y 8 km del volcán, lo cual permitió estimar una temperatura de 800 a 900°C para la salida del flujo.

El frente de onda que acompañó a los flujos, producto de la explosión, logró derribar desde la raíz árboles con un diámetro superior a los 80 cm; el frente del flujo logró velocidades superiores a los 50 m/seg. (Jacobo, 1983; Medina, 1982).

En general, el espesor de las capas de ceniza observadas en el área después de la última erupción fueron de 1, 2, 5 y 10 cm en lugares distantes y de 20, 50 y 60 cm - en sitios más cercanos al volcán, en las estribaciones hay depósitos de 6 y 15 o más metros; la altura que alcanzaron

las cenizas en la atmósfera fue de 10,000 a 15,000 m - --  
(Aguilera, 1982).

### 3. CARACTERISTICAS MINERALOGICAS Y PETROGRAFICAS DEL MATERIAL MAGMATICO EMPEDIDO POR EL VOLCAN CHICHONAL.

#### 3.1. ANALISIS QUIMICOS.

De los análisis químicos efectuados a los productos de la erupción, el Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. reportó, con base a la composición química de soluciones de ceniza-agua, que se trata de magma de composición andesítica con alto contenido de gases. Se encontró un contenido relativamente alto de los iones sulfato (1.61%) del peso total de la muestra, calcio (0.68%), cloro (0.07%), sodio (0.04%), bicarbonatos (0.024%), potasio (0.007%), magnesio (0.022%), silicatos (0.014%) y fierro total (0.0003%) (Prol et al, 1982).

Los valores calculados de densidad en la ceniza fue de 1.2 gr/c.c.

Del mismo modo, los análisis efectuados por el Instituto de Geología de la U.N.A.M., indican una riqueza en aluminio de las pómez la cual no está únicamente correlacionada con la riqueza en plagioclasas, ya que la naturaleza del vidrio refleja igualmente un alto contenido de aluminio y potasio en el magma, así como una tasa baja de magnesio.

Los valores altos en calcio se relacionan con la presencia de numerosos cristales de anhídrita en el magma. Se

ha calculado que su influencia puede llegar hasta un 2% -- del valor total del CaO del análisis.

Las variaciones observadas en la composición de las cenizas pueden corresponder a fenómenos propiciados por la separación por gravedad de las fases minerales en el transcurso de la caída (Jaques y Demant, 1983).

### 3.2. ANALISIS PETROGRAFICOS.

De los análisis petrográficos efectuados por Martin Del Pozzo y Romero (1982) del Instituto de Geofísica de la U.N.A.M. encontraron, en forma general, ceniza de coloraciones cremas con fragmentos de hornblenda en Tectuapán, -- mientras que en la Colonia Volcán se encontraron fragmentos de punitas blancas con fenocristales de hornblenda y -- plagioclasa.

En forma similar, Prol et al (1982) del mismo Instituto realizaron análisis petrográficos de ceniza y fragmentos de rocas volcánicas de diferentes sitios muestreados -- encontrando en las muestras de ceniza partículas de plagioclasa, hornblenda, augita y algunos vidrios, y en algunos casos fueron observados granos de anhidrita.

En cuanto a los fragmentos de roca volcánica se encontró que éstos son de composición punitica y andesítica. Estos están formados por un 80% de vidrio vesicular con -- fragmentos de fenocristales.

Los vidrios tienen una textura fluida. La mayoría de los fragmentos de fenocristales son plagioclasas polizonales que pueden ser clasificados como andesina-labradorita (An 50-An 60) por su composición. Las inclusiones vítreas ácidas, distribuidas al azar, se encuentran incluidas en los fenocristales así como inclusiones de apatita y anhídrita.

Arriba del 35% de los fragmentos de fenocristales son hornblendas pleocromatizadas en tonos gris-verde.

La anhídrita forma de 5 a 8% de los fenocristales. Estos están interdesarrollados con la plagioclasa, hornblenda y la apatita.

La augita constituye el 5% de todos los fenocristales. Estos minerales tienen un color verde y no son pleocroicos. Estos granos son de menos de 0.5 mm. Esto puede estar relacionado con algún tipo de piroxena de alta temperatura.

En la andesita, el 40% lo constituyen los fenocristales. En ésta, la plagioclasa constituye más del 50%, tiene formas bien definidas de cristales planos, de dimensiones de más de 3 mm.

Acorde a su composición, éstas son clasificadas como andesina-labradorita (An 50 - An 60). Son observadas algunas inclusiones de augita y vidrio en los cristales de plagioclasa.



gioclasa, la distribución de los vidrios es usualmente zonada.

La hornblenda basáltica es el segundo mineral más frecuente entre los fenocristales, con más del 30%. Los ejes longitudinales de estos cristales son de más de 3 mm de longitud. En los cristales de hornblenda se observaron inclusiones de plagioclasa, augita y apatita.

### 3.3. GEOQUIMICA.

En los informes geoquímicos del proyecto geotérmico Chichonal, realizados por Molina (1974) y Templos (1981), indican lo siguiente: el análisis de los condensados de gases provenientes de las fumarolas señala la existencia de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), la ausencia del ion bicarbonato ( $HCO_3$ ), la disminución del ion cloro ( $Cl^-$ ), pequeñas cantidades de  $SiO_2$  y la ausencia de los iones sodio, potasio y litio, por lo cual se considera que el vapor de las fumarolas junto con los gases calientes es vapor seco, siendo éste el producto del proceso de lavado de los fluidos geotérmicos.

Con el análisis de los manantiales termales se encontraron dos tipos de aguas: una clorurada-sulfatada-sódica y la otra sulfatada-clorurada-sódica, con concentraciones de sodio, potasio y silicatos.

Un análisis reciente de las aguas de los manantiales



termales señala la importancia de las relaciones cloro-sulfato-bicarbonato, la presencia de boro, rubidio, arsénico, cloro y litio; y según las relaciones Na/K,  $\text{SiO}_2$  y Na/K/Ca, los elementos provienen de un sistema geotérmico de alta temperatura (Canul, 1983).

#### 4. DAÑOS CAUSADOS POR LA ERUPCIÓN.

Los daños ocasionados por las diferentes actividades del volcán en las localidades vecinas al Chichonal fueron consideradas como: destrucción total para los poblados de Francisco León, Colonia Volcán Chichonal, San Isidro Tanchichal, Juárez, Agua Tibia, La Trinidad y El Naranjo. Destrucción severa en los poblados de Xochimilco, Guayabal, Chapultenango y Nicapa principalmente. El área con devastación total se estimó en 250 km<sup>2</sup>, dicha área estaba habitada por 8,000 a 10,000 personas. El número de muertos es desconocido con exactitud aunque oficialmente se estimó superior a las 200 personas y el de heridos superior a los 500 (Medina, 1982).

#### 5. CONSECUENCIAS DE LAS ERUPCIONES EN EL MEDIO AMBIENTE.

Cabe señalar primero las modificaciones morfológicas del volcán en donde la mayor parte del reborde del cráter fué destruida y la depresión central presenta un diámetro menor que la mitad del antiguo.

Dentro del antiguo cráter de forma ovalada de 1.9 km por 0.9 km, se formó un nuevo cráter, debido a la actividad del 3 y 4 de abril, casi circular y con diámetro mayor a los 600 metros.

A consecuencia de uno de los flujos piroclásticos, el mayor de ellos, emitido en dirección suroeste-este pro

dujo una gran acumulación de ceniza sobre el cauce del río Sayula-Magdalena-Ostuacán, a la altura del afluente Tuspac. Esta acumulación de ceniza sobre el río formó un dique el cual empezó a formar una represa que fue incrementándose por la presencia de más de 20 afluentes y por las lluvias llegando a contener 26 millones de metros cúbicos para la segunda quincena de abril y 40 millones de metros cúbicos para la primera quincena de mayo con un largo de 4 km y 300 a 500 metros de ancho.

El día 26 de mayo al dique se rompió provocando una avenida de lodo y agua a alta temperatura. Al abrirse paso sobre el depósito de ceniza caliente, el agua se calentó y bajó con una temperatura de 90°C a la altura del poblado de Xochimilco, 82°C a la altura de Ostuacán y 50°C en Peñitas. En este último sitio el agua chocó con la cortina de una presa levantando una columna de agua caliente causando lesiones a los trabajadores presentes en ese momento. Aunque, oficialmente no se reportaron mayores daños a la población debido a este incidente, sí fue de graves consecuencias en la fauna del río, puesto que en éste se encontraban lagartos, tortugas, cangrejos, peces y otras especies acuáticas (Medina, 1982; Cervantes, 1983).

En cuanto a las modificaciones en el clima, el Chichonal arrojó a la atmósfera 10 millones de toneladas de un gas, compuesto principalmente por bióxido de azufre el cual formó una gran nube que se desplazó hacia el norte y

hacia el oeste formando un cinturón gaseoso entre el Ecuador y los 35° Norte que cruza el Pacífico. Se calcula que el chichonal arrojó diez veces más material que el Volcán Santa Elena en los Estados Unidos de Norteamérica.

Entre las predicciones que se han hecho como consecuencia de este evento, en un lapso de un año a partir de la erupción, está la reducción del paso del cinco por ciento de la luz solar que normalmente llega a los trópicos.

La NASA indica que en un período de tres a seis meses la nube cubrirá todo el hemisferio norte y alterará su clima durante dos años. Los cambios atmosféricos serán de heladas y tormentas tempranas, así como un incremento del diez por ciento en la acidez de la atmósfera y una ligera baja en la temperatura.

Por lo pronto, la nube del Chichonal ha provocado ya lluvias fuertes en California, quince centímetros de nieve en las montañas y un descenso en la temperatura en los estados de la costa atlántica y en los del oeste medio de los Estados Unidos (New Scientist, 8 de julio, 1982).



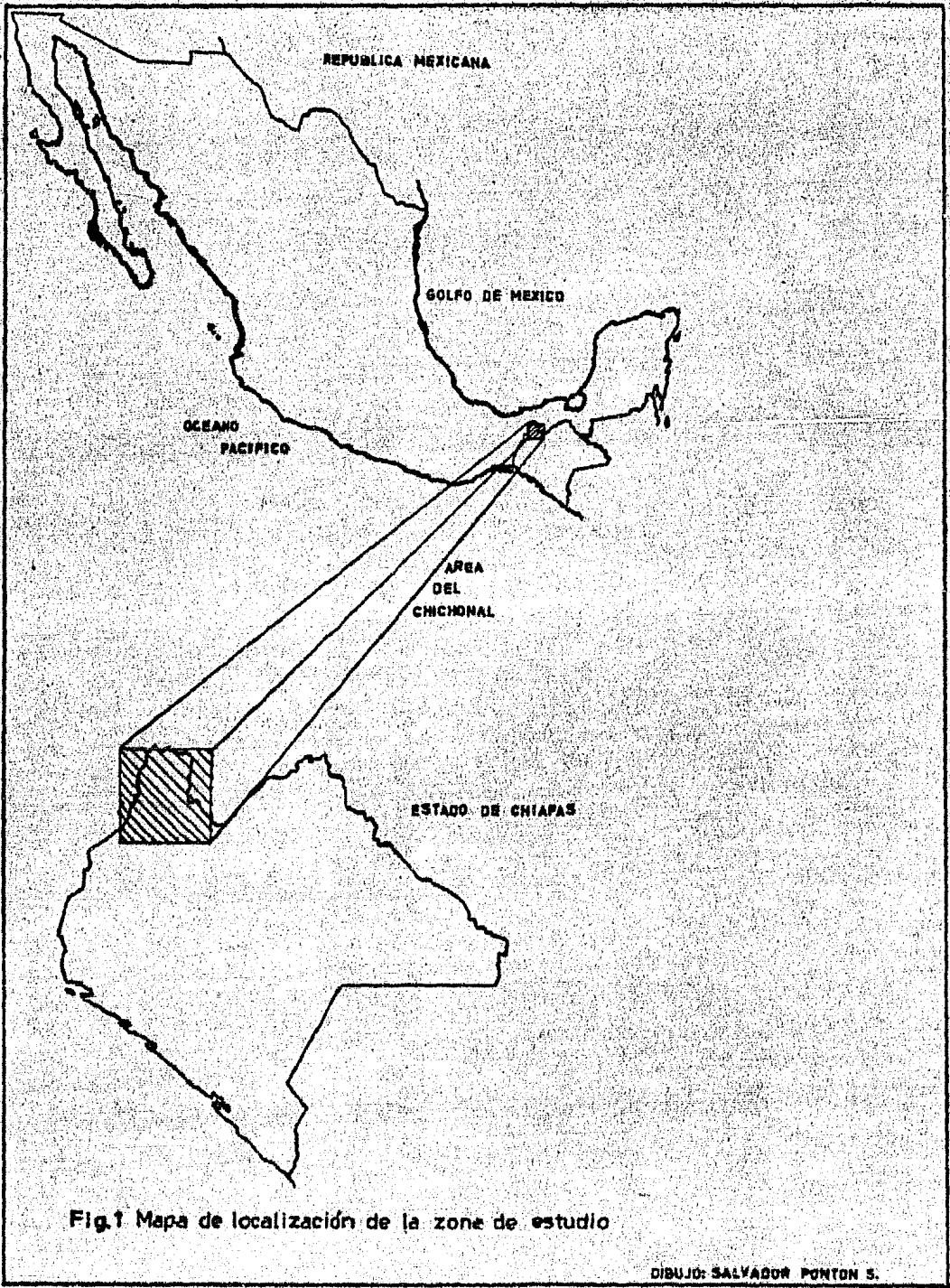


Fig.1 Mapa de localización de la zona de estudio

DIBUJO: SALVADOR PONTON S.



### III. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

#### 1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

La zona del Chichonal se localiza en la porción noroccidental del estado de Chiapas, en la vertiente del Golfo de México. En línea recta se encuentra a 70 km al norte-norponiente de Tuxtla Gutiérrez, a 77 km al sur-surponiente de Villahermosa, Tabasco y a 20 km al surponiente del poblado de Pichucalco, Chiapas (fig. 1).

#### 2. GEOLOGÍA.

Los estudios geológicos efectuados por Mülleried, (1936, 1945 y 1957) para la región del Chichonal indican que dominan las calizas del Cretácico Medio y Superior y de lutitas del Eoceno y Oligoceno. Las lutitas predominan en la porción occidental y se encuentran relacionadas con un relieve más suave, en tanto que las calizas predominan en el resto del área, conformando los relieves más accidentados. Cuando ambos materiales se asocian, observamos que es la caliza la que emerge, encontrándose en la porción más alta del relieve; por el contrario, las lutitas se ubican sobre las faldas de los cerros y frecuentemente constituyen el lecho de los ríos (fig. 2)

Las rocas volcánicas (andesitas, augitas y tobas volcánicas) se deben a la salida de magma producida por actividad volcánica que de manera probable comenzó en la época orogénica correspondiente al Mioceno Superior.



Según Canul-Dzul, (1982), el carácter de la roca que compone "El Chichón", después de la erupción de 1982, es de roca volcánica, exclusivamente, andesita de hornblenda. Se encuentra como roca sólida, casi siempre en forma de bloques, generalmente grandes, o como lapilli, arena o ceniza, o piedra pómez, en forma de bolitas. Grandes bloques sueltos se encuentran sobre todo en el Pico Mayor. En las demás partes del volcán hay sobre todo lapilli, arena y ceniza. Estas rocas sueltas, y la piedra pómez se encuentran a distancias grandes de "El Chichón". Cubren un área de 400 km cuadrados y se extienden hasta 15 km desde el volcán.

### 3. GEOMORFOLOGIA.

Regionalmente la zona del Chichonal forma parte de la provincia geomorfológica denominada Tierras Elevadas de Chiapas-Guatemala, según la clasificación de Raisz (1964), la cual queda limitada al norte por la Planicie Costera del Golfo de México, al sur por el Océano Pacífico, al sureste por la República de Guatemala y al occidente por la Sierra Madre del Sur.

Según los rasgos morfológicos que presenta, la Provincia de Tierras Elevadas fue dividida en cinco subprovincias: Planicie Costera del Pacífico, Sierra de Chiapas, Cuenca Central, Los Altos y Cordilleras Plegadas; en esta última se encuentra alojado el Volcán Chichonal.

#### 4. HIDROGRAFIA.

Esta región está atravesada por los ríos Mezcalapa, Pichucalco y Teapa, que son afluentes del río Grijalva. Al poniente de la zona de estudio se encuentra el río Mezcalapa que sigue un curso sinuoso y abundante en meandros. El río Pichucalco, con su afluente el río Tingo, nace en las montañas del Norte de Chiapas, confluye al Mezcalapa cerca de Villahermosa para formar el río Grijalva. El río Teapa se forma dentro de Chiapas, en las Montañas del Norte, donde recibe el nombre río Negro, cambia de denominación al pasar por Teapa, por su margen izquierda recibe el río Ixhuatán y por su margen derecha el río Puyacatengo. El río Teapa también confluye al Mezcalapa cerca de Villahermosa y constituye, junto con el río Pichucalco o Ixtacomitán, el Alto Grijalva (Tamayo, 1962 cit. in. Pérez y Sarukhán, 1970).

El sistema dendrítico desarrollado en las rocas sedimentarias del Terciario se encuentra en casi toda el área, excepto en su parte central. Este drenaje se puede dividir en varias zonas según la orientación que presenten los afluentes principales, siendo controladas por el comportamiento de las estructuras plegadas que drenan.

El sistema radial se encuentra desarrollado en las estructuras debidas al vulcanismo. En el aparato volcánico, el drenaje se presenta muy denso a causa de su litología, mientras que en los domos las corrientes son incipientes.

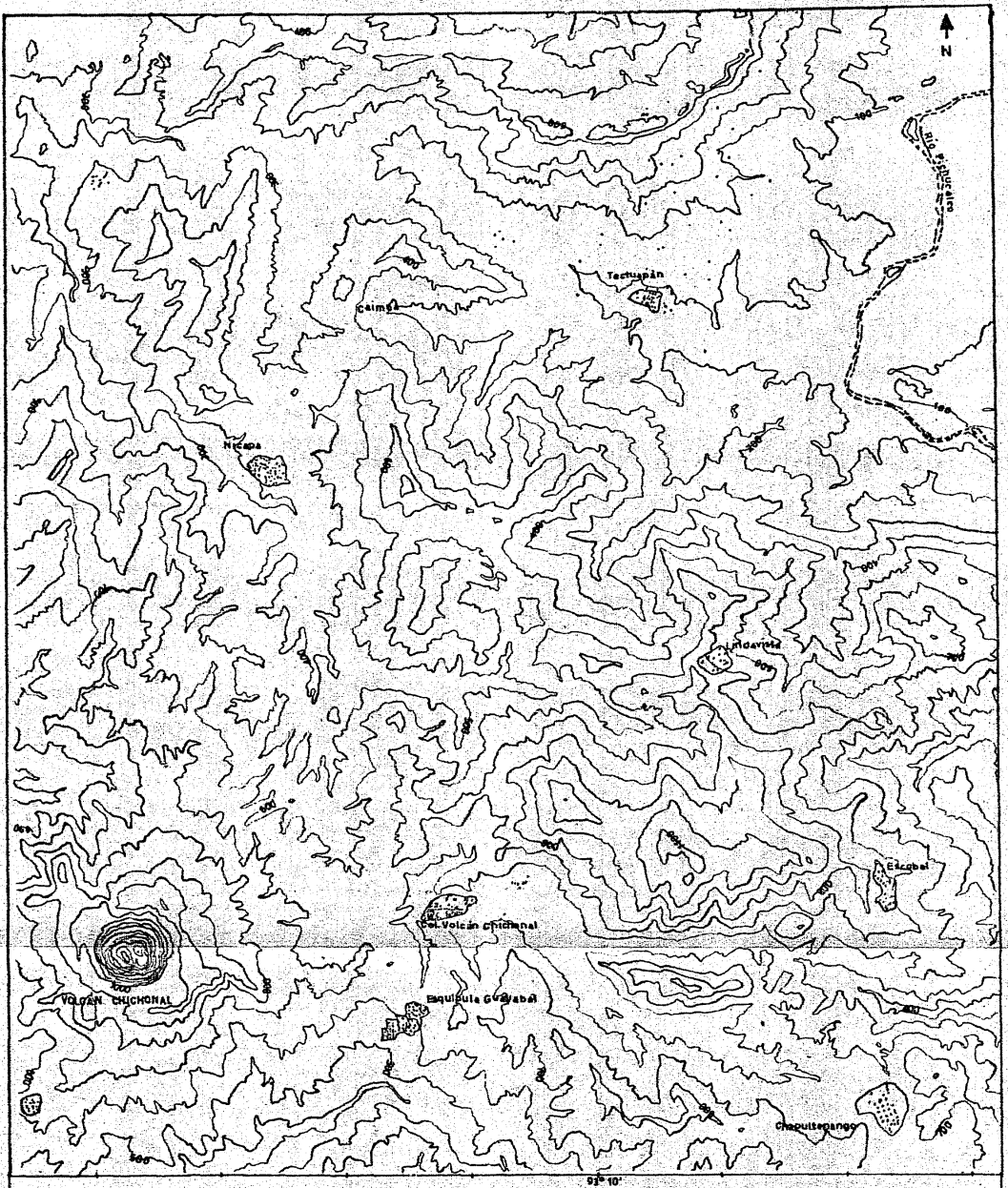



Fig.3 Mapa Topográfico

SIMBOLOGIA:

CURVA DE NIVEL 

COMUNIDAD 

RIO 

ESCALA 1:50 000

FUENTE:  
D.G.T.NAL.

DIBUJO: SALVADOR PONTON S.



tes. Un hecho muy importante es que este modelo de drenaje se conserva en las rocas del Terciario que infrayacen a los derrames piroclásticos, lo que pone de manifiesto el levantamiento de las secuencias sedimentarias, en forma de abombamiento y que indudablemente se debe a la presión ascendente de los fluidos magmáticos.

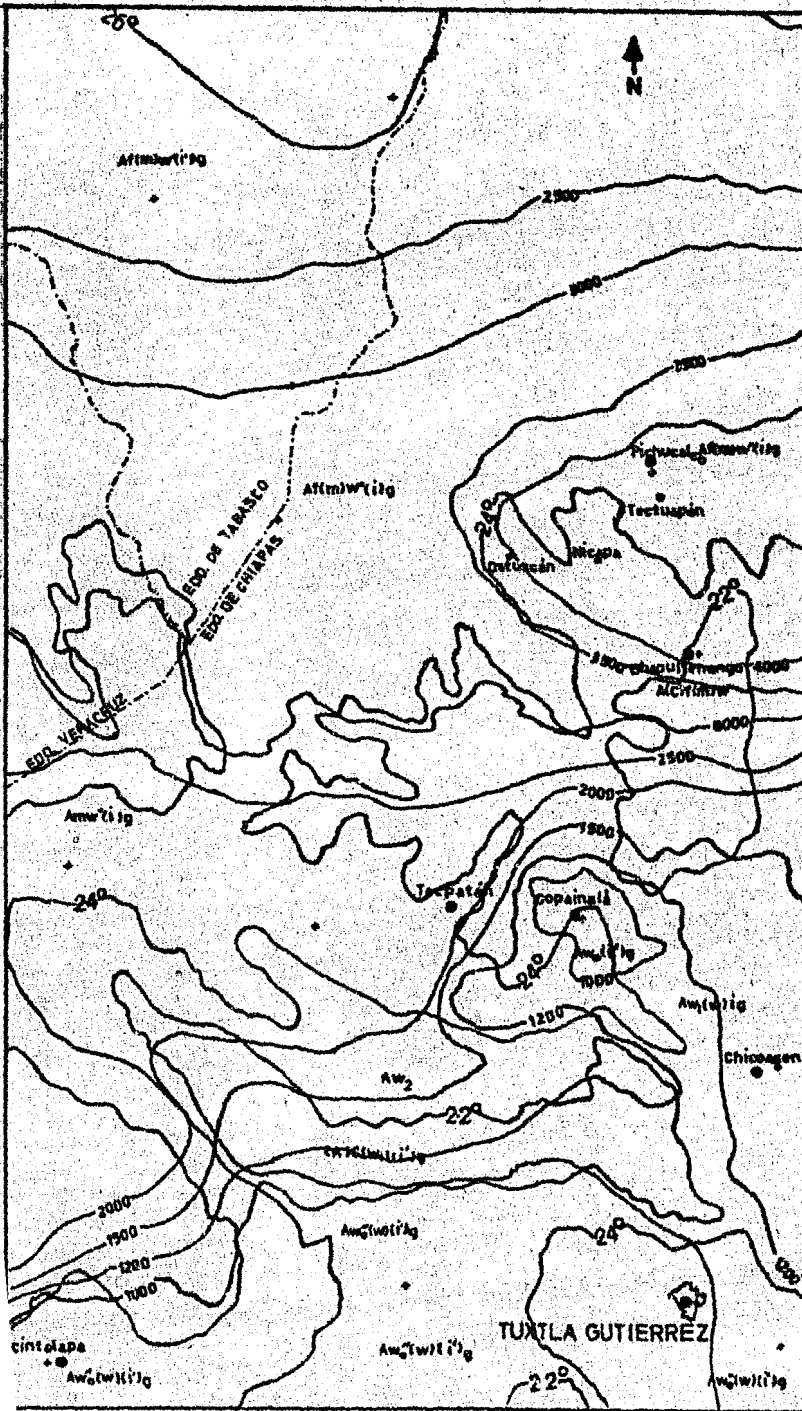
En dos pequeñas zonas dentro del área estudiada no existe drenaje o es bastante escaso, debido a las características litológicas de las formaciones, como son la parte suroriental del área y en la cima del Anticlinal de Caimba, donde afloran rocas carbonatadas.

La actividad volcánica modificó en algunas partes el sistema de drenaje como en el caso del arroyo de la Moba, cerca de la Colonia Volcán, en el cual la corriente está invertida 180°, debido al relleno que sufrió la cuenca del río Platanar con los derrames piroclásticos (Canul-Dzul, 1982).

## 5. CLIMA

### a) Clasificación.

El clima presenta una gran variación, tanto térmica (obedeciendo a los cambios altitudinales inherentes a esta zona de sierra) como pluvial debido a una diferente exposición a los vientos alisios y del norte. No obstante, el tipo climático es el mismo para toda esta zona: Af(m)w<sup>h</sup>(i<sup>h</sup>) g correspondiente al tropical lluvioso con las modifica-



**Fig.4**  
**Mapa de Climas**

**Explicación**

ISOTERMAS

ISOYETAS

ESTACION

**Simbolos**

CIUDAD

POBLADO

LIMITE

FUENTE:

ESCALA

1:500 000

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

U.N.A.M.

DIBUJO: SALVADOR POITON

ciones hechas por García, (1964) al sistema de clasificación climática de Köppen (Mendoza, 1980). Así se tienen las variantes siguientes: para Pichucalco, Chis. y Teapa, Tab.; un clima "cálido húmedo con lluvias todo el año" - Af(m). Chapultenango, Chis., debido a su altitud (700 m. s.n.m. aproximadamente), tiene un clima A(C)f(m) "semicálido con lluvias todo el año" debido a que la temperatura media anual es entre 18° y 22°C (García, 1964 cit. in. Pérez y Sarukhán, 1970) (fig. 4).

#### b) Precipitación.

La incidencia de vientos alisios y su choque con las Montañas del Norte de Chiapas, producen en la parte sur de la región en estudio, lluvias mas abundantes que en la parte de la Planicie Costera. Las lluvias de invierno, debidas a "nortes", y a la presencia de ciclones, que se presentan a fines de verano y principios de otoño, sobre todo en septiembre, hacen que la parte sur de la región estudiada tenga una de las más altas precipitaciones de la República, así en Pichucalco, Chiapas; llueven 4029.4 mm anuales en promedio y las lluvias de invierno representan el 16.9%. En Chapultenango, Chiapas; la precipitación media anual es de 4075.4 mm y 16.5% de lluvia invernal. Teapa, Tabasco; con precipitación media anual de 3899.5 mm, posee el porcentaje de lluvia invernal más alto de las cuatro estaciones consideradas: 18.9%.

En la región hay un gradiente de precipitación que va en aumento de la costa hacia la sierra. En todas las estaciones se registra un descenso en la precipitación en el mes de agosto, lo cual corresponde a una sequía intraestival o "canícula" (Mosíño y García 1966).

c) Temperatura.

La variación de la temperatura media anual va de 21.8°C en Chapultenango, Chiapas, a 26.4°C en Pichucalco, Chiapas; estas dos estaciones y la de Teapa, Tabasco son isotermales (oscilación anual de la temperatura media mensual menor de 5°C).

En agosto hay un ligero aumento en la temperatura, correspondiente a la sequía intraestival y en invierno la temperatura baja considerablemente (García, 1964) (fig. 5).

La humedad relativa en promedio es de: 80-90%, permaneciendo algunos meses al 100%.

d) Nortes y Ciclones.

Las temperaturas más bajas se presentan en diciembre y enero, sobre todo en este mes y se debe a la ocurrencia de fuertes fríos provenientes del norte; su ascenso sobre la sierra da lugar a lluvias orográficas de invierno. Estos fenómenos meteorológicos se conocen en el sureste con el nombre de "nortes".

La región de Pichucalco está enclayada en la zona de los ciclones tropicales que se presentan generalmente en el mes de septiembre; estos vientos huracanados se originan en el Golfo de México y la región del Caribe y provocan abundantes lluvias.



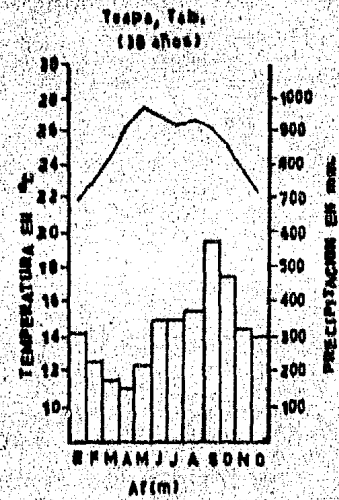
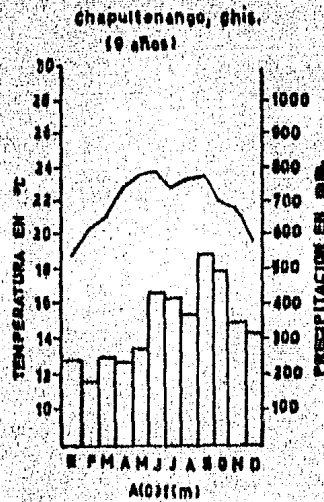
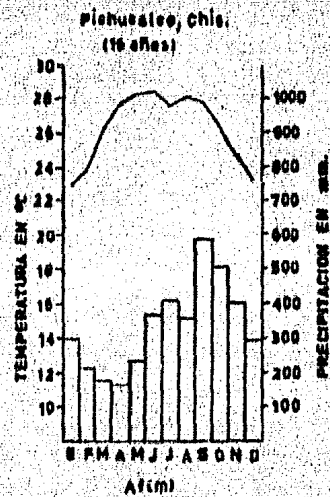


Fig.5 Graficas de precipitación y temperatura en tres estaciones de la Zona de Pichucalco, Chis.

## 6.- VEGETACION.

Pérez y Sarukhán (1970), llevan a cabo el estudio "La Vegetación de la Región de Pichucalco, Chiapas" con base a las asociaciones vegetales reconocidas en esta región por Miranda y Hernández X. (1963) (Fig. 6).

a) Selva Mediana Perennifolia de Bravaisia integerrima (canacoital).

Esta asociación se desarrolla en los terrenos planos de las inmediaciones de Pichucalco, sobre suelos hidromorfos formados por arcillas muy compactas, lo que provoca que permanezcan inundados gran parte del año.

El "canacoite" (Bravaisia integerrima) es el árbol que domina y caracteriza a esta asociación; alcanza de 20 a 25 m de altura y es notable en él la presencia de raíces aéreas que levantan la base del tronco unos 2m sobre la superficie del suelo. Otras especies dominantes son: Mortoniiodendron guatemalense, Diospyros digyna, Platymiscium yucatanum, Guatteria anomala, Spondias mambin y Lonchocarpus cruentus. Entre otras se encontraron las siguientes especies abundantes en el estrato inferior: Bactris baculifera, Trichilia minutiflora, Quararibea guatemalteca, Nectandra sp. y Cupania glabra. Hay especies emergentes como Ceiba pentandra, Lonchocarpus cruentus y Guatteria anomala (Pérez y Sarukhán, 1970).

Los "canacoitales" tienden a desaparecer por la utilización de los sitios en que se desarrollan para la introducción de pastizales. También los terrenos, una vez drenados, son utilizados para sembrar maíz.

Con base a sus observaciones, Pérez y Sarukhán (1970) determinan que este tipo de asociación se regenera en forma continua en sus componentes principales, aún cuando Bravaisia integerrima está mal representada en las categorías 3.18-10 m y 10-20 m, Diospyros digyna es la especie mejor representada en todas las categorías, lo cual puede ser un indicio de la uniformidad de su crecimiento bajo estas condiciones.

b) Selva Alta Perennifolia de Brosimum alicastrum.

Se presenta en los plegamientos calizos del Cretácico que se encuentran entre Pichucalco, Chiapas y Teapa, Tabasco y en las inmediaciones de esta última población. Esta asociación se desarrolla sobre suelos de rendzina negra, en cerros con pendientes de 40-50°. La superficie del terreno está constituida de calizas aflorantes que ocupan el 50% o más de la superficie. Entre las rocas se presenta el suelo que es pardo oscuro y arcillo-arenoso.

Se encuentran árboles de desarrollo considerable que alcanzan hasta 50 m de altura. Entre las especies de más de 30 m de altura, están: Brosimum alicastrum, Dialium -- quianense, Bursera simaruba, Vatairea lundellii, Manilkara

zapota, Zanthoxylum sp.

Es notable la abundancia de individuos de todos tamaños de Quaribea funebris, lo que indica una regeneración continua de esta especie. También es de notarse el magnífico desarrollo de los contrafuertes de Dialium y Brosimum (Pérez y Sarukhán, 1970).

Debido a la marcada pendiente, estos terrenos son -- utilizados solamente en sus partes bajas para pastizales.

c) Selva Alta Perennifolia de Ficus insipida.

Esta asociación se encuentra en las Montañas del Norte de Chiapas a altitudes de 300 a 800 m.s.n.m., en terrenos con pendientes muy marcadas (40° o más).

Las especies que dominan en esta asociación son árboles de más de 25 m de altura y entre ellos están: Ficus insipida, Spondias mombin, Guarea trompillo, Guatteria anomala, Dendropanax arboreus y Poulsenia armata.

En esta asociación hay individuos emergentes excepcionalmente altos y gruesos, tal es el caso de Pithecellobium arboreum y Ficus insipida.

Especies de menor altura (de 5-10 m): Rondeletia galettii, Guarea trompillo, Eugenia sp., Laetia thamnia, -- Cymbopetalum penduliflorum, Sterculia mexicana, etc.

En las fases secundarias de unos 25 años derivados de este tipo de vegetación se observan las siguientes especies dominantes: Poulsenia amata, Mortoniendron sp., -- Oecopetalum greenmanii, Guarea tuerckheimi, Spondias mombin, etc.

En fases secundarias (acahuales) de 3 a 5 años se presentan las siguientes especies: Trena micrantha, Lippia myriocephala, Acacia cornigera, Heliconia latispatha, -- Acalypha macrostachya, Heliocarpus appendiculatus, y -- otros (Pérez y Sarukhán, 1970).

Los suelos sobre los que se desarrolla esta asociación son poco evolucionados, derivados de lutitas. Cuando es posible distinguir horizontes, en todos ellos se presentan rocas; el suelo es negro y areno-arcilloso, con abundante materia orgánica (Pérez y Sarukhán, 1970).

La masa (área basal) en la selva de Ficus, está determinada, sobre todo, por la abundancia de individuos en el estrato de 11-25 m cuyos diámetros son considerables.

d) Selva Alta Perennifolia de Dialium guianense.

Al pie de las Montañas del Norte de Chiapas y sobre suelos rojos, profundos y con horizontes bien desarrollados, se encuentran los relictos de esta asociación a una altitud de 130 a 450 m.s.n.m. El área de esta agrupación fue delimitada con base a características del suelo, ya que se encuentra en su mayor parte cubierta por cultivos --



permanentes (cacao y pastizales) y a veces por cultivos -- anuales como maíz.

De los relictos encontrados se tienen: Dialium guianense, Dendropanax arboreus, Lonchocarpus guatemalensis L. cruentus y Stercularia mexicana.

De la vegetación secundaria se encontraron las siguientes especies que son las dominantes según el área de cobertura:

En acahuales de 1 a 2 años: Eupatorium morifolium, Zexmenia leucactis, Verbesina myriocephala, Comutia pyramidata, Calliandra houstoniana, Chidoscolus multilobus, Calathea lutea, etc.

En acahuales de 2 a 3 años: Heliconia latispatha, Heliocarpus donnell-smithii, Guazuma ulmifolia, Verbesina myriocephala, Trema micrantha y otros.

En acahuales de 4 a 5 años: Heliocarpus donnell-smithii, Guazuma ulmifolia, Cochlospermum vitifolium, Cecropia peltata, Trema micrantha, Cordia alliodora, Croton draco y otros.

En las diferentes fases sucesionales es abundante Heliconia latispatha (Pérez y Sarukhán, 1970).

Se sabe que el índice individuos/especies cuanto más grande es, la dominancia de ciertas especies es más noto--

ría; pocas especies son las que dominan. A medida que la asociación se va haciendo estable, las especies van teniendo una dominancia menor, la riqueza florística es mayor. - Esto también es evidente en las asociaciones secundarias.

La aplicación de este índice como expresión de la complejidad florística tiene validez para un solo sitio o en diferentes en los que la vegetación original fue la misma (Sarukhán, 1968).

Con el avance de la sucesión secundaria hay una modificación del microclima, lo que permite el establecimiento de otras especies.

Se ha observado que a los doce meses de la sucesión, el número de especies aumenta considerablemente, así como también el número de bejuco para los que en esta etapa es posible que sea favorecido su brote, así como por las plantas sobre las cuales pueden desarrollarse.

En la siguiente etapa (dos años), al desaparecer las especies anuales del estrato bajo, hay dominancia de un estrato arbustivo.

Y a los cuatro años, debido a la competencia, algunos individuos y especies del estrato arbustivo desaparecen por lo que baja la densidad. Se establecen especies tolerantes a la sombra. El número de especies es el más bajo en esta etapa debido a la fuerte competencia, pero al

ser ésta una etapa crítica en la sucesión y al disminuir - también el número de individuos, la dominancia de pocas es pecies disminuye. La diferenciación de un estrato arbustivo y uno herbáceo permite que el espacio horizontal se - - aproveche en más de un nivel, con el consiguiente aumento de cobertura (Pérez y Sarukhán, 1970).



Lista florística de las especies colectadas por la Brigada Pichucalco en la zona de Pichucalco, Chis. por Chavelas, González y Pérez Jiménez (1967); basado en el trabajo de Miranda y Hernández X. (1963).

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMUN	No. DE INDIVIDUOS.
<b>ACANTHACEAE</b>			
<u>Bravaisia integerrima</u> (Spreng) Standl.		Canacoite	3234
<u>Odontonema callistachyum</u> (S. et C.) Runt.		Hueso de sapo	415
<u>Odontonema</u> sp.		Huesillo	3442
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<u>Spondias mombin</u> L.		Jobo	1337
<b>ANNONACEAE</b>			
<u>Annona reticulata</u> L.		Anonillo	1346
<u>Cymbopetalum penduliflorum</u> (Dunal.) Baill.		Guineo de montaña	2026
<u>Guatteria aromata</u> Fries.		Zapo	3308
<u>Oxandra naya</u> Miranda.			3674
<u>Rollinia jimenezii</u> Safford.		Anonilla	1855
<b>APCYNACEAE</b>			
<u>Plumeriopsis ahouai</u> (L.) Rusby et Woods.		Coyol de venado	3307
<u>Stemmadenia</u> sp.		Chicillo	689
<u>Tabernaemontana</u> sp.		Chicillo	2671
<b>ARACEAE</b>			
<u>Spatiphyllum friedrichsthali</u> Schott.		Flor de chile	729
<u>Xanthosoma robustum</u> Schott.		Quequeste blanco	837
<b>ARALIACEAE</b>			
<u>Dendropanax arboreus</u> (L.) Planch. et Decne.		Hoja fresca	2972
<b>ARISTOLOCHIACEAE</b>			
<u>Aristolochia pilosa</u> H.B.K.		Huehuecho	2094
<b>BIGNONIACEAE</b>			
<u>Enallagma</u> sp.		Gtiro	2923



## BOMBACACEAE

<u>Ceiba pentandra</u> (L.) Gaertn.	Ceiba	3569
<u>Hampea tomentosa</u> (Prest.) Standl.	Posh	2765
<u>Hampea</u> sp.	Majahua azul	776
<u>Ochroma lagopus</u> Sw.	Jopi	975
<u>Quararibea guatemalteca</u> Standl.	Molinillo	3211
<u>Quararibea funebris</u> (La Llave) Standl.	Molinillo de mon taña	5637

## BORAGINACEAE

<u>Cordia alliodora</u> (Jacq.) Roem. et Schlecht.	Bojón de montaña	1779
<u>Cordia alliodora</u> (Ruiz et Pav.) Cham.	Bojón	2398
<u>Cordia</u> sp.	Hoja fresca	939

## BURSERACEAE

<u>Bursera simaruba</u> (L.) Sarg.	Palo mulato	863
<u>Protium copal</u> (S. et C.) Engl.	Jobilo	1865

## CANNACEAE

<u>Canna indica</u> L.	Platanillo	2123
<u>Canna</u> sp.	Platanillo rojo	2856

## CAPPARIDACEAE

<u>Capparis superba</u> Miranda.		2948
<u>Forchammeria trifoliata</u> Radlk.	Jaboncillo	3566

## CARICACEAE

<u>Carica papaya</u> L.	Papayo cimarrón	3430
<u>Jacaratia dolichaula</u> (Donn. Sm.) Woods.	Papaya de montaña	1291

## COCHLOSPERMACEAE

<u>Cochlospermum vitifolium</u> (Willd) Spreng.	Pochote	2434
---	---------	------

## COMPOSITAE

<u>Dahlia</u> sp.	Alacrancillo	1498
<u>Eupatorium morifolium</u> Mill.	Malacate cimarrón	424
<u>Eupatorium</u> sp.	Bejuco negro	655
<u>Hidalgóa ternata</u> Llave.		566
<u>Polymnia maculata</u> Cav.	Tanchichi pinto	1514
<u>Verbesina myriocephala</u> Schultz Bip.	Bordón de vieja	1773
<u>Viguiera</u> sp.	Canilla de milito	490
<u>Zexmenia leucactis</u> Blake.	Malacate criollo	2377

## CONVOLVULACEAE

<u>Ipomoea trichocarpa</u> Ell.	Nacta	1482
<u>Ipomoea</u> sp.	Rompe plato	344

## CUCURBITACEAE

<u>Melothria</u> sp.		1634
----------------------	--	------

## CYCLANTHACEAE

<u>Carludovica palmata</u> Ruiz et Pav.	Soyacal	2016
---	---------	------

## CYPERACEAE

<u>Scleria pterota</u> var. <u>melaleuca</u> (Reichb.) Witt.	Navajueta	1474
--	-----------	------

## DIOSCOREACEAE

<u>Dioscorea bartlettii</u> Morton.	Cabeza de brujo	5503
<u>Dioscorea composita</u> Hensl.	Barbasco	933
<u>Dioscorea</u> sp.	Yuquilla	3692

## EBENACEAE

<u>Diospyros digyna</u> Jacq.	Zapote negro	3375
-------------------------------	--------------	------

## ERYTHROXYLACEAE

<u>Erythroxylon</u> sp.		3005
-------------------------	--	------

## EUPHORBIACEAE

<u>Acalypha diversifolia</u> Jacq.	Azota caballo	705
<u>Acalypha macrostachya</u> Jacq.	Sarnillo	645
<u>Acalypha</u> sp.	Candelerero de aca hual	3575
<u>Alchornea latifolia</u> Sw.	Patastillo	1298
<u>Croton draco</u> Schlecht.	Palo de sangre	963
<u>Croton nitens</u> Sw.	Castarrica colorada	1831
<u>Cnidioscolus multilubus</u> I.M. Johnston.	Chayapica	588
<u>Drypetes lateriflora</u> (Sw.) Krug. et Urb.	Bajío de montaña	3568
<u>Euphorbia</u> sp.	Lechillo	1598

## FLACOURTIACEAE

<u>Casearia</u> sp.	Bajío de montaña	2855
<u>Laetia thannia</u> L.	Cascarillo	2032

## GRAMINEAE

<u>Asiaticis procerrima</u> (Hack.) Hitch.	Carricillo	1480
<u>Asiaticis</u> sp.	Zacate jolochillo	2334
<u>Lyra</u> sp.	Carricillo	2886
<u>Ryza</u> sp.	Carricillo	588
<u>Panicum fasciculatum</u> Sw.	Canchin	1521
<u>Panicum</u> sp.	Zacatón	1599

## GUTTIFERAE

<u>Calophyllum brasiliense</u> Camb.	Barf.	2022
--------------------------------------	-------	------

## HIPPOCRATEACEAE

<u>Salacia megistophylla</u> Standl.	Huevo de mico	1910
--------------------------------------	---------------	------

## ICACINACEAE

<u>Decopetalum greermanii</u> Standl. et Steyem.	Jacaté	1325
--	--------	------

## LEGUMINOSAE

<u>Acacia collinsii</u> Staff.	Pifuela	2851
<u>Acacia cornigera</u> (L.) Willd.	Comezuelo	713
<u>Andira inermis</u> (Sw.) H.B.K.	Jobillo	2874
<u>Calliandra houstoniana</u> (Mill.) Standl.	Charamusco	478
<u>Cassia alata</u> L.	Taratana	1473
<u>Cassia doylei</u> (Britt. et Rose) Lund.	Chipilín	728
<u>Cassia</u> sp.	Quelite	695
<u>Centrosema</u> sp.	Frijolillo	416
<u>Desmodium</u> sp.	Chipilincillo	1485
<u>Dialium guianense</u> Sandw. (Aubl.)	Guapaque	2934
<u>Erythrina</u> sp.	Chontal	1825
<u>Inga leptoloba</u> Schlecht.	Chelele	2359
<u>Inga</u> sp.	Guatope	3420
<u>Lonchocarpus cruentus</u> Lundell.	Gusano de sangre	3177
<u>Lonchocarpus longistylus</u> Pitt.	Gusano	357
<u>Lonchocarpus</u> sp.	Canelillo	1789
<u>Mimosa</u> sp.	Espino	3083
<u>Ormosia</u> sp.	Cedrillo	2039
<u>Phaseolus</u> sp.	Frijolillo	1540
<u>Pithecellobium arboreum</u> (L.) Urb.	Picher	1810
<u>Platymiscium yucatanum</u> Standl.	Gusano blanco	3259
<u>Pterocarpus reticulatus</u> Standl.	Gusano de sangre	3454
<u>Pterocarpus</u> sp.	Gusano negro	3249
<u>Sweetia</u> sp.	Uña de gato	1263
<u>Vatairea lundellii</u> (Standl.) Killip.	Tinco	3596
<u>Willardia</u> sp.	Pío de montaña	1251

## MALPIGHIACEAE

<u>Brachyoterys ovata</u> (Cav.) Small.	Bejuco loco	1477
<u>Bunchosia lanceolata</u> Turcz.	Jaboncillo	2371
<u>Bunchosia</u> sp.		3558
<u>Stigmaphyllon</u> sp.	Bejuco loco	878

## MARANTACEAE

<u>Calathea insignis</u> Peters.	Hoja blanca	366
<u>Calathea lutea</u> (Aubl.) Mey.	Hoja blanca	732
<u>Maranta arundinacea</u> L.	Hoja de piedra	349

## MELASTOMATACEAE

<u>Conostegia</u> sp.	Chachalaquillo	3057
-----------------------	----------------	------

## MELIACEAE

<u>Guarea excelsa</u> H.B.K.	Quebracho de montaña	660
<u>Guarea trompillo</u> C.D.C.	Castarrica colorada	2037
<u>Guarea tuerckheimi</u> C.D.C.	da	
<u>Guarea</u> sp.	Quebracho blanco	1320
<u>Swietenia macrophylla</u> King.	Castarrica blanca	3092
<u>Trichilia minutiflora</u> Standl.		2929
<u>Trichilia</u> sp.	Coshiue	3166
	Jaboncillo	3565

## MONIMIACEAE

<u>Mollinedia guatemalensis</u> Perkins.	Café de montaña	1921
--	-----------------	------

## MORACEAE

<u>Brosimum alicastrum</u> Sw.	Ramón	661
<u>Brosimum</u> af. <u>costaricanum</u> Liebm.	Castarrica	1308
<u>Castilla elastica</u> Cerv.	Hule de castilla	2938
<u>Cecropia peltata</u> L.	Guarumo	590
<u>Dorstenia</u> sp.		727
<u>Ficus insipida</u> Willd.	Amate	1891
<u>Poulsenia amata</u> (Miq.) Standl.	Carne de pescado	1289
<u>Pseudolmedia oxyphyllaria</u> Donn. Sm.	Ramoncillo	3515
<u>Tropis</u> sp.	Ramoncillo	677

## MUSACEAE

<u>Heliconia bihai</u> L.	Tanay colorado	2935
<u>Heliconia latisphata</u> Benth.	Tanay	1731
<u>Heliconia librata</u> Grieggs.	Tanay amarillo	2962
<u>Musa coccinea</u> Andr.	Abacá cimarrón	578

MYRISTICACEAE			
<u>Compsoeura sprucei</u> (A.D.C.) Warb.	Pacambo		668
MYRSINACEAE			
<u>Ardisia</u> sp.			2913
OCENACEAE			
<u>Ouralea</u> sp.			3059
PALMAE			
<u>Astrocaryum mexicanum</u> Liebm.	Chichón		3028
<u>Bactris baculifera</u> Karw.	Jaguacté		3173
<u>Chamaedorea</u> sp.	Guaya		1206
<u>Cryosophila</u> sp.	Escoba		3347
<u>Desmoncus</u> sp.	Matambilla		1261
<u>Geonoma</u> sp.	Guano		2866
<u>Sabal yucatanica</u> Bail.	Guano yucateco		3004
<u>Scheelea Liekmannii</u> Boco.	Corozo		3003
PASSIFLORACEAE			
<u>Passiflora coriacea</u> Juss.	Ala de murcielago		2211
<u>Passiflora</u> sp.	Jujillo		975
PHYTOLACCACEAE			
<u>Phytolacca</u> sp.			2920
PIPERACEAE			
<u>Piper</u> sp.	Cordoncillo de montaña		3498
<u>Piper</u> sp.	Cordoncillo		709
<u>Piper</u> sp.	Jaco		3435
<u>Piper</u> sp.	Cordoncillo de acahual		2501
<u>Piper</u> sp.	Jaco cimarrón		1638
POLYPODIACEAE			
<u>Coccoloba</u> sp.	Palo chincuya		2986
POLYPODIACEA			
<u>Athyrium amplum</u> (Liebm.)	Palmita		1274



## ROSACEAE

<u>Licania platypus</u> (Hemsl.) Fritsch.		3343
---	--	------

## RUBIACEAE

<u>Alibertia edulis</u> (L. Rich) A. Rich.	Palo amarillo	2989
<u>Elephantidium mexicanum</u> Standl.	Popistle	2997
<u>Genipa americana</u> L.	Jahua	1713
<u>Hamelia</u> sp.	Coralillo	1647
<u>Psychotria</u> sp.	Palo negro	2860
<u>Randia gaumeri</u> Greenm. et Thomp.	Clavillo	3220
<u>Randia</u> sp.	Limoncillo	3410
<u>Rondeletia galeotii</u> Standl.	Palo de tigre	1860
<u>Sickingia</u> sp.	Chacahuanté	2927

## RUTACEAE

<u>Zanthoxylum procerum</u> Donn. Sm.	Abrojo	3058
<u>Zanthoxylum</u> sp.	Rabo lagarto	3545

## SAPINDACEAE

<u>Cuponia glabra</u> Sw.	Quebracho colorado	2956
<u>Hatayba oppositifolia</u> (A. Rich.) Britt.	Jobillo	1984
<u>Serjania</u> sp.	Bejuco chilillo	1258

## SAPOTACEAE

<u>Chrysophyllum mexicanum</u> T.S. Brandeg.	Caimitillo	2943
<u>Manilkara zapota</u> (L.) V. Royen.	Chicozapote	3563
<u>Micropholis</u> sp.	Zapotillo	2067
<u>Pouteria nanmosa</u> (L.) Cronq.	Zapote	2981

## SCHIZAEACEAE

<u>Lycopodium heterodoxum</u> Kunze.	Bejuco de San Pedro	334
--------------------------------------	---------------------	-----

## SMILACACEAE

<u>Smilax</u> sp.	Diente de perro	836
-------------------	-----------------	-----

## SOLANACEAE

<u>Solanum nocturnum</u> L.	Lamenoche	706
<u>Solanum verbascifolium</u> L.	Candeleró	1708
<u>Solanum</u> sp.	Berenjena	1704

## STERCULIACEAE

<u>Guazuma ulmifolia</u> Lam.	Guácimo	2350
<u>Sterculia mexicana</u> R. Br.	Bellota	1249
<u>Sterculia</u> sp.	Bellota	2048

## TILIACEAE

<u>Belotia campbellii</u> Sprag.	Capulín blanco	1241
<u>Heliocarpus appendiculatus</u> Turcz	Majahua blanca	890
<u>Heliocarpus connell-smithii</u> Rose.	Majahua	1619
<u>Mortonioidendron guatemalense</u> Standl. et Stey.	Jobillo de montaña	3344
<u>Mortonioidendron</u> sp.	Laurel baboso	1250

## ULMACEAE

<u>Ampelocera hottlei</u> Standl.		3413
<u>Mirandaceltis monoica</u> (Hemsl.) Sharp.		3544
<u>Trena micrantha</u> L.	Capulín	716

## URTICACEAE

<u>Myriocarpa longipes</u> Liebm.	Panza de burro	604
-----------------------------------	----------------	-----

## VERBENACEAE

<u>Cornutia pyramidata</u> L.	Pangajei	915
<u>Lantana camara</u> L.	Cinco negritos	574
<u>Lippia myriocephala</u> Schlecht et Cham.	Tabaquillo	688
<u>Lippia</u> sp.	Candelero	2430

## VIOLACEAE

<u>Rinorea guatemalensis</u> (S. Wats.) Bartlett.	Candelero	3194
---	-----------	------

## VITACEAE

<u>Cissus sicyoides</u> L.	Bejuco loco	457
<u>Vitis tiliifolia</u> H.B.	Bejuco loco	1547

## ZINGIBERACEAE

<u>Costus</u> sp.	Caña agria	2800
-------------------	------------	------

## 7. SUELOS.

Para la parte de suelos, Aguilera, (1977) y López, (1980) establecen que esta región presenta suelos de rendzina derivados de material calcáreo caracterizados por ser bastante someros, el perfil con horizontes A, C, con eficiente drenaje y desarrollados in situ; en sitios de honda nada los suelos presentan hidromorfismo por drenaje deficiente. Y los suelos rojos arcillosos derivados de lutitas, con buen escurrimiento superficial, debido al relieve en que se encuentran, pero su drenaje interno es deficiente por ser arcilloso, son muy ricos en óxidos de hierro y aluminio y se desarrollan in situ.

El Instituto de Geología de la U.N.A.M. cita en la publicación de 1983 "El Volcán Chichonal" las principales unidades taxonómicas, según F.A.O., halladas en el área en orden de dominancia:

**Andosol órtico:** Estos suelos se ubican en la parte central que rodea el volcán y se originan de cenizas volcánicas; su capa superficial es de color claro por ser pobres en materia orgánica y su densidad aparente es menor de 0.85 gr/c.c.

**Regosol dístico:** Los suelos de este tipo se caracterizan por no presentar horizontes distintivos; generalmente son de color claro y se parecen mucho al material volcánico que les da origen; son suelo ácidos infértiles -

por su saturación de bases menor de 50%.

**Cambisol districo:** Estos suelos están poco desarrollados, presentan horizontes incipientes aunque en la capa subyacente se encuentran aún minerales primarios y algunos secundarios como arcilla o fierro; su pH es ácido y su porcentaje de saturación de bases menor del 50%.

**Acrisol órtico:** Estos suelos tienen un horizonte B argílico, es menor de 35 y también es pobre en materia orgánica.

**Rendzina:** Estos suelos presentan una capa superficial oscura y fértil por el buen contenido de humus y bases; lo conspicuo es que esta capa sobreyace en rocas calizas.

**Nitosol districo:** Los suelos de este tipo presentan una capa superficial delgada, pero el subsuelo presenta un espesor de más de 1.5 m con un alto contenido de arcilla; su color es generalmente rojizo y su pH ácido; son poco fértiles ya que su saturación de bases es menor de 35%.

**Litosol:** Estos son suelos someros y esqueléticos con profundidades menores de 10 m hasta la roca continua y coherente.

**Fluvisol éutrico:** Suelos formados de aluviones, por tanto no presentan capas estructuradas ni desarrolladas; son ricos en nutrientes porque su saturación de bases es

mayor de 50%.

Andosol húmico: Estos derivan de material volcánico fino, su color es oscuro dado su alto contenido de materia orgánica; sin embargo, son ácidos y muy pobres en nutrimentos, ya que su saturación de bases es menor de 50%; su densidad aparente es menor de 0.85 gr/c.c. (Cervantes et al, -1983).



## V. MATERIALES Y METODOS.

### A. SUELOS.

#### 1. Perfiles de suelo.

A los 195 días de haber hecho erupción el volcán Chichonal se hizo un primer recorrido supervisado por Aguilera, (1982), desde Pichucalco hasta las dos primeras zonas de muestreo: Caimba y Tectuapán en el estado de Chiapas, en las cuales fueron hechos los dos primeros perfiles.

La segunda visita excursoria a la zona de estudio fue hecha a los 11 meses de la erupción, lográndose llegar hasta la Colonia Volcán ya que en la primera visita sólo se pudo llegar a los lugares antes mencionados debido a dificultades en la transportación por las condiciones mismas del lugar. En esta zona fueron hechos los cuatro últimos perfiles que se presentan en este trabajo.

En estos sitios de muestreo los perfiles fueron - - hechos a una profundidad que va de los 0-30 cm. y de 0-80 cm, dependiendo del espesor que tuvieran las cenizas, además se muestrearon una o dos capas de 10 cm. de espesor de los suelos enterrados por cenizas, lapilli y pómez.

#### 2. Descripción.

Del primer perfil, ubicado en la localidad de Caimba,

Mpio. de Pichucalco, a 9 km en línea recta del cono volcánico, se tomaron tres muestras de ceniza cada 10 cm; de 0-30 cm. Los primeros 20 cm de espesor correspondieron a cenizas y los últimos 10 cm a suelo enterrado por los materiales piroclásticos.

En el lugar de muestreo pudo estimarse una pendiente del 28.6% por la fisiografía abrupta de la zona y por encontrarse en la falda de un pequeño cerro.

En el segundo perfil, correspondiente a la localidad de Tectuapán, Municipio de Pichucalco, a 11.5 km de distancia del volcán Chichonal, se tomaron las muestras de 0 a 70 cm, siendo los primeros 50 cm cenizas volcánicas y los últimos 20 cm suelos enterrados por éstas. Las características fisiográficas de esta zona eran las de un planovalle con una pendiente del 4.4%.

Este perfil fue hecho en las inmediaciones de la población de Tectuapán, dentro de lo que fue un terreno de cultivo. Las cenizas volcánicas encontradas en este lugar, por las apreciaciones que se dieron, correspondían a material transportado y depositado por el cambio en el cauce de un río cercano.

En los perfiles 3, 4, 5 y 6, ubicados en la colonia Volcán, Municipio de Chapultenango, a 3.5 km de distancia del volcán Chichonal las muestras se colectaron de 0 a 70 cm en los perfiles 3 y 6; y de 0 a 80 cm en el 4 y el 5.

En estas muestras los primeros 50 cm fueron cenizas volcánicas y el resto correspondió a suelo enterrado. La distribución de estos cuatro perfiles se efectuó al azar sobre un pequeño valle, lugar donde se encontraba enclavada la población de la colonia Volcán sepultada completamente por las cenizas del Chichonal.

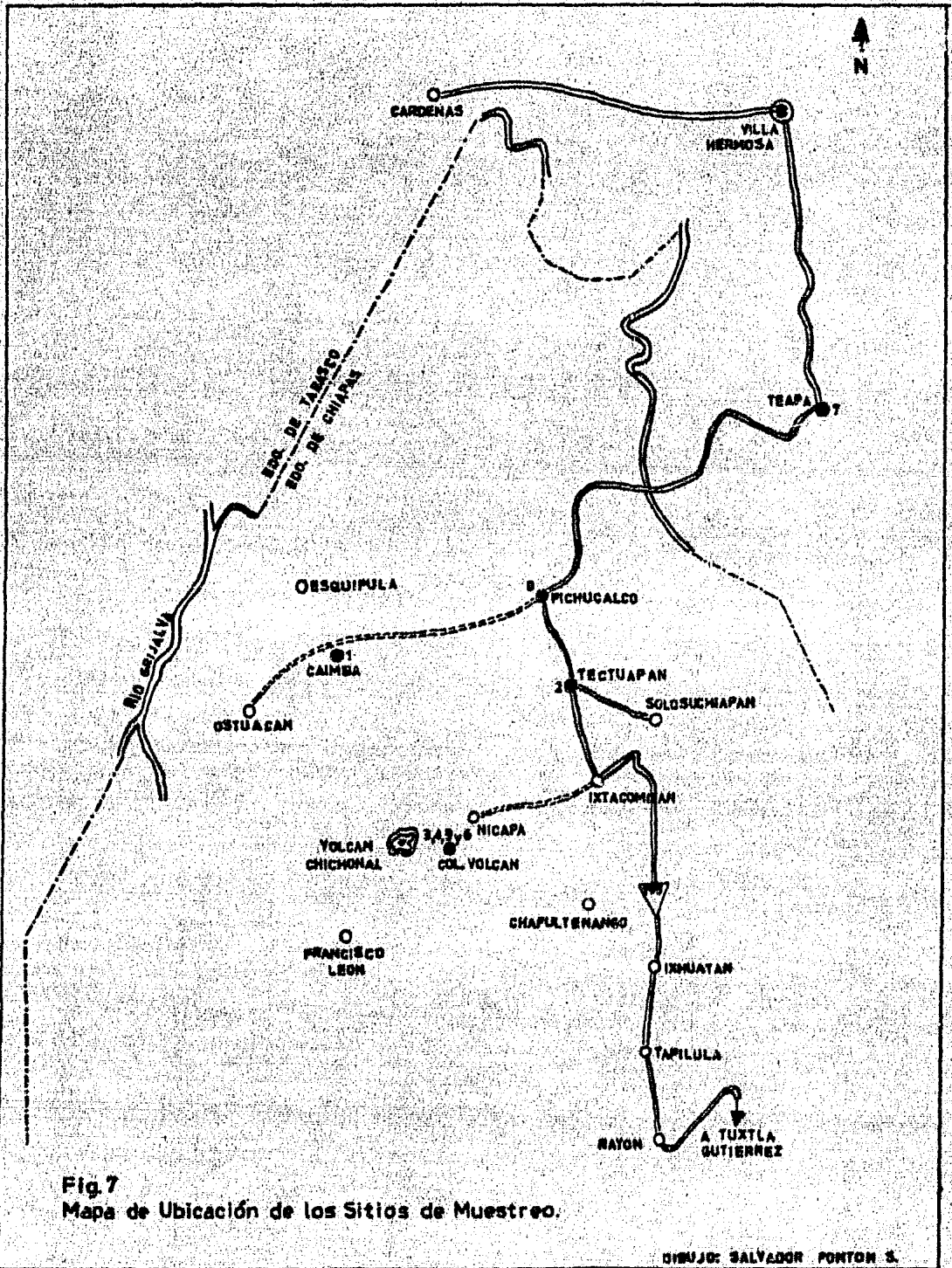
Independientemente de estos muestreos fueron trabajadas muestras de dos perfiles colectados con anterioridad (dos meses después de la erupción por miembros del Laboratorio de Investigación de Edafología de esta Facultad, como parte preliminar al mismo proyecto de investigación de la presente tesis.

En estos dos perfiles fueron tomadas muestras de cenizas volcánicas de un espesor de 10 cm más las correspondientes a suelo con una profundidad que va de 0 a 200 cm para el primer perfil, ubicado en la localidad de Teapa, Tabasco, y de 0 a 190 cm para "El Portal", potrero ubicado en las inmediaciones del Municipio de Pichucalco (fig. 7).

#### Metodología Analítica de las Muestras de Suelo.

Las muestras de suelo se colocaron en bolsas de polietileno y se etiquetaron, y una vez en el laboratorio se sacaron a la temperatura de éste, posteriormente se pasaron por un tamiz de 2 mm de abertura. Después de lo an--

terior, se procedió a determinar sus propiedades físicas y químicas.



**Fig. 7**  
**Mapa de Ubicación de los Sitios de Muestreo.**

DIBUJO: SALVADOR PONTON S.



### Análisis Físicos:

Color: en seco y en húmedo mediante la comparación con las tablas de color Munsell (Baltimore, Inc. 1954).

Densidad aparente: por el método de la probeta (Baver, - - 1956).

Densidad real: por el método del picnómetro (Baver, 1956).

Textura: por el método de Bouyoucos, utilizando como dispersantes químicos el metasilicato, oxalato (1951) y hexametáfosfato de sodio (1936).

### Análisis Químicos:

pH: por el método del potenciómetro, usando un potenciómetro marca Corning modelo 7, midiendo las suspensiones de suelo en agua destilada en las relaciones 1:2:5 y en solución salina de KCl 1 N pH 7.0 en la relación 1:2:5.

Materia orgánica: se determinó utilizando el método de - - Walkley y Black modificado por Walkley (cit. in Jackson, - 1964).

Bases Intercambiables (Calcio, magnesio, sodio y potasio): se determinaron por el método de centrifugación, utilizando acetato de amonio 1 N pH 7 como agente eluyente.

El calcio y el magnesio aluidos se determinaron por -

el método del verseno, utilizando como indicadores murexida y negro de eriocromo T (Jackson, 1964).

El sodio y el potasio se determinaron empleando un fotómetro de flama marca Corning modelo 400 (Jackson, 1964; Black, 1965).

Capacidad de Intercambio Catiónico Total: se determinó por el método de centrifugación, saturando con acetato de sodio 1 N pH 7, y  $\text{CaCl}_2$  0.5 N pH 7, lavando con alcohol etílico y eluyendo con  $\text{NaCl}$  1 N pH 7. Se determinó con verseno 0.02 N, utilizando como indicador negro de eriocromo T (Jackson, 1964).

Nitratos: se determinaron por el método colorimétrico del ácido fenoldisulfónico. Se utilizó un fotocolorímetro marca Leitz modelo M. Se leyó la absorvancia con un máximo de luz de 420 m $\mu$  para cuantificar nitratos en ppm (Jackson, 1964).

Fósforo aprovechable: se determinó por el método de Bray I cuantificando el fósforo colorimétricamente con fluoruro de amonio 1 N y como indicador el cloruro estanoso, en un máximo de luz de 640 m $\mu$ . Y por el método de Olsen determinando el fósforo colorimétricamente con bicarbonato de sodio 0.5 M como agente extractante y como indicador el cloruro estanoso, con un filtro para luz de 640 m $\mu$  (Jackson, 1964).

Alofano: se determinó por el método semicuantitativo de Fieldes y Perrot (1966), utilizando fluoruro de sodio como extractor y fenolftaleína como indicador.

#### Rayos-X:

El material magmático colectado se determinó por difracción de rayos-X en un aparato marca Philips analizándose muestras de la primera y última capa en cada uno de los primeros seis perfiles.

El análisis se hizo por el método de polvos usando un tubo de rayos-X de cobre con las constantes de 35 Kv, 20 M.a de intensidad y una velocidad de corrimiento de 0.5°/min.

#### B. VEGETACION.

##### 1. Vegetación observada en el área de estudio.

Durante los recorridos de inspección realizados al área de estudio se pudieron hacer observaciones de la vegetación presente en la cual era notorio el grado de recuperación y desarrollo, principalmente de las gramíneas, herbáceas y algunos arbustos, las formas arbóreas solo se localizaban en lugares más distantes de la zona de devastación.

## 2. Vegetación colectada sobre suelos volcánicos.

Una vez seleccionados los sitios de muestreo se realizaron las recolecciones vegetales en los alrededores de cada uno de éstos.

En la localidad de Caimba se pudo observar un estado de recuperación de la vegetación existente muy avanzado por lo que solo se hicieron algunas recolecciones de formas herbáceas.

En Tectupán, en los alrededores del segundo sitio de muestreo, la vegetación encontrada era más escasa a pesar de encontrarse más alejada del volcán y de la primera zona de recolección. Esto puede ser atribuido a que este lugar estuvo sujeto a condiciones más adversas debido a la cercanía de un río el cual, por las apariencias, tuvo un cambio en su cauce posterior a las erupciones retardando con esto, el tiempo de recuperación de la vegetación, de aquí que el número de ejemplares colectados haya sido el mismo que el de plantas existentes.

Por último, en la Colonia Volcán, por encontrarse tan solo a 3.5 km del volcán Chichonal, se colectaron dos ejemplares los cuales eran únicos en los alrededores del lugar de muestreo. Aquí el panorama era de una casi total devastación con un ritmo de recuperación muy lento.

...

## VI. RESULTADOS.

El perfil No. 1, se colectó en la localidad de Caimba, Mpio. Pichucalco, Chis. a 9.5 km de distancia del Volcán Chichonal y geográficamente localizado a los 17° 26.6' latitud norte y 93° 10.8' longitud oeste, con una altitud de 140 m.s.n.m. La vegetación original es de Selva Alta Perennifolia con dominancia de Ficus insipida, Spondias mombin, Guarea Trompillo, Guatteria anomala, Dendropanax arboreus y Poulsenia amata. El material parental es de lutitas del Paleoceno. El tipo climático es Af(m)w"(i')g "cálido húmedo con lluvias todo el año", con una temperatura media anual de 26.4°C y una precipitación media anual de 4029.4 mm.

Este perfil se hizo a una profundidad de 30 cm de los cuales, los 20 primeros centímetros corresponden a cenizas volcánicas y los 10 cm restantes a suelos contaminados con éstas.

Por los resultados obtenidos mediante los análisis de laboratorio, el color en seco en los primeros 10 cm es gris claro, 10 YR 7/2 y en húmedo gris pardusco claro, 2.5 Y 6/2, mientras que en la profundidad 10-20 cm, el color tanto en seco como en húmedo es blanco, 10 YR 8/1. En la profundidad de 20-30 cm, correspondiente a suelo, el color en seco es pardo muy pálido, 10 YR 7/3 y en húmedo pardo amarillento, 10 YR 5/4.



La densidad aparente en las capas de ceniza es de 1.24 y 1.29 gr/c.c. y en la de suelo es de 1.21 gr/c.c. La densidad real es de 2.56 y 2.42 gr/c.c. para las cenizas y 2.48 gr/c.c. para suelo. El porcentaje de espacio poroso de las cenizas va de 51.50 a 46.77% y en suelo es de 51.07% incrementándose ligeramente por la presencia de arcillas. La textura para las cenizas volcánicas es arena migajosa y la del suelo es migajón arenoso.

Los valores de pH con agua en la relación 1:2:5 son de 3.2 y 3.6 para las cenizas y 4.35 para suelo, mientras que en solución salina de KCl 1-N pH=7 en la misma relación 1:2:5 los valores son de 3.2 y 3.5 en cenizas y de 3.8 en suelo. La materia orgánica es muy baja, presentando valores de 0.17 y 0.11% en cenizas y aumentando a 1.4% en suelo, lo mismo se puede apreciar en los nitratos en donde los valores son de 13.0 y 12.85 ppm en cenizas y 15.25 ppm en suelo. Los valores de fósforo se encuentran altos, de 96.45 y 41.89 ppm en cenizas y 60.19 ppm en suelo.

En las bases intercambiables el calcio presenta valores de 1.22 y 10.9 meq/100 gr. en las cenizas y luego baja a 3.66 meq/100 gr. en suelo, mientras que en el magnesio los valores son más bajos, presentándose 1.14 y 2.28 meq/100 gr. en cenizas y manteniéndose este valor en suelo. Del mismo modo se presentan valores más altos de sodio, -

con 1.22 y 0.80 meq/100 gr en cenizas y 1.0 meq/100 gr en suelo que de potasio, en este último con valores de 0.18 y 0.15 meq/100 gr en cenizas y 0.24 meq/100 gr en suelo. - La capacidad de intercambio catiónico total presenta valores que aumentan con la profundidad siendo los primeros 10 cm de 2.75 meq/100 gr y en 10-20 cm 10.93 meq/100 gr luego disminuye a 8.5 meq/100 gr en suelo.

En cuanto al alofano, se puede apreciar que éste - - aumenta con la profundidad, siendo bajo de 0-10 cm, alto - de 10-20 cm y muy alto de 20-30 cm, esta última correspondiente a la capa de suelo.

Por los estudios de rayos-X para este perfil se tiene que en la capa de 0-10 cm se obtuvieron valores d/N 3.18 Å 3.22 Å y 3.14 Å para las curvas más altas las cuales - están representando a la oligoclasa albitica quien aparentemente domina en las cenizas volcánicas siguiéndoles en - dominancia la anortoclasa con valores de 3.64 Å, 3.91 Å y 3.46 Å y la hornblenda con 8.49 Å, 2.99 Å y 2.39 Å. - - Otros minerales identificados fueron la augita y la microclina.

En la capa 20-30 cm, correspondiente a suelo contaminado con cenizas volcánicas, se presentan valores de d/N - 3.18 Å 3.24 Å, 3.14 Å y 3.22 Å para oligoclasa albitica 2.82 Å, 8.49 Å y 3.29 Å para hornblenda, 2.52 Å, 2.89 Å y 3.64 Å para anortoclasa y 3.35 Å, 2.46 Å y 2.28 Å pa-

ra cuarzo. También se identificaron algo de augita y feldespatos.

Los ejemplares vegetales identificados en este perfil correspondieron a Thelypteris resiliens (Maxon) A.R. - - Smithy. Thelypteris torresiana (Gaud.) Alston, ambos de la familia Polypodiaceae, Borreria laevis (Lam.) Griseb. de la familia Rubiaceae, y las Verbenaceas Lantana y Stachytarpheta.

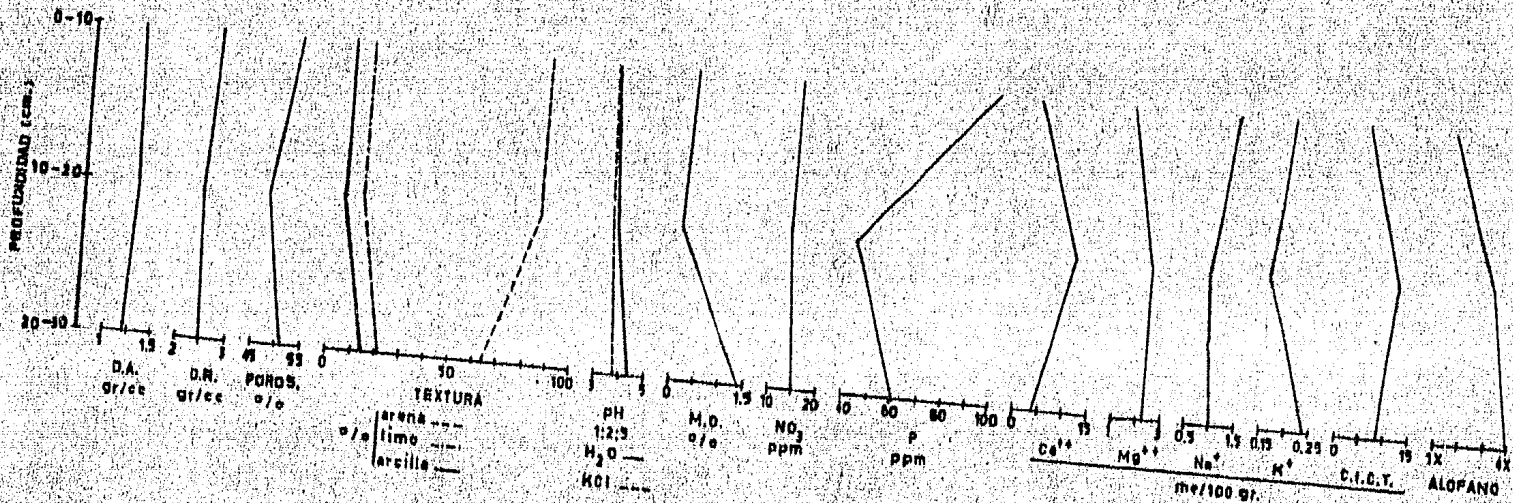
## Cuadro de resultados del perfil No.1

Caimba, Chis.

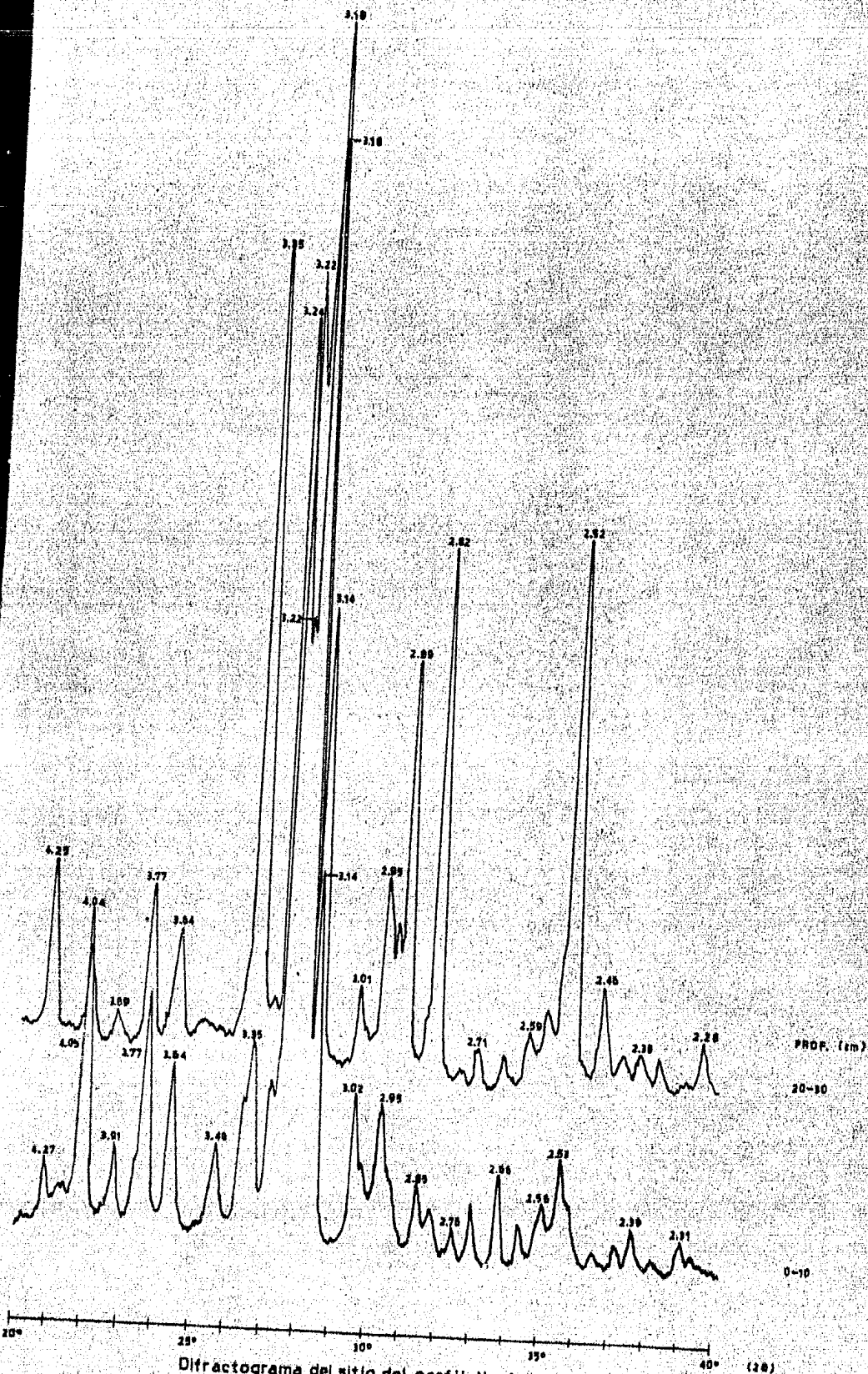
prof. cm.	color seco	color húmedo	densidad aparente gr/cc	densidad real gr/cc	porosidad %	t arena %	e limo %	x arcilla %	t u r a H <sub>2</sub> O	pH 1:2.5	KCl	M.O. %	NO <sub>3</sub> ppm	P ppm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> me/100gr	K <sup>+</sup>	C.I.C.T.	alotano
0   10	10 YR 7/2 gris claro	2.5 YR 5/2 gris pardusco claro	1.24	2.56	51.50	84.40	12.0	3.60	3.20	3.19	0.17	13.0	96.45	122	1.14	1.22	0.18	2.76	X	
arena migajosa																				
10   20	10 YR 8/1 blanco	10 YR 8/1 blanco	1.29	2.42	46.76	84.40	12.0	3.60	3.60	3.47	0.11	12.85	41.89	10.98	2.28	0.80	0.15	10.93	XXX	
arena migajosa																				
20   30	10 YR 7/3 pardo muy pálido	10 YR 5/4 pardo amarillento	1.21	2.48	51.07	64.40	22.0	13.60	4.35	3.84	1.42	15.25	60.19	3.66	2.28	1.0	0.24	8.51	XXXX	
migajón arenoso																				

X Bajo  
XX Medio  
XXX Alto  
XXXX Muy alto

# Gráfica del Perfil No.1







Difractograma del sitio del perfil No. 1  
Caimba, Chis.

El perfil No. 2, se colectó en la localidad de Tectua\_pán, Mpio. Pichucalco, Chis., a 11.5 km de distancia del Volcán Chichonal y geográficamente localizado a los 17° 26.6' latitud norte y 93° 9.4' longitud oeste, con una altitud de 100 m.s.n.m. El material parental es de lutitas del Oligoceno y Eoceno.

La vegetación y el tipo climático es el mismo que el encontrado para el perfil No. 1.

Este perfil fue hecho a una profundidad de 70 cm de los cuales 60 cm corresponden a cenizas volcánicas y los últimos 10 cm a suelo contaminado con éstas.

Por los resultados obtenidos mediante los análisis de laboratorio, el color en seco de las cenizas volcánicas va de gris claro, 2.5 Y 7/2 a blanco, 10 YR 8/2 y la capa de suelo, de 60-70 cm, es gris pardusco claro, 2.5 Y 6/2. El color en húmedo de las cenizas va de gris claro, 10 YR 7/1 a gris pardusco claro, 2.5 Y 6/2 y en suelo es pardo grisáceo oscuro 2.5 Y 4/2.

La densidad aparente presenta valores de 1.11 a 1.33 gr/c.c. disminuyendo a 0.98 gr/c.c. en la capa de suelo. Y la densidad real con valores de 2.53 a 2.04 gr/c.c. Los valores para el porcentaje de espacio poroso se presentan de 42.34 a 47.53% en cenizas, aumentando a 58.31% en suelo debido a la presencia de arcillas y materia orgánica.

La textura es arena migajosa hasta los 50 cm y arena de 50-60 cm y en suelo, de 60-70 cm, es migajón arcillo arenoso.

El pH en este perfil, a diferencia de los otros, presenta valores en agua en la relación 1:2:5 de 8.65 a 7.76 a la profundidad de 0-40 cm, luego baja a 4.35 y 4.60 en las capas de 40-60 cm para luego aumentar nuevamente a 7.99 en 60-70 cm. Este fenómeno se observa también en solución salina de KCl 1-N pH-7 en la relación 1:2:5 presentándose valores de 8.1 a 7.9 en la profundidad de 0-40 cm y bajando a 4.42 y 4.68 de 40-60 cm para luego subir hasta 7.65 en la última capa de 60-70 cm. La materia orgánica es baja presentando valores de 0.24 a 0.50% en cenizas y 1.82% en suelo. Los valores para nitratos van de 12.0 a 18.5 ppm en cenizas y 18.75 ppm en suelo. El fósforo por la técnica de Bray I dio valores de 26.05 y 13.38 ppm de 40-60 cm y por la técnica de Olsen de 110.5 a 122.5 ppm de 0-40 cm y 115.0 ppm de 60-70 cm.

En las bases intercambiables, el calcio presenta valores de 1.22 a 12.2 meq/100 gr en cenizas y aumenta a 28.06 meq/100 gr en la capa de suelo. El magnesio varía de 1.14 meq/100 gr en las capas inferiores y aumenta a 2.28 meq/100 gr en las superiores. El sodio presenta valores de 0.74 a 1.11 gr de 0-30 cm para luego bajar a 0.69 meq/100 gr en la capa de suelo. Y el potasio que presenta una variación de 0.15 a 0.44 meq/100 gr en cenizas y -

y luego baja a 0.18 meq/100 gr en suelo. La capacidad de intercambio catiónico total da valores de 3.91 a 12.31 -- meq/100 gr en cenizas y aumenta hasta 30.65 meq/100 gr -- en la capa de suelo debido a la presencia de arcillas y materia orgánica.

El alofano presenta valores bajos en las capas de cenizas de 40-60 cm, en el resto del perfil no es recomendable su valoración debido a los pHs alcalinos que éstas presentan.

Los estudios de rayos-X indican que, en la capa de -- 0-10 cm se encontraron valores de d/N 3.18 Å, 3.22 Å, -- 3.14 Å y 77 Å para oligoclasa albítica, 3.64 Å, -- 3.89 Å y 2.71 Å para anortoclasa, 8.5 Å, 2.35 Å y -- 2.39 Å para hornblenda y 3.35 Å, 2.28 Å y 2.46 Å para -- cuarzo. Y en la capa de 60-70 cm los valores más altos -- correspondieron a cuarzo con 3.35 Å, 1.82 Å, 1.98 Å y -- 2.12 Å, oligoclasa albítica con 3.22 Å, 3.18 Å y 3.76 Å y -- anortoclasa con 2.46 Å, 3.66 Å y 2.89 Å. También se identificaron algunos otros minerales como hornblenda, feldspatos y augita, representados en los difractogramas con -- picos débiles.

Las especies vegetales colectadas fueron identificadas como: Asclepias curassavica L. de la familia Asclepiadaceae, Mimosa pigra, fam. Leguminosae, Paspalum con-



jugatum Bergius fam. Gramineae y Philodendron sp. fam.-  
Araceae.



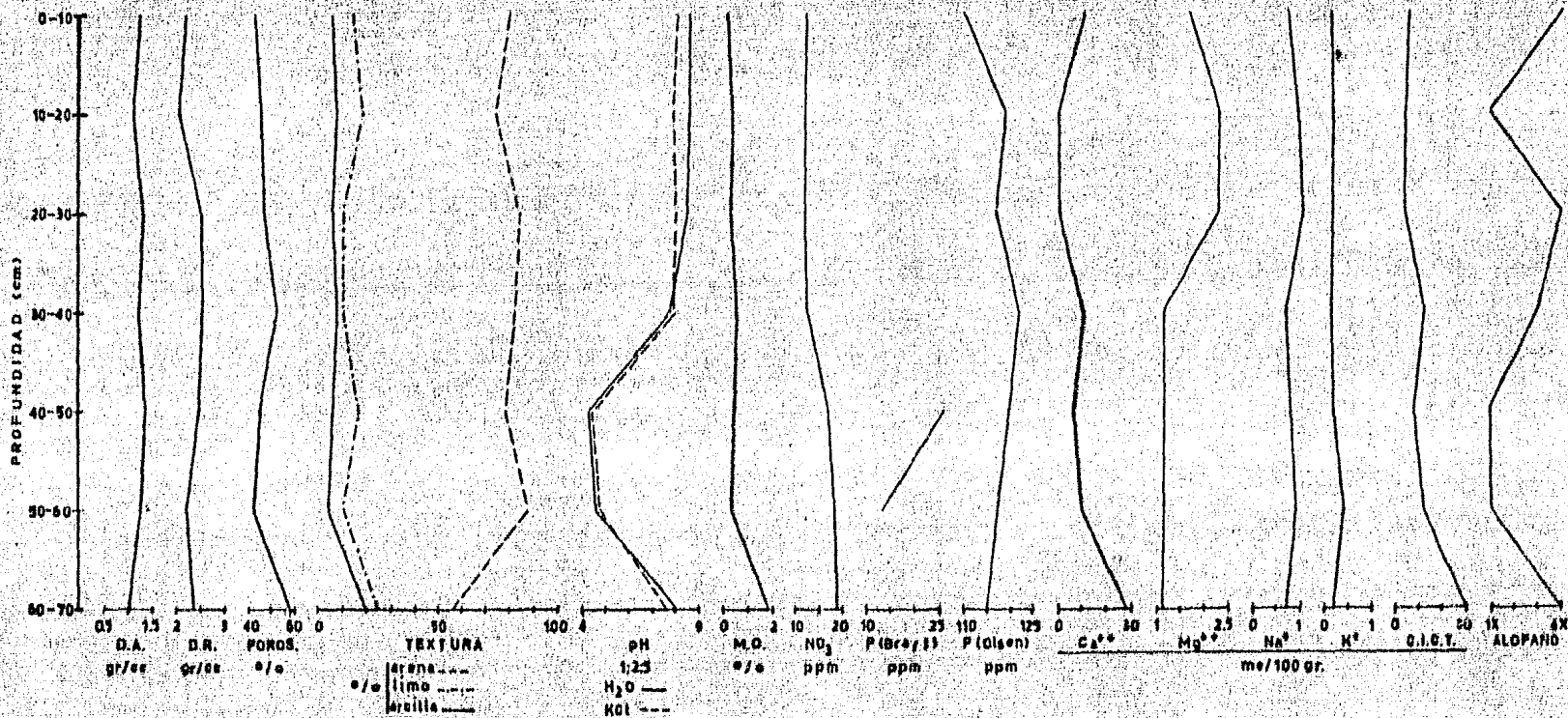
Cuadro de resultados del perfil No. 2

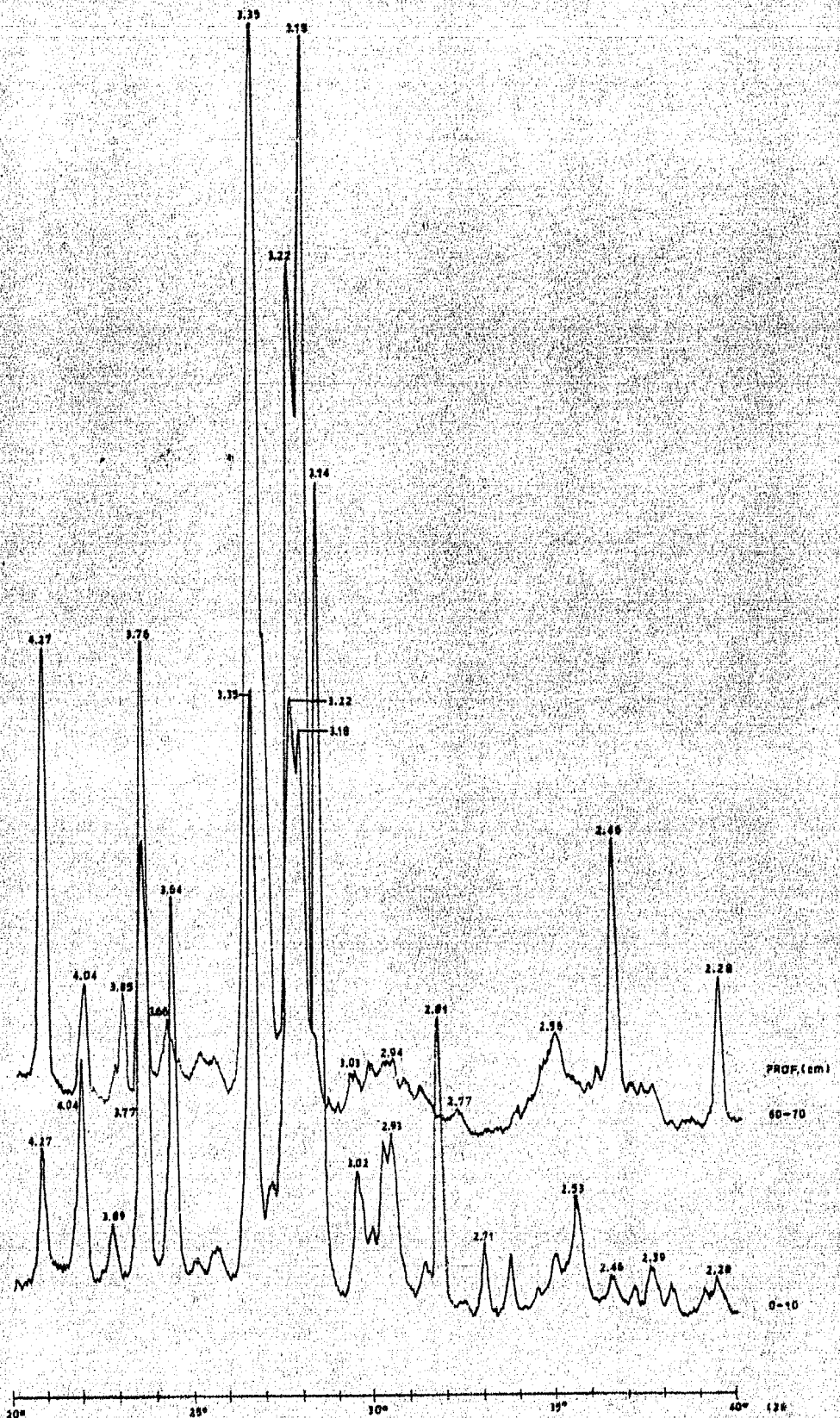
Tectupán, Chis.

prof. cm.	color seco	color húmedo	densidad aparente gr/cc	densidad real gr/cc	porosidad %	t arena %	e limo %	x arcilla %	u r a	pH H <sub>2</sub> O	KCl 1:2.5	M.O. %	NO <sub>3</sub> ppm	P Brayl ppm	P Olsen ppm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> me/100 gr.	K <sup>+</sup>	C.I.C.T.	alofano		
0   10	2.5 Y 7/2 gris claro	10 YR 7/1 gris claro	1.25	2.18	42.97	80.40	14.0	5.60		8.50	8.10	0.24	12.50		110.50	12.20	1.71	0.74	0.15	6.44	XXXX		
						arena migajosa																	
10   20	2.5 Y 7/2 gris claro	10 YR 7/2 gris claro	1.11	2.04	45.61	74.40	18.0	7.60		8.55	7.90	0.37	12.15		119.0	1.22	2.28	1.0	0.16	3.91	X		
						arena migajosa																	
20   30	2.5 Y 7/2 gris claro	10 YR 7/1 gris claro	1.31	2.49	47.51	84.40	10.0	5.60		8.50	8.0	0.30	12.0		117.0	1.22	2.28	1.11	0.20	4.14	XXXX		
						arena migajosa																	
30   40	2.5 Y 7/2 gris claro	2.5 Y 6/2 gris pardusco claro	1.21	2.53	51.93	82.40	10.0	7.60		7.76	7.95	0.50	12.50		122.50	10.98	1.14	0.70	0.17	12.31	XXX		
						arena migajosa																	
40   50	2.5 Y 8/2 blanco	2.5 Y 6/2 gris pardusco claro	1.33	2.44	45.54	78.40	16.0	5.60		4.35	4.42	0.40	16.90	25.05		7.32	1.14	0.80	0.18	8.54	X		
						arena migajosa																	
50   60	10 YR 8/1 blanco	2.5 Y 7/2 gris claro	1.26	2.19	42.34	86.8	9.80	3.40		4.60	4.68	0.30	18.50	13.38		9.76	1.14	0.87	0.44	11.85	X		
						a r e n a																	
60   70	2.5 Y 6/2 gris pardusco claro	2.5 Y 4/2 pardo grisáceo oscuro	0.98	2.34	58.31	56.40	24.0	19.60		7.99	7.65	1.82	18.75		115.0	28.06	1.14	0.70	0.18	30.65	XXXX		
						migajón arcillo arenoso																	

X Bajo  
XX Medio  
XXX Alto  
XXXX Muy alto

### Gráfica del Perfil No.2





Los perfiles No. 3, 4, 5 y 6, fueron colectados en la Colonia Volcán, Mpio. Chapultenango, Chis. a 3.5 km de distancia del Volcán Chichonal y geográficamente localizado a los 17° 21.8' latitud norte y 93° 11.2' longitud oeste, con una altitud de 480 m.s.n.m. La vegetación reportada como original es de Selva Alta Perennifolia con dominancia de Ficus insipida, Spondias mombin, Guarea trompillo, Guatteria anomala, Dendropanax arboreus y Poulsenia armata Pérez y Sarukhán (1970). El material parental es de tobas cristalinas de derrame, con partes aglomeráticas del Holoceno y Pleistoceno. El tipo climático es Af(m)w'(i')g "cálido húmedo con llubias todo el año", con una temperatura media anual de 21.8°C y una precipitación media anual de 4075.4 mm.

El perfil No. 3 está caracterizado por presentar una profundidad de 70 cm de los cuales 50 cm corresponden a cenizas volcánicas y los restantes 20 cm a suelos contaminados con éstas.

Por los resultados obtenidos mediante los análisis de laboratorio, el color en seco, para la capa de cenizas, se presenta como gris claro, 2.5 Y 7/2 en las profundidades de 0-10 cm y 20-30 cm respectivamente, blanco rosáceo, 7.5 YR 8/2 para 10-20 cm, gris rosáceo, 7.5 YR 7/2 para 30-40 cm y blanco, 7.5 YR 8/0 para 40-50 cm. En la capa de suelo se obtuvo un color pardo grisáceo muy oscuro, 7.5 Y 3/2 y pardo grisáceo oscuro, 2.5 Y 4/2. El color en

húmedo en cenizas es pardo grisáceo, 2.5 Y 5/2 y 10 YR - -  
 5/2 para 0-10 y 20-30 cm respectivamente, gris rosáceo, -  
 7.5 YR 6/2 para 10-20 cm, rojo débil, 2.5 YR 5/2 para - -  
 30-40 cm y gris claro, 7.5 YR 7/0 para 40-50 cm. En - -  
 suelo el color es negro, 5 Y 2.5/1 de 50-60 cm y pardo -  
 grisáceo muy oscuro, 2.5 Y 3/1 de 60-70 cm.

La densidad aparente presenta valores altos en las -  
 capas de cenizas respecto a las de suelo con variaciones -  
 de 1.18 a 1.5 gr/c.c. para las primeras y de 0.86 a 0.92 -  
 gr/c.c. para las segundas. La densidad real presenta valo -  
 res de 2.69 a 2.93 gr/c.c. en cenizas y de 2.65 a 2.22 - -  
 gr/c.c. en suelo. El porcentaje de espacio poroso presen -  
 ta valores de 44.24 a 59.73 gr/c.c. en cenizas a 58.56 -  
 y 67.55 gr/c.c. en suelo, este último valor se debe a la -  
 presencia de arcillas. La textura de las cenizas es are -  
 nosa, arena migajosa y migajón arenoso y en suelo es arena  
 migajosa.

El pH, tanto en agua como en solución salina de KCl -  
 1-N pH-7, en la relación 1:2:5 para ambos casos es muy - -  
 ácido, presentando valores de 3.58 a 5.90 y 3.59 a 5.88 -  
 respectivamente. Los valores que indican menor acidez - -  
 corresponden a las capas de suelo y las de mayor acidez a -  
 las cenizas. La materia orgánica en las cenizas es muy - -  
 baja, con valores que oscilan entre 0.04 y 0.36%, mientras  
 que en suelo es más alta, de 3.33 y 9.0%. Los nitratos en  
 todo el perfil presentan valores de 7.5 ppm para las ca--



pas superficiales y 5.5 a 6.0 ppm para las de suelo. Los valores de fósforo son altos con variaciones que van de 50.97 a 3.17 ppm en cenizas y de 13.02 y 3.52 ppm en la capa de suelo.

Las bases intercambiables en todo el perfil son bajas; el calcio presenta valores que varían de 3.27 a 16.35 meq/100 gr. El magnesio oscila entre 2.15 y 12.9 meq/100 gr en cenizas y de 11.82 a 3.22 meq/100 gr en la primera y segunda capa de suelo respectivamente. Los valores de sodio están entre 1.43 y 2.0 meq/100 gr en cenizas y 1.83 a 1.87 meq/100 gr en suelo. Y el potasio, quien presenta los valores más bajos de estos cationes, se encuentra entre 0.1 y 0.2 meq/100 gr en todo el perfil. Al igual que las bases intercambiables, la capacidad de intercambio catiónico total se presenta con valores muy bajos, variando de 3.52 a 2.4 meq/100 gr en las cenizas y de 16.0 a 13.28 meq/100 gr en suelo.

Las cantidades de alofano son bajas en las capas de cenizas, mientras que en suelo, éstas se encuentran muy altas.

Los estudios por rayos-X para este perfil, en las muestras de cenizas de 0-10 cm, muestran valores de d/N 3.18 Å 3.22 Å y 3.14 Å para oligoclasa albitica, 3.64 Å, 3.46 Å y 3.89 Å para anortoclasa y 8.42 Å, 4.52 Å y 2.38 Å para hornblenda. Y en las muestras de suelo conta

minado con cenizas en la profundidad de 60-70 cm se encontraron valores de 3.18 Å, 3.21 Å y 3.14 Å para oligoclasa albítica, 3.64 Å, 3.89 Å y 2.71 Å para anortoclasa y - 8.42 Å, 3.29 Å y 3.39 Å para hornblenda. En ambas muestras se identificaron algunos otros minerales registrados con poca intensidad y que corresponden a cuarzo y feldespatos.

Las plantas colectadas en este lugar fueron identificadas como Pennisetum sp. de la familia Gramineae y el género Xanthosoma de la fam. Araceae.

## Cuadro de resultados del perfil No. 3

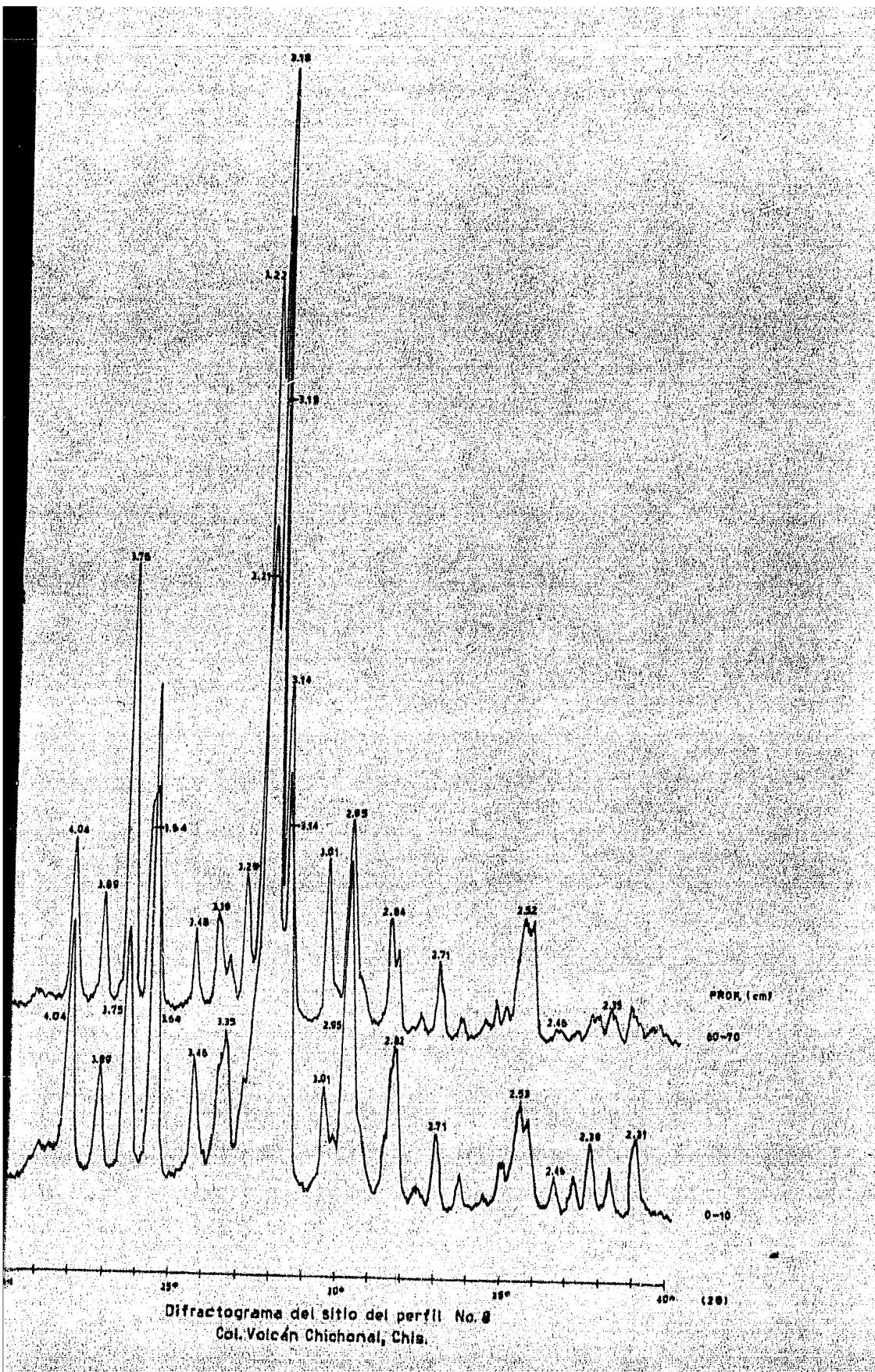
Col. Volcán Chichonal, Chis.

prof. cm.	color seco	color húmedo	densidad aparente gr/cc.	densidad real gr/cc.	porosidad %	arena %	limo %	arcilla %	H <sub>2</sub> O	pH	KCl 1:2.5	MO %	NO <sub>3</sub> ppm	P Bray I ppm	Ca <sup>++</sup> me/100 gr.	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	C.I.C.T.	alofano	
0   10	2.5 Y 7/2 gris claro	2.5 Y 5/2 pardo grisáceo	1.40	2.72	48.53	89.20	8.20	2.60	3.58	3.59	0.17		7.50	31.68	7.63	12.90	1.50	0.10	3.52	X	
						a r e n a															
10   20	7.5 YR 8/2 blanco rosáceo	7.5 YR 6/2 gris rosáceo	1.21	2.79	56.63	89.20	8.20	2.60	3.59	3.82	0.10		7.50	18.06	5.45	8.60	1.43	0.20	2.40	X	
						a r e n a															
20   30	10 YR 7/2 gris claro	10 YR 5/2 pardo grisáceo	1.50	2.69	44.24	83.60	14.0	2.40	3.66	3.96	0.04		6.50	9.01	4.36	7.52	1.56	0.10	2.40	XX	
						arena migajosa															
30   40	7.5 YR 7/2 gris rosáceo	2.5 YR 5/2 rojo débil	1.44	2.71	46.86	71.60	24.0	4.40	4.20	4.35	0.10		6.0	50.97	3.27	5.37	2.04	0.15	2.40	XX	
						migajón arenoso															
40   50	7.5 YR 8/0 blanco	7.5 YR 7/2 gris claro	1.18	2.93	59.73	93.60	4.0	2.40	3.75	4.0	0.36		6.50	3.17	4.36	2.15	2.0	0.13	2.56	X	
						a r e n a															
50   60	2.5 Y 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	5 Y 2.5/1 negro	0.86	2.65	67.55	76.0	19.60	4.40	5.30	5.20	9.0		6.0	13.02	16.35	11.82	1.83	0.20	16.0	XXXX	
						arena migajosa															
60   70	2.5 Y 4/2 pardo grisáceo oscuro	2.5 Y 3/1 pardo grisáceo muy oscuro	0.92	2.22	56.56	78.0	17.60	4.40	5.90	5.86	3.30		5.50	9.52	6.54	3.22	1.67	0.15	13.28	XXXX	
						arena migajosa															

I Bajo  
 II Medio  
 III Alto  
 XXX Muy Alto







Difractograma del sitio del perfil No. 8  
 Col. Volcán Chichonal, Chis.

PROR (cm)  
 60-70

0-10

(20)

El perfil No. 4 se hizo hasta la profundidad de 80 cm en éste los primeros 50 cm corresponden a cenizas volcánicas y los 30 cm restantes a suelo contaminado con éstas.

Este perfil se caracteriza por presentar gran variación de colores, tanto es seco como en húmedo. En seco los colores dominantes son los de tonos grisáceos pasando por el blanco, 5 YR 8/1, el rosa, 7.5 YR 8/4 y el amarillo pardusco en las profundidades de 10-20, 20-30 y 70-80 cm respectivamente. En tanto que en húmedo los colores dominantes son los de tonos pardos pasando por el gris muy oscuro, 7.5 YR 3/0 y el negro, 5 Y 2.5/1 en las profundidades de 40-50 y 50-70 cm respectivamente.

La densidad aparente varía de 1.49 a 1.29 gr/c.c. en cenizas y disminuye a 0.90 y 1.10 gr/c.c. en suelo. La densidad real se encuentra entre los valores de 2.83 y 2.50 gr/c.c. en todo el perfil. El porcentaje de espacio poroso presenta valores que van de 44.40 a 64.71% en todo el perfil. La textura en la capa de cenizas que va de 0-50 cm varía de arena y arena migajosa a migajón arenoso mientras que en la capa de suelo, que va de 50-80 cm, ésta se encuentra como arena migajosa.

El pH, tanto en agua como en solución salina de KCl 1-N pH=7 en la relación 1:2:5 en ambos casos, es muy ácido en las cenizas mientras que en las capas de suelo baja a ligeramente ácido. La materia orgánica presenta valores



muy bajos en las cenizas, con porcentajes que van de 0.04% en las capas superficiales a 0.82% en las inferiores y en suelo estos valores se incrementan debido a los restos vegetales, con valores que van de 6.73 a 1.72%. Los nitratos también tienen valores bajos que varían de 5.5 a 7.0 ppm en todo el perfil.

En las bases intercambiables los contenidos de calcio se presentan desde 1.09 hasta 14.17 meq/100 gr. El magnesio varía de 1.07 a 13.97 meq/100 gr. El sodio se encuentra entre los 2.61 y 1.35 meq/100 gr. Y el potasio, quien presenta los valores más bajos de las bases intercambiables, oscila entre los 0.08 y los 0.29 meq/100 gr. La capacidad de intercambio catiónico total alcanza los valores más altos en suelo, presentando de 24.48 a 11.04 meq/100 gr, mientras que en las cenizas estos valores son más bajos, de 2.08 a 10.4 meq/100 gr.

El alofano muestra cantidades bajas, medias y altas en cenizas aumentando a muy altas en las capas de suelo.

Los estudios de rayos-X indican que para la profundidad de 0-10 cm los valores de d/N 3.22 Å, 3.18 Å y 3.14 Å corresponden a la oligoclasa albitica, 3.89 Å, 3.64 Å y 2.71 Å para anortoclasa y 8.42 Å, 2.39 Å y 3.29 Å para hornblenda. También se identificaron algo de microclina, cuarzo y augita. Y en la profundidad de 70-80 cm se encontraron valores de 3.21 Å, 3.18 Å y 3.14 Å pa-

ra oligoclasa albítica, 2.82 Å, 3.29 Å, 2.39 Å y 8.49 Å para hornblenda y 3.64 Å, 3.89 Å y 2.51 Å para anortoclasa. Y con menor intensidad se encontró; cuarzo, augita y feldespatos.

Las dos únicas especies vegetales encontradas y colectadas se identificaron como Pennisetum sp. de la familia Gramineae y el género Xanthosoma de la fam. Araceae.

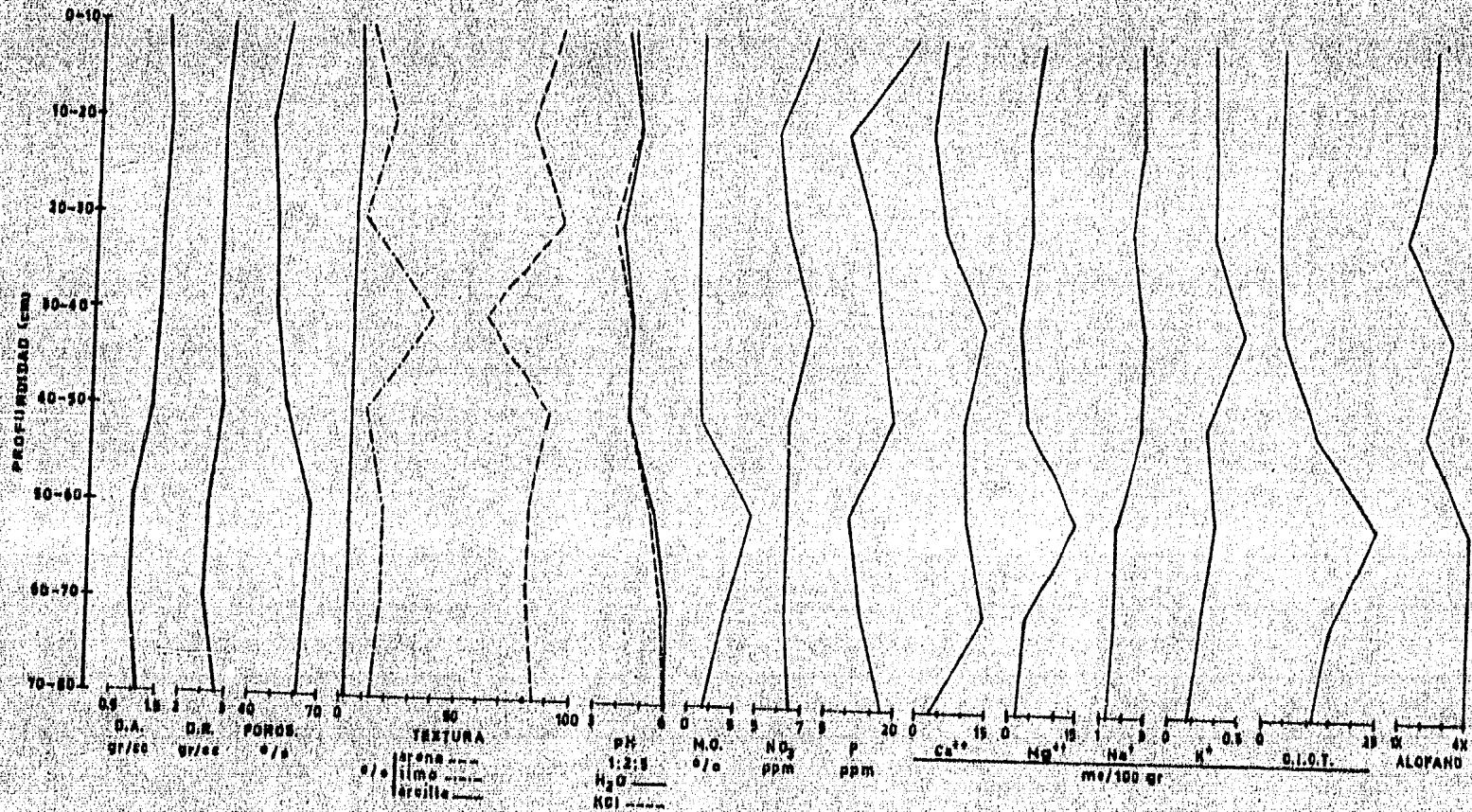
## Cuadro de resultados del perfil No. 4

Col. Volcán Chichónat, Chis.

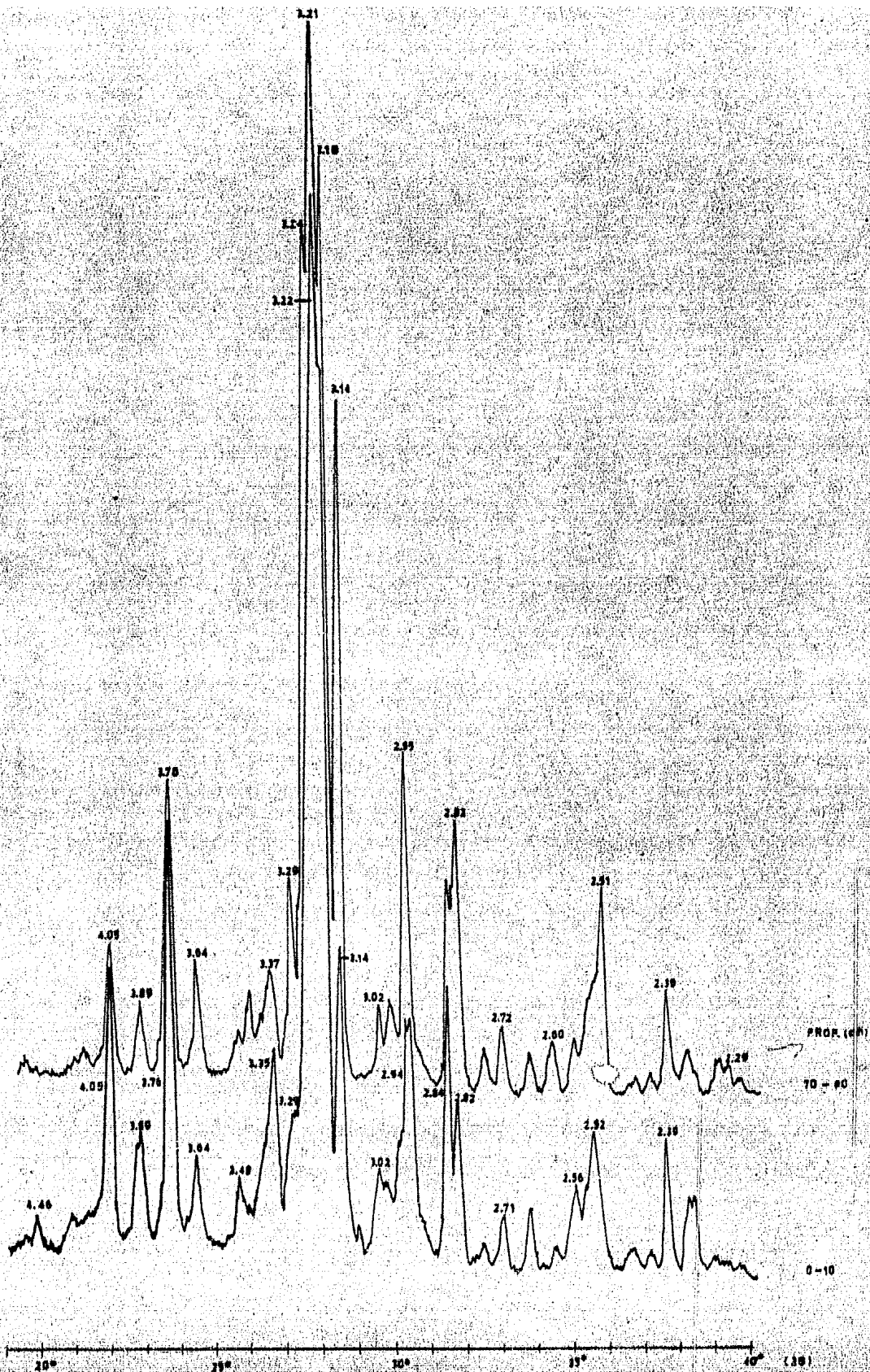
prof. cm.	color seco	color húmedo	densidad aparente gr/c.c.	densidad real gr/c.c.	porosidad %	t e x t u r a			pH	M.O. %	NO <sub>3</sub> ppm	P ppm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	C.I.C.T.	alofano	
						arena %	limo %	arcilla %											
0	2.5 Y 7/2	2.5 Y 5/2	1.38	2.83	51.24	90.0	7.60	2.40	3.75	4.0	0.04	7.0	22.11	3.27	4.30	2.22	0.13	2.24	XX
10	gris claro	pardo grisáceo				a r e n a													
10	5 YR 8/1	2.5 Y 5/2	1.49	2.68	44.40	77.82	17.78	4.40	4.40	0.04	4.50	7.53	1.09	2.15	2.39	0.15	2.24	XX	
20	blanco	gris pardusco claro				a r e n a m i g a j o s a													
20	7.5 YR 8/4	7.5 YR 6/4	1.42	2.69	47.21	91.82	5.78	2.40	3.70	3.42	0.17	6.0	13.59	4.36	3.22	2.0	0.15	2.08	X
30	rosa	pardo claro				a r e n a													
30	7.5 YR 7/2	7.5 YR 3/2	1.39	2.67	47.94	60.40	37.20	2.40	4.32	4.35	0.30	7.0	15.49	13.06	1.07	2.61	0.29	2.72	XXX
40	gris rosáceo	pardo				m i g a j ó n a r e n o s o													
40	7.5 YR 6/0	7.5 YR 3/0	1.29	2.81	54.09	88.40	9.20	2.40	4.20	4.22	0.62	6.25	18.51	8.72	3.22	2.56	0.13	10.40	XX
50	gris	gris muy oscuro				a r e n a													
50	2.5 Y 3/2	5 Y 2.5/1	0.91	2.55	64.71	80.40	17.20	2.40	5.40	5.28	6.73	6.25	9.61	13.97	1.56	0.16	24.48	XXXX	
60	pardo grisáceo muy oscuro	negro				a r e n a m i g a j o s a													
60	2.5 Y 4/2	5 Y 2.5/2	0.91	2.50	63.60	80.40	17.20	2.40	6.0	5.85	3.82	6.25	12.87	14.17	3.45	1.65	0.13	15.36	XXXX
70	pardo grisáceo oscuro	negro				a r e n a m i g a j o s a													
70	10 YR 6/6	10 YR 4/6	1.10	2.82	60.99	84.20	13.40	2.40	5.0	5.95	1.72	6.50	17.60	3.27	2.15	1.95	0.08	11.04	XXXX
80	amarillo pardusco	pardo amarillento oscuro				a r e n a m i g a j o s a													

X Bajo  
 XX Medio  
 XXX Alto  
 XXXX Muy alto

# Gráfica del Perfil No.4







Difractograma del sitio del perfil No. 4  
Col. Volcán Chichónal, Chis.



El perfil No. 5, por estar en la misma zona de ubicación que los perfiles 3, 4 y 6 tiene características climáticas, geológicas y de vegetación semejantes.

Este perfil, hecho a una profundidad de 80 cm, de los cuales 50 cm corresponden a cenizas volcánicas y los últimos 30 cm a suelo contaminado con las mismas, presenta un color en seco dominado por los tonos grisáceos tales como el gris claro, 2.5 Y 7/2, gris rosáceo, 7.5 YR 7/2 y pardo grisáceo oscuro, 2.5 Y 4/2, así como de los colores blanco, pardo muy pálido y amarillo pardusco. En húmedo los colores que dominan son los pardos, como el pardo grisáceo, 2.5 Y 5/2, pardo, 10 YR 5/3 y 7.5 YR 5/2 y pardo amarillento oscuro 10 YR 4/6, también se presentan el gris rosáceo, gris y negro.

Las densidades aparentes varían de 1.48 a 1.22 gr/c.c. en las cenizas y de 1.01 a 0.83 gr/c.c. en suelo, mientras que las densidades reales oscilan entre 7.26 y 2.36 gr/c.c. en cenizas y de 2.84 a 2.49 gr/c.c. en suelo. En cuanto al porcentaje de espacio poroso se puede observar que los valores más bajos corresponden a los de cenizas con variaciones que van de 45.59 a 48.0% mientras que en suelo estos valores van de 67.06 a 63.05%. La textura, en general, se presenta como arena migajosa en todo el perfil, únicamente las profundidades de 0-10 y 40-50 cm son de textura arenosa.

La reacción de las muestras de suelos son muy ácidas en todo el perfil, tanto en agua como en solución salina; en el primer caso los valores varían de 3.90 a 5.35 y en el segundo de 4.0 a 5.02. Los porcentajes de materia orgánica son bajos en las cenizas, con valores de 0.10 a 0.30% aunque en el suelo aumentan de 1.39 a 8.51% debido a la vegetación que fue sepultada por las cenizas del Chichonal. De igual modo, los nitratos son bajos en las cenizas, con valores que varían de 6.25 a 7.75 ppm y en las dos últimas capas de suelo, de 60-80 cm, estos valores son de 20.0 y 36.0 ppm.

En las bases intercambiables el calcio muestra valores desde 3.27 hasta 14.17 meq/100 gr en todo el perfil, el magnesio de 1.07 a 17.2 meq/100 gr, el sodio de 1.35 a 3.70 meq/100 gr y el potasio, con los valores más bajos, de 0.08 a 0.31 meq/100 gr. En cuanto a la capacidad de intercambio catiónico total los valores oscilan desde 7.36 (0-10 cm) hasta 23.40 meq/100 gr (50-60 cm).

Los contenidos de alofano se consideran medios de 0-30 cm, altos de 30-40 cm, luego disminuyen a bajos en 40-50 cm y se incrementan a muy altos de 50-80 cm, es decir, en las tres últimas capas correspondientes a suelo.

Mediante los análisis de rayos-X los minerales dominantes a la profundidad de 0-10 cm están representados por la oligoclasa albítica con valores de  $d/N$  3.21 Å, - -

3.14 Å y 2.14 Å, hornblenda con 8.49 Å, 3.29 Å y 2.38 Å, anortoclasa con 2.72 Å, 3.64 Å y 3.89 Å. Presentándose además algunos otros minerales de menor intensidad como el cuarzo y la augita. En la profundidad de 70-80 cm se tienen valores de d/N para oligoclasa albítica con 3.18 Å, 3.14 Å y 3.24 Å, anortoclasa con 3.66 Å, 2.51 Å y 2.72 Å, hornblenda con 8.49 Å, 2.99 Å y 3.29 Å, encontrándose también cuarzo y feldespatos.

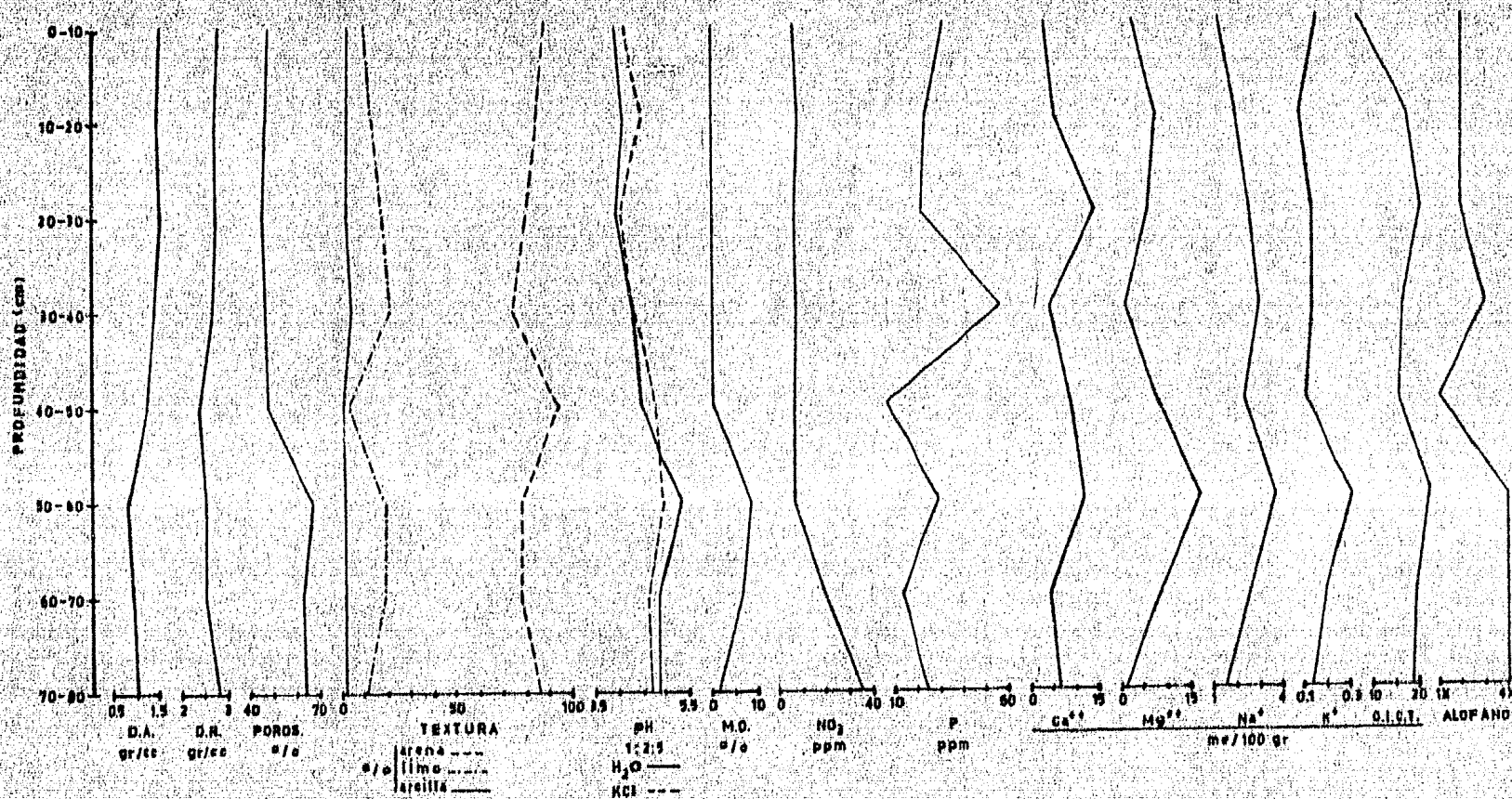
Las plantas que se identificaron en el sitio de muestreo fueron la gramínea Pennisetum sp. y una arácea del género Xanthosoma.

Cuadro de resultados del perfil No. 5  
Col. Volcán Michonal, Chis.

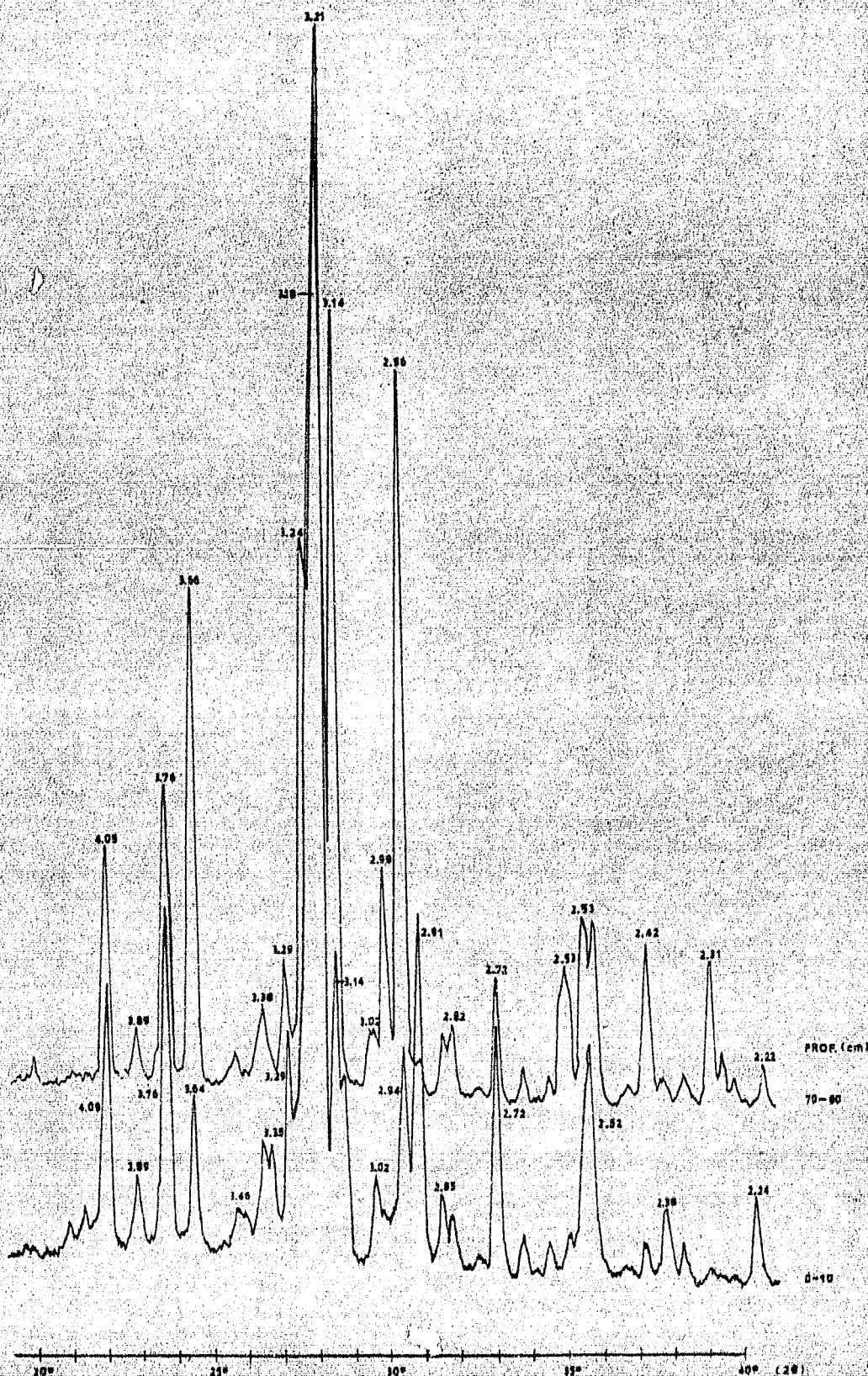
prof. cm.	color seco	color húmedo	densidad aparente gr/c.c.	densidad real gr/c.c.	porosidad %	e x t u r a			H <sub>2</sub> O	pr. K <sub>2</sub> O	M.O.	NO <sub>3</sub>	P	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	C.I.C.T.	alofano
						arena %	limo %	arcilla %	1:2:5	%		ppm	ppm	me/100 gr.					
0   10	2.5 Y 7/2 gris claro	2.5 Y 5/2 pardo grisáceo	1.47	2.76	46.74	86.2 a r e n a	9.4	2.4	3.90	4.12	0.10	6.25	32.03	3.27	3.22	1.35	0.15	7.36	XX
10   20	5 YR 8/1 blanco	5 YR 6/2 gris rosáceo	1.44	2.67	46.07	84.4 a r e n a m i g a j o s a	13.2	2.4	4.10	4.45	0.10	7.75	24.64	5.45	6.05	2.04	0.08	18.54	XX
20   30	10 YR 7/3 pardo muy pálido	10 YR 5/3 pardo	1.48	2.72	45.59	80.4 a r e n a m i g a j o s a	17.2	2.4	3.90	4.0	0.23	6.50	22.03	14.17	6.32	2.48	0.13	21.06	XX
30   40	7.5 YR 7/2 gris rosáceo	7.5 YR 5/2 pardo	1.43	2.66	46.24	74.2 a r e n a m i g a j o s a	21.4	4.4	4.30	4.30	0.23	7.50	56.32	4.36	1.07	3.04	0.13	16.92	XXX
40   50	7.5 YR 8/0 blanco	7.5 YR 6/0 gris	1.22	2.36	48.30	94.2 a r e n a	4.8	1.0	4.45	4.85	0.30	6.50	7.04	8.72	7.70	2.35	0.10	16.38	X
50   60	2.5 Y 4/2 pardo grisáceo oscuro	5 Y 2.5/1 negro	0.83	2.52	67.06	78.0 a r e n a m i g a j o s a	19.6	2.4	5.35	5.02	6.51	6.50	2886	11.99	17.2	3.70	0.31	23.40	XXXX
60   70	2.5 Y 4/2 pardo grisáceo oscuro	5 Y 2.5/2 negro	0.92	2.49	63.05	78.2 a r e n a m i g a j o s a	19.6	2.2	4.90	4.62	6.41	20.0	12.67	4.36	6.60	2.61	0.20	20.16	XXXX
70   80	10 YR 6/6 amarillo pardusco	10 YR 4/6 pardo amarillento oscuro	1.01	2.84	64.44	86.4 a r e n a m i g a j o s a	11.4	2.2	4.90	4.70	1.39	36.0	24.64	6.54	1.07	1.65	0.13	18.90	XXXX

X Bajo  
XX Medio  
XXX Alto  
XXXX Muy alto

### Gráfica del Perfil No. 5







Difractograma del sitio del perfil No. 5  
Col. Volcán Chichónal, Chis.

El perfil NO. 6, se hizo a una profundidad de 70 cm de los cuales, los primeros 50 cm estaban constituidos por cenizas volcánicas y los 20 cm restantes de suelo contaminado con el material piroclástico.

El color en seco en la capa de cenizas es blanco, 5 YR 8/1, gris claro, 5 YR 7/1, rosa, 7.5 YR 8/4 y gris rosáceo, 7.5 YR 7/2 y 6/2 y en suelo, pardo grisáceo oscuro, 2.5 Y 1/2. En húmedo el color en cenizas es gris rosáceo, 5 YR 6/2, gris, 5 YR 6/1 y 7.5 YR 5/0 y pardo claro, 7.5 YR 5/2 y en suelo, negro, 5 Y 2.5/1.

La densidad aparente presenta valores de 1.53 a 1.15 gr/c.c. en cenizas conforme se profundiza en el perfil y disminuye a 0.81 y 0.84 gr/c.c. en suelo, mientras que en la densidad real, los valores van de 2.77 a 2.12 gr/c.c. en cenizas aumentando a 2.41 y 2.62 gr/c.c. en suelo. En los porcentajes de espacio poroso los valores en las cenizas van de 44.07 a 49.45% aumentando en suelo a 66.39 y 67.94%. La textura se presenta como arena en las profundidades de 0-10, 20-30 y 40-50 cm y arena migajosa en 10-20 30-40 y 50-70 cm.

El pH en agua y en solución salina de KCl 1-N pH-7 en la relación 1:2:5 es muy ácido, con valores que varían de 3.70 a 4.72 en cenizas y 5.72 en suelo para el primer caso y de 3.65 a 4.90 en cenizas y 5.72 a 5.55 en suelo para el segundo caso. El porcentaje de materia orgánica

varía de 0.04 a 0.95% en cenizas y aumenta hasta 10.13 y 5.60% en suelo debido a la presencia de restos vegetales sepultados por las cenizas. Los nitratos presentan valores de 6.0 a 7.0 ppm en todo el perfil. Los valores de fósforo en todo el perfil oscilan de 28.86 en cenizas a 3.90 ppm en el suelo.

En las bases intercambiables el calcio presenta valores desde 2.18 hasta 17.44 meq/100 gr, el magnesio de 1.07 a 11.82 meq/100 gr, el sodio de 1.09 a 1.76 meq/100 gr y el potasio de 0.06 a 0.15 meq/100 gr. La capacidad de intercambio catiónico total alcanza valores de 14.40 a 21.24 meq/100 gr en las cenizas, incrementándose en suelo a 22.32 y 23.76 meq/100 gr debido a la presencia de arcillas y materia orgánica.

El alofano es bajo en toda la capa de cenizas a excepción de la de 10-20 cm mientras que en suelo se alcanzan valores muy altos.

Los estudios de rayos-X en las muestras de cenizas a la profundidad de 0-10 cm muestran valores de  $d/N$  3.18 Å, 3.22 Å y 3.77 Å para oligoclasa albitica, 3.64 Å, 3.89 Å y 2.71 Å para anortoclasa y 8.42 Å, 3.29 Å y 2.99 Å para hornblenda. Con menor intensidad también se detectaron cuarzo, microclina, feldespatos, augita y labradorita. Y para la profundidad de 60-70 cm se identificaron los valores 3.18 Å, 3.21 Å y 3.13 Å para oligoclasa

albítica, 8.42 Å, 2.82 Å y 3.29 Å para hornblenda y - -  
3.89 Å, 3.48 Å y 3.63 Å para anortoclasa. También se -  
registraron valores para cuarzo, microclina y augita.

Las especies vegetales colectadas se identificaron -  
como Pennisetum sp. y Xanthosoma de las familias Grami--  
neae y Araceae respectivamente.

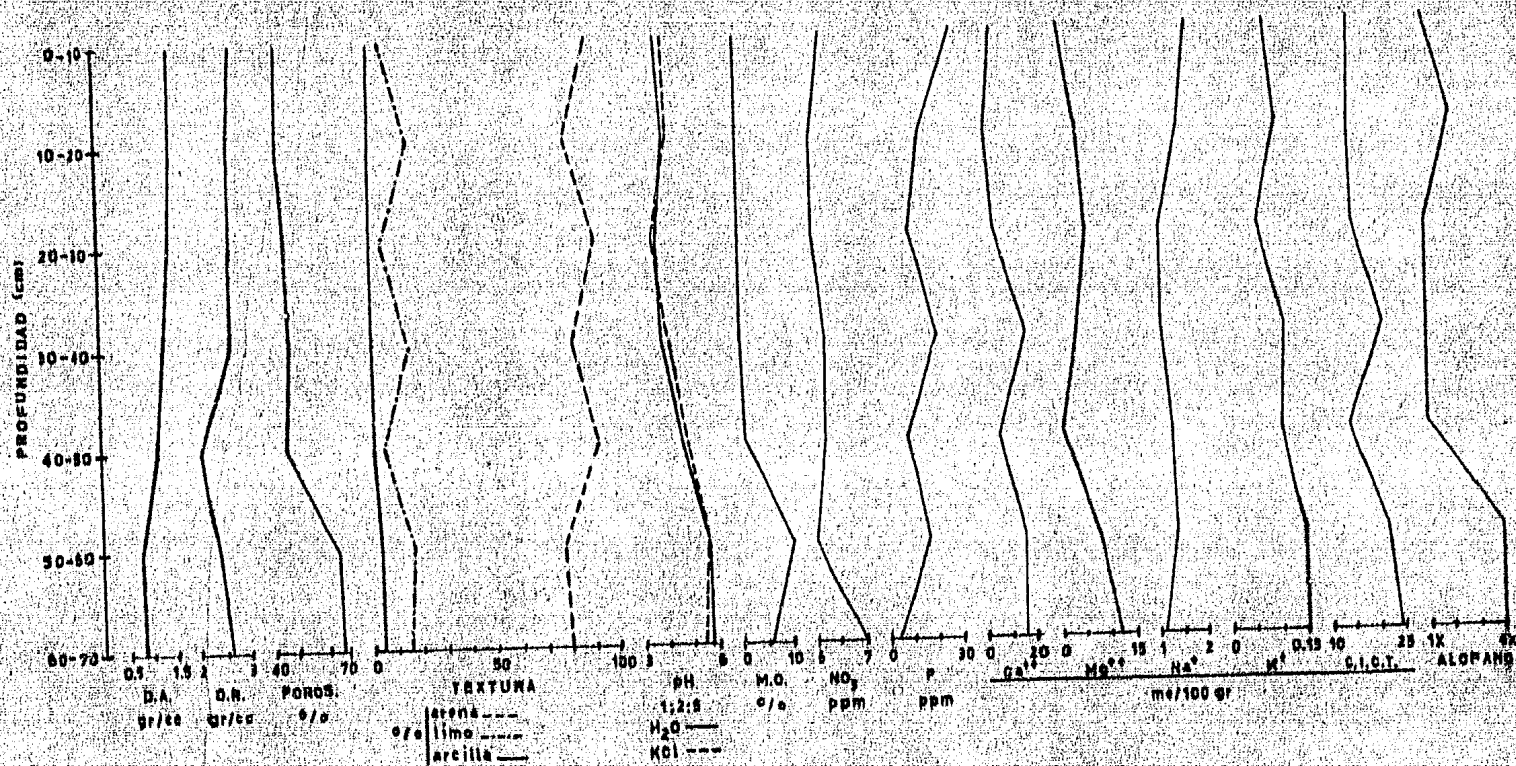
Cuadro de resultados del perfil No. 6  
Col. Volcán Chichonal, Chis.

prof. cm.	color seco	color húmedo	densidad aparente gr/c.c.	densidad real gr/c.c.	porosidad %	t e x t u r a			pH H <sub>2</sub> O 1:2:5	pH KCl	M.O. %	NO <sub>3</sub> ppm	P ppm	me/100 gr.				C.I.C.T.	alofano
						arena %	limo %	arcilla %						Ca**	Mg**	Na*	K*		
0   10	5 YR 8/1 blanco	5 YR 6/2 gris rosáceo	1.58	2.77	44.76	90.4 a	7.6 r	2.0 e	3.80	4.15	0.17	6.25	28.86	5.45	1.07	1.76	0.08	14.94	X
10   20	5 YR 7/1 gris claro	5 YR 6/1 gris	1.51	2.70	44.07	80.2 arena	17.6 migajosa	2.2	4.10	4.20	0.04	6.0	15.14	2.18	4.30	1.56	0.10	14.40	XX
20   30	7.5 YR 8/4 rosa	7.5 YR 6/4 pardo claro	1.45	2.71	46.49	92.2 a	6.8 r	1.0 e	3.70	3.65	0.10	6.0	9.86	5.45	6.09	1.09	0.06	15.48	X
30   40	7.5 YR 7/2 gris rosáceo	7.5 YR 5/2 pardo	1.37	2.71	49.45	82.0 arena	15.8 migajosa	2.2	3.95	4.18	0.17	6.25	21.12	17.44	3.79	1.09	0.11	21.24	X
40   50	7.5 YR 6/2 gris rosáceo	7.5 YR 5/0 gris	1.15	2.12	45.75	92.0 a	6.0 r	2.0 e	4.72	4.90	0.95	6.25	8.80	5.54	1.07	1.28	0.10	14.40	X
50   60	2.5 Y 4/2 pardo grisáceo oscuro	5 Y 2.5/1 negro	0.81	2.41	66.39	78.0 arena	17.6 migajosa	4.4	5.72	5.72	10.13	6.0	17.11	16.35	8.60	1.39	0.15	22.32	XXXX
60   70	2.5 Y 4/2 pardo grisáceo oscuro	5 Y 2.5/2 negro	0.84	2.62	67.94	80.2 arena	15.6 migajosa	4.2	5.72	5.55	5.60	7.0	3.90	16.35	11.82	1.09	0.15	23.76	XXXX

X Bajo  
XX Medio  
XXX Alto  
XXXX Muy alto



### Gráfica del Perfil No. 6





El perfil No. 7, colectado en la localidad de Teapa, Tab. a 22 km al este de Pichucalco, Chis. y a 39 Km al noreste del Volcán Chichonal. El material parental es de calizas del Cretácico Inferior. La vegetación reportada como original es de Selva Alta Perennifolia de Brosimum alicastrum. El tipo climático es Af(m)w"(i)g "cálido - húmedo con lluvias todo el año, con una precipitación media anual de 3899.5 mm.

Este perfil se hizo a una profundidad de 200 cm con una capa superficial de 10 cm de espesor de cenizas volcánicas del Chichonal.

Por los resultados obtenidos mediante los análisis de laboratorio, el color en seco en la capa de cenizas es blanco, 2.5 Y 8/0, pardo amarillento claro, 10 YR 6/4, pardo oscuro, 7.5 YR 4/4 y rojo amarillento, 5 YR 5/6 en los primeros 50 cm y amarillo rojizo, 5 YR 6/8 en los 150 cm restantes. El color en húmedo se presenta como pardo rojizo oscuro, 5 YR 3/4 en la capa de cenizas, pardo rojizo, 5 YR 4/4 y pardo rojizo oscuro en los primeros 40 cm y rojo amarillento, 5 YR 4/6 en los 160 cm restantes.

La densidad aparente en todo el perfil varía de 0.89 a 1.01 gr/c.c. y con 0.79 gr/c.c. en la capa superficial de cenizas volcánicas y la densidad real de 2.38 a 2.62 gr/c.c. El porcentaje de espacio poroso muestra un valor de 68.4% en la capa de cenizas y disminuye de 58.82 a --

65.77% en el resto del perfil. La textura se presenta como migajón arcillo arenoso en la capa de cenizas, arcilla de 0-10 cm, migajón arcilloso de 10-40 cm y arcilla hasta los 200 cm.

El pH en agua en la relación 1:2:5 es ácido, con valores que varían conforme se profundiza en el perfil, de 5.04 a 4.60. Y con KCl 1-N pH-7 en la misma relación, el pH es más ácido con valores que oscilan entre 4.58 y 3.82. La materia orgánica presenta porcentajes de 2.28 en las capas superficiales y disminuye a 0.07 en las últimas capas. En cuanto a los nitratos, éstos varían en forma irregular en todo el perfil, de 62.5 a 32.5 ppm, la capa superficial de cenizas presenta un valor de 90.0 ppm. Los valores de fósforo en la capa de cenizas se presentan muy altos con 13.23 ppm, mientras que en el resto del perfil estos valores oscilan entre 4.86 y 1.69 ppm.

De las bases intercambiables el calcio presenta valores de 5.25 meq/100 gr en las capas superficiales, aunque en la profundidad de 130-140 cm, éste aparece como 0.75 meq/100 gr. En este perfil el magnesio alcanza valores muy altos, de 69.75 a 19.55 meq/100 gr. El sodio va de 2.04 a 1.17 meq/100 gr. Y el potasio, con valores muy bajos, va de 0.46 a 0.09 meq/100 gr. La capacidad de intercambio catiónico total en las capas superficiales alcanza valores de 23.58 meq/100 gr debido a la presencia de materia orgánica y disminuye a 6.48 meq/100 gr en las capas -

inferiores.

El contenido de alofano es bajo hasta la profundidad de 60-70 cm, se hace medio de 70-190 cm hasta alcanzar un valor alto de 190-200 cm. En la capa superficial de cenizas sólo se presentaron trazas.

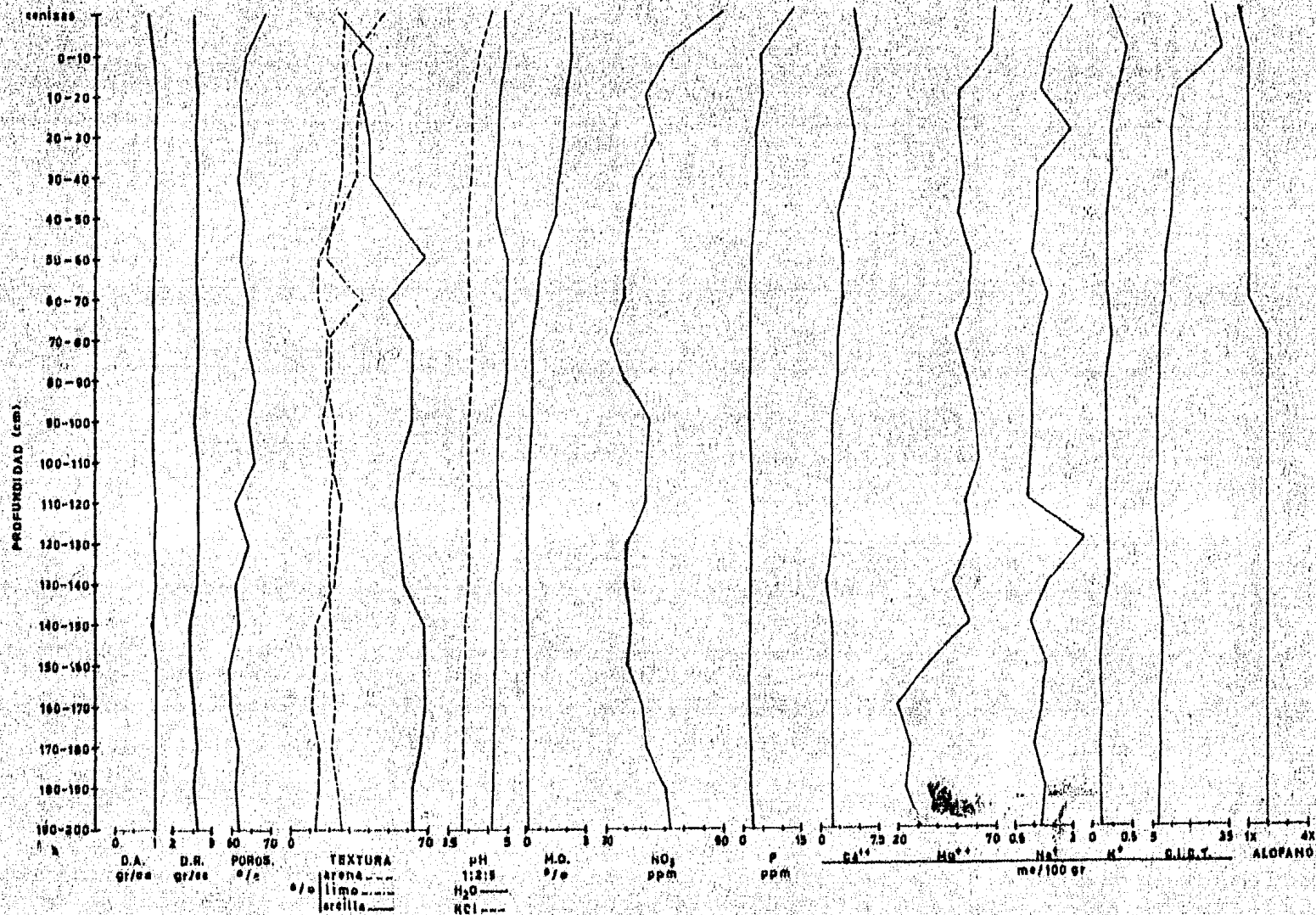


## Cuadro de resultados del perfil No. 7

Teapa, Tab.

prof. cm.	color seco	color húmedo	densidad aparente gr/cc	densidad real gr/cc	porosidad %	t e x t u r a			H <sub>2</sub> O	pH	KCl 1:2.5	M.O. %	NO <sub>3</sub> ppm	P ppm	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	C.I.C.T.	alofano
						arena %	limo %	arcilla %												
ceniza	2.5 Y 8/0	5 YR 3/4	0.79	2.50	68.40	48	28	24	5.04	4.58	2.28	90.0	13.23	4.50	69.75	2.04	0.26	21.06	trazas	
0	blanco	par.roj.osc.				48	28	24												
10	10 YR 6/4	5 YR 3/3	0.90	2.47	63.56	32	26	42	5.02	4.34	2.28	60.0	4.51	5.25	68.25	1.43	0.46	23.58	X	
10	par.ama.cla.	par.roj.osc.				a	r	c												
10	10 YR 5/4	5 YR 4/4	1.0	2.62	61.83	36	28	36	4.86	4.14	2.14	50.0	4.86	3.75	51.75	1.17	0.33	12.06	X	
20	par.ama.cla.	pardo rojizo				migajón	arcilloso													
20	7.5 YR 4/4	5 YR 4/4	0.96	2.56	62.50	34	26	40	4.80	4.12	2.0	55.0	3.73	4.50	51.75	1.96	0.26	10.08	X	
30	pardo oscuro	pardo rojizo				migajón	arcilloso													
30	10 YR 6/4	5 YR 3/4	0.99	2.57	61.48	34	26	40	4.70	4.10	1.72	45.0	3.38	3.75	54.0	1.09	0.26	10.52	X	
40	par.ama.cla.	par.roj.osc.				migajón	arcilloso													
40	5 YR 5/6	5 YR 4/6	0.95	2.58	63.18	24	22	54	4.70	4.02	1.45	42.5	2.96	2.25	51.0	1.09	0.20	10.08	X	
50	rojo amarill.	rojo amar.				a	r	c												
50	5 YR 6/8	5 YR 4/6	0.97	2.56	62.11	14	18	68	5.0	4.0	0.76	40.4	2.25	3.0	56.25	0.96	0.20	8.64	X	
60	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
60	5 YR 6/6	5 YR 4/6	0.92	2.57	64.20	14	36	50	5.02	4.04	0.69	40.0	2.25	3.0	56.25	1.35	0.20	8.64	X	
70	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
70	5 YR 6/8	5 YR 5/6	0.95	2.61	63.60	20	18	62	5.10	4.12	0.34	32.5	2.25	2.25	49.50	1.09	0.26	7.20	XX	
80	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
80	5 YR 6/6	5 YR 4/6	0.89	2.60	65.77	20	18	62	5.0	4.08	0.34	40.0	1.83	2.25	55.50	0.96	0.17	6.84	XX	
90	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
90	5 YR 6/6	5 YR 4/6	0.90	2.52	64.29	16	22	62	4.82	4.04	0.34	52.5	1.69	1.50	59.25	0.96	0.17	6.48	XX	
100	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
100	5 YR 6/8	5 YR 5/6	0.90	2.62	65.65	22	22	56	4.75	4.04	0.21	50.0	1.83	1.50	60.75	0.91	0.17	6.56	XX	
110	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
110	5 YR 6/8	5 YR 5/8	1.01	2.59	61.0	25	20	54	4.78	4.06	0.14	50.0	2.60	1.50	54.0	0.85	0.17	6.30	XX	
120	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
120	5 YR 6/8	5 YR 5/8	0.94	2.60	63.85	24	20	56	4.78	3.98	0.07	40.0	2.25	1.50	56.25	2.35	0.20	6.66	XX	
130	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
130	7.5 YR 7/8	5 YR 5/8	1.01	2.60	61.15	22	20	58	4.70	4.0	0.07	40.0	2.04	0.75	48.0	1.35	0.20	6.56	XX	
140	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
140	5 YR 7/8	5 YR 5/8	0.93	2.41	61.41	12	20	68	4.70	3.92	0.07	42.50	2.04	1.50	55.50	0.91	0.13	7.38	XX	
150	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
150	5 YR 6/8	5 YR 5/8	0.98	2.38	58.82	12	20	68	4.70	3.88	0.07	40.0	1.69	1.45	35.65	1.28	0.09	7.38	XX	
150	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
160	5 YR 7/8	5 YR 5/8	1.0	2.48	59.68	10	22	68	4.72	3.86	0.14	47.5	1.48	1.45	19.55	1.22	0.13	7.02	XX	
170	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
170	5 YR 7/8	5 YR 5/8	1.0	2.60	61.54	14	20	66	4.64	3.86	0.07	50.0	2.04	1.45	26.45	1.02	0.09	6.84	XX	
180	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
180	5 YR 7/8	5 YR 5/8	0.99	2.53	60.87	14	24	62	4.64	3.86	0.07	50.0	1.83	1.30	24.15	1.28	0.09	6.84	XX	
190	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												
190	7.5 YR 7/6	5 YR 5/8	0.99	2.58	61.63	12	26	62	4.60	3.82	0.14	52.5	2.46	1.30	31.05	1.17	0.13	6.48	XXX	
200	amar. roji.	rojo amar.				a	r	c												

XX Bajo  
 XX Medio  
 XXX Alto  
 XXXX Muy alto



El perfil No. 8 se hizo en "El Portal", potrero ubicado en las inmediaciones de Pichucalco. Chis. a 20 km de distancia del Volcán Chichonal. La vegetación reportada como original es de Selva Alta Perennifolia de Ficus insipida. El material parental es de lutitas del Paleoceno. El tipo climático es Af(m)w"(i')g "cálido húmedo con lluvias todo el año", con una temperatura media anual de 26.4°C y una precipitación media anual de 4029.4 mm.

Este perfil se caracteriza por tener una profundidad de 190 cm y por presentar un color en seco; amarillo rojizo, 7.5 YR 6/6, 5 YR 6/8, 7/8 y 7/6 y en húmedo; rojo amarillento 5 YR 5/6, 2.5 YR 4/8 y 5/8.

La densidad aparente presenta valores que varían de 1.02 a 0.94 gr/c.c. en todo el perfil. Y la densidad real de 2.6 a 2.56 gr/c.c. El porcentaje de espacio poroso varía de 61.22 a 64.39%. La textura es arcillosa de 0-140 cm y arcillo limosa de 140-190 cm.

El pH es ácido, tanto en agua como en solución salina de KCl 1-N pH-7 en la relación 1:2:5 para ambos casos. En agua se observan valores que oscilan entre 5.90 y 5.20 y en solución salina de 5.22 a 4.14. La materia orgánica es baja, con porcentajes que van de 1.10 a 0.03 en función de la profundidad, presentando los mayores porcentajes en las capas superficiales. Los nitratos son altos y varían de 50.0 a 70.0 ppm. El fósforo presenta 2.82 ppm en la capa

de 0-10 cm y luego baja de 0.74 a 1.86 ppm de 10-150 cm para subir de nuevo a 2.04 ppm de 150-190 cm.

De las bases intercambiables el calcio presenta de 5.75 a 4.60 meq/100 gr en todo el perfil a excepción de la profundidad 120-130 cm en donde se presenta un valor de 3.45 meq/100 gr. El magnesio es alto, con respecto a las otras bases intercambiables, con valores que varían de 36.8 a 26.45 meq/100 gr. El sodio presenta valores que decrecen de 1.48 a 0.65 meq/100 gr. Y el potasio, con valores muy bajos, va de 0.58 a 0.09 meq/100 gr. La capacidad de intercambio catiónico total presenta los valores más altos del perfil en las capas superiores debido a la presencia de materia orgánica, de modo que va de 10.08 a 6.21 meq/100 gr.

Las cantidades de a lofano varían desde bajas hasta altas en todo el perfil.

## Cuadro de resultados del perfil No. 8

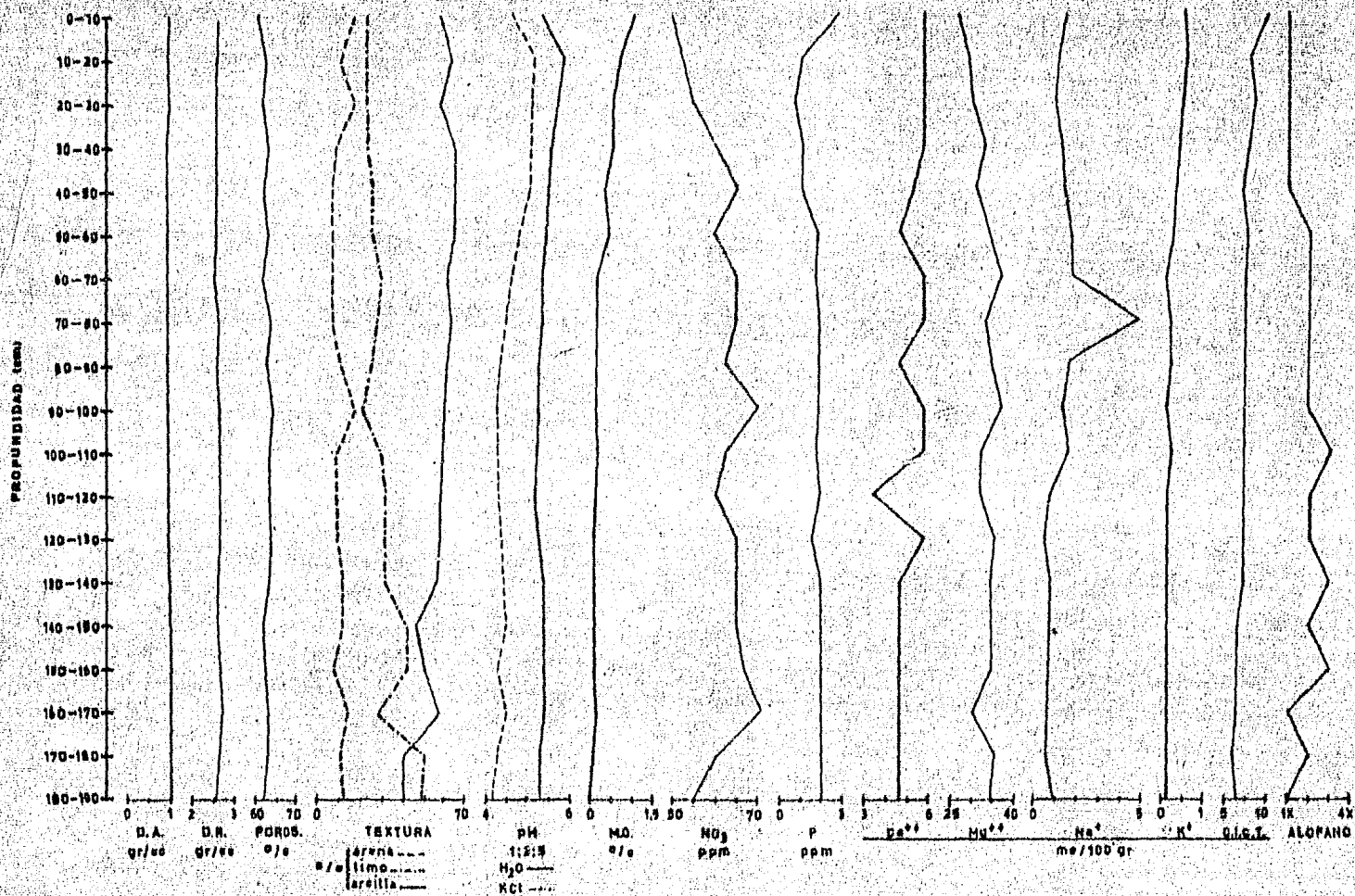
"El Portal" Mpio. Pichucalco, Chis.

prof. cm.	color seco	color húmedo	densidad aparente gr/c.c.	densidad real gr/c.c.	porosidad o/o	t e x t u r a			pH	M.O. o/o	NO <sub>3</sub> ppm	P ppm	me/100 gr				C.I.C.T.	alofano	
						arena o/o	limo o/o	arcilla o/o					Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>			
0	7.5 YR 6/6	5 YR 5/6	1.02	2.63	61.22	18	24	58	5.40	4.72	1.10	50.0	2.82	5.75	26.45	1.48	0.51	10.08	X
10	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
10	5 YR 6/8	2.5 YR 4/8	0.95	2.58	63.18	12	24	64	5.90	5.22	0.76	52.50	1.13	5.75	26.75	1.17	0.58	7.74	X
20	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
20	5 YR 6/8	2.5 YR 4/8	0.99	2.51	62.07	18	24	58	5.80	5.15	0.62	55.0	0.74	5.75	29.90	1.02	0.46	8.46	X
30	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
30	5 YR 7/8	2.5 YR 4/8	0.95	2.60	63.46	10	24	66	5.60	5.15	0.62	60.0	1.13	5.75	33.35	1.28	0.38	7.74	X
40	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
40	5 YR 7/8	2.5 YR 4/8	0.97	2.58	62.40	8	26	66	5.54	5.08	0.41	65.0	1.13	5.75	31.05	1.35	0.29	7.02	X
50	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
50	5 YR 7/8	2.5 YR 4/8	0.95	2.60	63.46	8	26	66	5.48	4.80	0.48	60.0	1.86	5.17	33.92	1.67	0.26	7.56	XX
60	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
60	5 YR 7/8	2.5 YR 4/8	0.97	2.54	61.81	8	30	62	5.40	4.64	0.21	65.0	1.69	4.60	36.80	1.67	0.13	7.38	XX
70	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
70	5 YR 7/8	2.5 YR 4/8	0.95	2.66	64.28	8	28	64	5.38	4.50	0.21	65.0	1.86	5.75	33.35	4.76	0.20	7.38	XX
80	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
80	5 YR 7/8	2.5 YR 4/8	0.96	2.61	63.22	12	26	52	5.32	4.35	0.14	62.50	1.86	5.75	34.50	1.61	0.20	7.20	XX
90	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
90	5 YR 7/8	2.5 YR 4/8	0.94	2.64	64.39	18	22	60	5.28	4.32	0.14	70.0	1.86	4.60	36.80	1.28	0.13	6.84	XX
100	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
100	5 YR 7/8	2.5 YR 4/8	0.96	2.63	63.50	10	30	60	5.26	4.32	0.21	62.50	1.69	5.75	32.20	1.61	0.17	7.20	XXX
110	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
110	5 YR 7/8	2.5 YR 4/8	0.97	2.65	63.40	10	32	58	5.20	4.32	0.14	60.0	1.86	5.75	32.20	0.78	0.13	7.20	XX
120	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
120	5 YR 7/6	2.5 YR 4/8	0.96	2.65	63.77	10	32	58	5.30	4.38	0.07	65.0	1.48	3.45	35.65	0.46	0.09	7.02	XX
130	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
130	5 YR 7/6	2.5 YR 4/8	0.96	2.63	63.50	12	32	56	5.40	4.44	0.14	65.0	1.86	5.75	34.50	0.78	0.13	7.36	XXX
140	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
140	5 YR 7/6	2.5 YR 4/8	0.98	2.59	62.16	12	42	46	5.40	4.48	0.07	65.0	1.86	4.60	34.50	0.78	0.13	6.44	XX
150	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
150	5 YR 7/6	2.5 YR 5/8	0.96	2.65	62.64	8	42	50	5.40	4.30	0.07	67.50	2.04	4.60	34.50	0.78	0.13	6.65	XXX
160	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
160	5 YR 7/6	2.5 YR 5/8	0.99	2.69	63.20	14	28	58	5.40	4.52	0.14	70.0	2.04	4.60	29.90	0.72	0.13	6.44	X
170	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
170	5 YR 7/6	2.5 YR 5/8	0.98	2.65	63.02	10	50	40	5.35	4.28	0.07	60.0	2.04	4.60	35.65	0.65	0.09	6.21	XX
180	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											
180	5 YR 7/6	2.5 YR 5/8	0.98	2.56	61.72	12	48	40	5.32	4.14	0.03	55.0	2.04	4.60	34.50	0.91	0.13	6.67	X
190	amarillo roj.	rojo amarill.				a	r	c											

X Bajo  
 XX Medio  
 XXX Alto  
 XXXX Muy alto



# Gráfica del Perfil No. 8



## VII. DISCUSION DE RESULTADOS.

Las características generales de los suelos de cenizas volcánicas del Chichonal son parcialmente heterogéneas desde el punto de vista mineralógico por las diferentes emisiones ocurridas en las erupciones de marzo y abril de 1982. Estas diferencias se manifiestan con la parcial irregularidad de los valores de los análisis fisicoquímicos y mineralógicos de las muestras que se presentan en cada uno de los perfiles.

Los resultados en el perfil No. 1 muestran que hubo un primer depósito de cenizas de color blanco, 10 YR 8/1, tanto en seco como en húmedo, sobre la capa de 10 cm de espesor de suelo y posteriormente una de color gris claro, 10 YR 7/2 en seco y gris pardusco claro, 2.5 YR 6/2 en húmedo cubriendo la parte superficial del perfil. Independientemente del color dominante se observaron granulos de color negro que de manera probable correspondían a minerales de hornblenda, misma que se detectó en los análisis de rayos-X.

La densidad aparente en este perfil es más alta en las cenizas que en el suelo, con valores de 1.24 y 1.29 gr/c.c. en el primer caso y 1.21 gr/c.c. en el segundo. Lo mismo se puede apreciar en la densidad real con 2.56 y 2.42 gr/c.c. en cenizas y 2.48 gr/c.c. en suelo. Por el

contrario, la porosidad en cenizas es más baja, con valores de 51.50 y 46.76% aumentando en suelo a 51.07%. Se puede apreciar cierta relación entre estos valores y la textura ya que se presentan las densidades más altas y las porosidades más bajas en relación con las texturas arenosas.

Una característica muy significativa es el hecho de que el pH de estos suelos sea muy ácido, observándose una disminución en los valores de la acidez conforme se profundiza en el perfil. De aquí que en agua el pH sea de 3.20, 3.60 y 4.35 y en solución salina de KCl 1-N pH=7 3.19, 3.60 y 4.35. Esta acidez se debe a los componentes sulfurosos de las cenizas y a la lluvia ácida durante la erupción del Chichonal. La materia orgánica y los nitratos son muy bajos y las relativas altas cantidades que llegan a presentarse se deben a los restos vegetales sepultados por éstas. Es muy peculiar el hecho de que las cantidades de fósforo sean muy altas lo cual puede atribuirse a la presencia de apatitas en las cenizas.

Las bases intercambiables en general son muy bajas, aunque se puede observar cierto predominio de los iones calcio, magnesio y sodio los cuales se pudieron confirmar mediante los análisis de rayos-X, los roentgenogramas nos indican altos valores en oligoclasa albítica, anortoclasa y hornblenda, minerales en cuya composición química entran

...

los cationes calcio, magnesio y sodio. Las capacidades de intercambio catiónico total son bajas, aunque en la última capa, correspondiente a suelo, se incrementan debido a la presencia de arcillas y materia orgánica.

El alofano es bajo, alto y muy alto en este orden conforme se profundiza en el perfil, y se correlaciona con los valores de pH de los suelos de este perfil que van de 3.2 a 4.3 en agua y de 3.2 a 3.8 en KCl.

En el perfil No. 2, por las condiciones de su formación, se presentan características muy particulares respecto a los otros perfiles. Estas diferencias se deben a que el perfil se formó por el arrastre y depositación de material magnético como consecuencia del cambio de cauce del Río Tectupán. Así pues, se encontró que el color en seco, a los 10 cm por encima del suelo era blanco, 10 YR 8/1 y gris claro, 2.5 y 7/2 y en húmedo, gris pardusco claro, 2.5 Y 6/2 y gris claro, 10 YR 7/1 y 2.5 Y 7/2.

Cabe señalar la notoria relación que existe entre el color y algunas características fisicoquímicas del perfil, ya que, si se comparan los primeros 40 cm, en donde el color es gris claro, 2.5 Y 7/2 en seco y 10 YR 7/1 en húmedo, el porcentaje de espacio poroso es más alto que en la capa de 40-50 cm de color blanco, 2.5 Y 8/2, esto se puede deber al tamaño de partículas más pequeño en la primera capa de 0-40 cm que en la de 40-60 cm que presenta par

tículas mayores, esto se relaciona también con la textura pues se puede apreciar que, en las capas inferiores de cenizas ésta es arenosa y en las superiores es arena migajosa. Este fenómeno se debe fundamentalmente al tamaño de las partículas, como las cenizas se encontraban en solución con las aguas del río, las partículas de arena más grandes se depositaron en el fondo y las más finas en la superficie.

En cuanto al pH, los materiales edáficos dan reacción alcalina de 0-40 cm con valores en agua de 8.65 a 7.76 y en solución salina de 8.10 a 7.9, luego pasa a ácida de 40-60 cm, con valores de 4.35 y 4.6 en agua y 4.42 y 4.68 en solución salina y nuevamente se vuelve alcalina de 60-70 cm con valores de 7.99 y 7.65 en agua y solución salina respectivamente. Esto puede ser interpretado como una diferencia en la naturaleza de los materiales eyectados por el volcán o más bien, estos depósitos alcalinos pueden deberse a los acarreos por las corrientes del río. Los valores altos de nitratos en la capa de 40-70 cm están dados por la vegetación que quedó cubierta por las cenizas. La determinación de fósforo fué hecha por dos técnicas, en virtud de la diferencia de pH, y en donde en ambos métodos se obtuvieron valores altos, lo cual puede deberse a los fosfatos del material ígneo.

De las bases intercambiables el calcio presenta los valores más altos, desde 1.22 hasta 28.06 meq/100 gr. mien



tras que el potasio, con los valores más bajos presenta - desde 0.15 hasta 0.44 meq/100 gr. Las capacidades de in- - intercambio catiónico total son bajas en las capas de cenizas con valores de 3.91 a 12.31 meq/100 gr y aumenta a - 30.65 meq/100 gr en suelo debido a la presencia de arcillas y a los restos vegetales sepultados por las mismas - cenizas.

Las cantidades de alofano en la capa de 40-60 cm son bajas, en el resto del perfil no es recomendable su determinación por tener los suelos un pH alcalino por lo que se recomienda emplear otra técnica.

Los perfiles 3, 4, 5 y 6 por haberse hecho en la misma zona presentan características fisicoquímicas y mineralógicas muy semejantes entre sí, de aquí que los colores - tanto en seco como en húmedo de las cenizas presenten cierta correlación en su distribución dentro de cada uno de - los perfiles, dando así diferentes tonalidades en cada estrato debido al diferente tipo de materiales arrojados en cada emisión del Chichonal.

Las densidades aparente y real en las cenizas son altas respecto a las de suelo con valores promedio de 1.4 - gr/c.c. en la primera y 2.7 gr/c.c. en la segunda, mientras que los valores de suelo en promedio son de 0.9 y - 2.5 gr/c.c. respectivamente. Por otro lado, el porcentaje de porosidad es más bajo en las cenizas que en el suelo. -

Estos valores se relacionan con las texturas arenosas de las cenizas y arenos migajosas del suelo.

El pH de estos suelos presenta una acidez la cual disminuye conforme se profundiza en el perfil, esta acidez, como la de los otros perfiles, es debida a la presencia de compuestos sulfurados en las cenizas y a la lluvia ácida durante la erupción del Chichonal. La materia orgánica y los nitratos son bajos en todo el perfil a excepción de las capas de suelo en donde son más altos debido a los restos orgánicos sepultados por las cenizas. El fósforo varía mucho en los perfiles a causa de la diferencia en la composición de cada uno de los estratos de cenizas.

Las bases intercambiables son bajas, aunque se presentan valores relativamente altos en sodio, calcio y magnesio lo cual se corroboró con los análisis de rayos-X al identificarse la presencia de oligoclasas albiticas, anortoclasa y hornblenda. Las capacidades de intercambio catiónico total son bajas a excepción de las capas de suelo quien presenta valores promedio de 20 meq/100 gr debido a la presencia de arcillas y materia orgánica.

El alofano varía en las cenizas de bajo a medio aunque en suelo estos valores se incrementan hasta muy altos debido a un mayor intemperismo de las cenizas volcánicas.

Las características de los perfiles 7 y 8 son semejan

tes, aunque pueden notarse diferencias en los primeros 40 cm de profundidad ya que en el primero de éstos, hubo una mayor contaminación de cenizas por encontrarse más cercano a la zona del Chichonal. Estas diferencias son más notorias en el color ya que, en el perfil No. 7 se presenta una capa superficial de cenizas volcánicas de color blanco, 2.5 Y 8/0 en seco y pardo rojizo oscuro, 5 YR 3/4 en húmedo que pasa a pardo rojizo oscuro hasta los 40 cm y a partir de esta profundidad, tanto en el perfil No. 7 como en el 8, en este último a partir de 0-10 cm, el color es amarillo rojizo, 5 YR 6/8 en seco y rojo amarillento, 5 YR 4/8, 4/6 y 5/8 en húmedo.

El pH es más ácido en el perfil 7 que en el 8, posiblemente por el aporte de los materiales emitidos por el volcán. Las texturas son en general arcillosas aunque en el perfil 7 se presenta un migajón arcillo arenoso y migajón arcilloso hasta los 40 cm por la contaminación de cenizas. Los contenidos de materia orgánica en las primeras capas del perfil son altas mientras que en las últimas son bajas. El fósforo en los primeros 40 cm del primero de estos dos perfiles es alto por los fosfatos en las cenizas.

De las bases intercambiables, el magnesio en ambos perfiles, alcanza valores muy altos hasta de 69.75 meq/100 gr, posiblemente por el tipo de material parental que les da origen. Las capacidades de intercambio catiónico total

son bajas en general en los dos perfiles aunque aumenta ligeramente en la superficie del perfil por las arcillas y la materia orgánica.

El alofano, que presenta valores bajos en las capas superficiales de los dos perfiles, aumenta de medio a alto en las siguientes capas debido a un mayor intemperismo de los materiales formadores de éste.

De las especies vegetales colectadas en estos seis perfiles: Asclepias curassavica L., Borreria laevis (Lam.) Griseb., Lantana, Mimosa pigra, Paspalum conjugatum Bergius, Pennisetum sp., Philodendron, Stachytarpheta, Thelypteris resiliens (Maxon) A.R. Smithy, Thelypteris torresiana (Gaud.) Alston y Xanthosoma, sólo los géneros Lantana y Xanthosoma son reportados para esta zona por Pérez y Sarukhán (1970), fenómeno que puede suponer, en forma muy reservada, la introducción y establecimiento de especies pioneras, principalmente del tipo de las oportunistas, puesto que las condiciones imperantes después de la erupción, podría pensarse, se prestaban para que sólo este tipo de vegetación pudiera soportar las características tan drásticas del nuevo sustrato y por la ausencia de competencia con especies dominantes.

Un aspecto muy significativo que cabría señalar es el hecho de que a un año de haber ocurrido la erupción del Chichonal la gramínea Pennisetum sp. se encontraba muy

desarrollada, alcanzando una altura superior a los dos metros; este fenómeno hace suponer los posibles efectos fertilizantes de las cenizas por aporte de cantidades apreciables de fósforo y nitratos como se observa en los resultados de los análisis de laboratorio.



## VIII. CONCLUSIONES.

Este trabajo, hecho en forma oportuna, debido a la rareza con que suceden estos eventos y porque la evolución que se da, tanto a nivel de génesis de suelos como ecológico es muy lenta y compleja, presenta un panorama que visualiza una parte de la trayectoria de este fenómeno desde sus inicios.

No obstante, las pocas bases que tienen para poder dar una opinión concluyente a los cuestionamientos que se han planteado en este trabajo, se ha dado inicio a la primera etapa del proyecto de investigación que cumple así con los objetivos establecidos y que han sido cubiertos en parte, según lo planeado para realizarse a corto, mediano y largo plazo.

De aquí que, de los resultados obtenidos se concluya que los objetivos que fueron cubiertos, hasta cierto punto a corto plazo, y que corresponden al estudio de las características fisicoquímicas y mineralógicas de los suelos y cenizas volcánicas del Chichonal, muestran resultados que ponen de manifiesto los efectos potenciales que han de ocurrir.

Así pues se tiene que en los resultados de análisis de rayos-X para las cenizas volcánicas se obtuvieron los siguientes componentes en orden de dominancia: oligoclasa

albitica, hornblenda, anortoclasa, cuarzo, augita, microclina, labradorita y feldespatos, los cuales por su composición mineralógica van a dar al suelo aportes de calcio, sodio, fierro, magnesio, aluminio, potasio y silicatos - principalmente los cuales, de alguna forma contribuirán en la fertilidad de los suelos.

En cuanto a los objetivos a cubrirse a mediano y largo plazo, y en los cuales se ha dado el primer paso, se tienen los efectos de la contaminación de cenizas en suelos ya existentes y que a consecuencia de dicha contaminación y por los resultados obtenidos en los análisis físico-químicos y mineralógicos, datos que permiten deducir las principales modificaciones físicas y químicas en el suelo.

De aquí que las cenizas volcánicas al variar en su espesor, diámetro de partículas, composición mineralógica, color, textura y demás características físicas y químicas en los diferentes sitios del área de estudio y en el perfil del suelo, tengan una tendencia a variar en cierto modo en la dinámica de la génesis de estos suelos.

Por tal motivo se tiene que las principales características que se modifican en el suelo por la presencia de cenizas son: color, quien tiende a darle al suelo tonos más claros, hay un incremento en los valores de densidad aparente y real y una disminución en el porcentaje de porosidad, así como una tendencia del suelo a ser menos arcii-

lloso por la textura arenosa de las cenizas, y por consiguiendo un aumento en la aireación y drenaje del suelo, - también se presenta un aumento en la acidez del suelo debido a los  $\text{pH}_s$  tan bajos de las cenizas, y el fósforo, que - aunque se presenta en las cenizas en altas concentraciones, va a ser fijado por los altos valores en alofano de las mismas.

Respecto a la vegetación que crece sobre las cenizas volcánicas, con base a las observaciones hechas en la zona de estudio y por voz de los mismos pobladores, se corroboró que las plantas que no fueron dañadas por la erupción, - y que recibieron el aporte de cenizas, aparentemente por el efecto de las mismas se fortalecieron, mientras que las que posteriormente se establecieron sobre las mismas cenizas, a excepción de las plantas oportunistas, tuvieron un desarrollo muy precario. Por tanto, las cenizas además de ejercer un efecto fertilizante sobre las plantas, están - influyendo en la modificación de las características físico-químicas del suelo. De esto puede deducirse que las cenizas volcánicas frescas por sí solas pueden tener algún efecto tóxico sobre la vegetación debido a los contenidos de azufre y sus derivados y a un elevado drenaje.

Las características climáticas de la zona: alta precipitación y temperatura, inducen a un acelerado intemperismo de las cenizas, cuyo efecto para la formación de nuevos

suelos o su integración a los suelos ya existentes probablemente sea positiva, independientemente de las modificaciones que cause en la vegetación ya que ha ocasionado un aceleramiento en la germinación y desarrollo de muchas - - plantas en el lapso de un año después de la erupción del - Chichonal.

## IX. RECOMENDACIONES.

Con base en el presente trabajo cabría señalar la necesidad de que más personas capacitadas se interesen en seguir esta línea de investigación, que además de importante resulta interesante por lo especial que resultan estos eventos y porque estudios de este tipo son escasos por la misma rareza con que suceden éstos. Es por esto que este trabajo podría tomarse como base para futuros estudios que conduzcan a un mejor entendimiento de la relación; material parental-suelo-planta y las condiciones ambientales que influyan directa o indirectamente sobre éstos.



## X. BIBLIOGRAFIA.

AGUILERA, H.N. 1954. Estudio preliminar del contenido arcilloso de un perfil de Tepatitlán, Jal. Rev. Chapingo. 64:1-4.

\_\_\_\_\_ 1961. Algunos suelos de la Meseta Tarasca.-- Génesis y Clasificación. Chapingo, México. p. 1-28.

\_\_\_\_\_ 1965. Suelos de Ando. Génesis, Morfología y Clasificación. Serie de Invest. No. 6. Chapingo, México.

\_\_\_\_\_ 1969. Geographic distribution and characteristics of volcanic ash soils in México. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación Interamericano de Cien. Agr. de la OEA. Turrialba, Costa Rica.

\_\_\_\_\_ 1977. Suelos: in Atlas de Geografía de García, E., Ed. Porrúa. México, D.F. p. 110-111.

\_\_\_\_\_ 1982. Efectos del evento del Chichonal, -- Chiapas en suelos y vegetación. Conferencia de la -- Sesión Ordinaria del 4 de noviembre de 1982. Soc. -- Mexicana de Botánica, México, D.F.

- ARIAS, H.A. y RIASCO, R.G. 1971. Algunas propiedades físicas de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Pasto Colombia, determinadas por diferentes métodos, - Turrialba, Costa Rica. Vol. 21(4):393-402.
- BESOAIN, M.E. 1969. Mineralogía de las arcillas de los suelos de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Inst. Interamer. - Cien. Agr. OEA, Turrialba, Costa Rica.
- BIRREL, K.S. 1964. Some properties of volcanics ash soil. Report of meeting on the classification and correlation on soils from volcanic ash. World soils resource report. No. 14 FAO.
- BLACK, C. 1965. Methods of soils analysis II Agronomy. - American Society Agronomy Madison, Wisconsin, USA. - p. 9-11.
- BORNEMIZA, E. y PINEDA, R. 1969. Minerales amorfos y mineralización del nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica, B-7.
- BOUYOUKOS, G.J. 1936. Directions for making mechanical analysis of soil by Hydrometer Method. Soil Sci. - - 42:25-30.

- BRINDLEY, G.W. y MAC EWAN, D.M.C. 1951. X-ray identification and crystal structures of clay minerals. The - Mineralogical Society (Clay Minerals Group). London. p. 306-319.
- BAVER, L.D. 1901. Física de Suelos. UTEHA. México. p. - 529.
- CANUL-DZUL, R.F., RAZO, M.A. y ROCHA, L.V. 1983. Geología e historia volcanológica del Volcán Chichonal, Estado de Chiapas: in El Volcán Chichonal. México, D.F., - UNAM., Inst. Geología. p. 100-120.
- CERVANTES, B.J.F. et al 1983. Determinación preliminar de los daños causados al medio natural por las erupciones del Volcán Chichonal: in El Volcán Chichonal. - - México, D.F., UNAM. Inst. Geología. p. 100-120.
- CORTEZ, L.A. 1966. Suelos de Ando en la República Mexicana de la Ciencia del Suelo, México.
- CHIRINOS, P.G. 1976. Prospecto Ostuacán; Plano índice de informes recopilados, escala 1:100,000, y planos geológicos del Prospecto Ostuacán, hojas 3 y 4, escala 1:50,000: México, D.F., Petróleos Mexicanos, Informe Geológico 710, Anexo 5. Cit. in El Volcán Chichonal. - México, D.F., UNAM. Inst. Geología.

- DGINAL. 1981. Hoja Ixhuatán: México, D.F., Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. Mapa Topográfico E15039, esc. 1:50,000.
- ESCOBAR, G. et al. 1972. Propiedades físicas de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas. Turrialba, Costa Rica, Vol. 22(3):338-346.
- FASSBENDER, H.W. 1972. Variaciones estacionales de elementos nutritivos en suelos derivados de cenizas volcánicas de Costa Rica. II. Panel sobre suelos volcánicos de América. Pasto, Colombia. S.A. OEA.
- FIEDES, M. 1955. Clay mineralogy of Zealand Soil. Part. II. Allophane related mineral colloid. N.A. Jour. - - Sci. Tech. 37(3): 336-350.
- FIEDES, M. y FERROT, K.W. 1966. The nature of allophane in soils. Rapid field and laboratory test, part III, N.A. Jour. Sci. 9:623-629.
- GARCIA, C.N.E. 1970. Estudios edafológicos de suelos derivados de cenizas volcánicas del Popocatepetl, Estado de Puebla.  
TESIS. Facultad de Ciencias. UNAM.
- GENERAL ELECTRIC XRD-3. X-Ray Diffraction Apparatus. General Electric X-Ray Corporation, USA.

HAYAMA, T.M.L.M. 1971. Estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas del Nevado de Toluca, Estado de México.

TESIS. Facultad de Ciencias. UNAM.

HIROISHI, S.M.S. 1970. Estudio de algunos perfiles de - - suelos derivados de cenizas volcánicas de los volcanes Xitle, Teuhtli, Chichinautzin y el Cerro de Tres Cumbres.

TESIS. Facultad de Ciencias, UNAM.

JACKSON, M.L. 1964. Análisis Químicos de Suelos. Ed. Omega, Barcelona, España.

JACQUES, C.J. y DEMANT, A. 1983. Naturaleza y composición del material emitido por el Volcán Chichonal, Chiapas (marzo-abril, 1982): in El Volcán Chichonal. México, D.F., UNAM., Inst. Geología. p. 81-89.

JACOBO, A.J. 1983. Experiencias de campo y reseña de la actividad del Volcán Chichonal en abril de 1982: in - El Volcán Chichonal. México, D.F., Inst. Geología. p. 57-66.

LOPEZ, M.R. 1980. Tipos de vegetación y su distribución en el Estado de Tabasco y Norte de Chiapas. UACH. México. p. 30-41.



MARTIN DEL POZZO, A.L. y ROMERO, V.H. 1982. Major element chemistry of the march-april (1982) Chichón Volcanics. *Geof. Int.* vol. 21:2 p. 177-192.

MARTINEZ, M. 1923. Catálogo alfabético de nombres vulgares y científicos de plantas que existen en México: - Sría. Agricultura y Fomento, Dir. Est. Biológicos, - 1, 220 p.

MEDINA, M.F. 1982. El Volcán Chichón. *Geof. Int.* vol. - - 2:4 p. 6-19.

MIRANDA, F. 1952. La Vegetación de Chiapas: in Contribuciones al estudio ecológico de las zonas cálido-húmedas de México (2). La vegetación de la región de Pichucalco, Chiapas. Pérez J.L.A. y Sarukhán, K.J. - - 1970. INIF. México, D.F.

MIRANDA, F. y HERNANDEZ, X.E. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. - - Méx.* 28:29-179.

MULLERIED, K.G.F. 1936. El Chichón, volcán en actividad; - descubierto en el Estado de Chiapas: Memorias de la Academia Antonio Alzate (México), t. 53 p. 411-416.

\_\_\_\_\_ 1945. Contribución a la geología de México y noroeste de la América Central. *Inst. Geología - UNAM.* p. 66-69.

- \_\_\_\_\_ 1957. Geología de Chiapas. Inst. Geología, UNAM. p. 107-132.
- MUNSELL SOIL CHARTS. 1954. Edition. Munsell Color Company, Inc. Baltimore. 2, Maryland, USA.
- PEREZ, J.L.A. y SARUKHAN, K.J. 1970. Contribuciones al estudio ecológico de las zonas cálido-húmedas de México (2). La Vegetación de la región de Pichucalco, Chiapas. INIF., México, D.F. p. 69-81.
- PROL, R.M. et al. 1982. Preliminary chemical and petrographic results of the march-april "El Chichón" Volcanics. Geof. Int. vol. 21:1 p. 177-192.
- RAMIREZ, D.F.I. 1981. Estudios edafológicos de la zona centro-este del Estado de Veracruz.  
TESIS. Facultad de Ciencias, UNAM.
- RAMOS, B.R. 1982. Estudios edafológicos de la zona de Marqués de Comillas Estado de Chiapas.  
TESIS. Facultad de Ciencias, UNAM.
- SARUKHAN, K.J. 1964. Estudio sucesional de una área tala-da en Tuxtepec, Oax. Inst. Nal. Inv. For. México. - - Publ. Esp. 3: 107-172. Cit. in: Contribuciones al estudio ecológico de las zonas cálido-húmedas de México (2). La vegetación de la región de Pichucalco, Chis. INIF., México, D.F. p. 77-85.

- SECRETARIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Dirección General de Estadística. V. Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal. - México, 1970.
- SHIMADA, M.K. 1972. Estudio de algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas y de Ando del Ajusco. TESIS. Facultad de Ciencias, UNAM.
- SILVA, M.L. 1982. Informe sobre la actividad volcánica - en Chiapas: in El Volcán Chichonal. México, D.F., - - UNAM., Inst. Geología. p. 3-22.
- SWINDALE, L.D. 1969. The properties of volcanic ash - - soil. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Inves- tiguación. Inst. Interamer. de Cienc. Agr. de la OEA. - Turrialba, Costa Rica.
- TAMAYO, J.L. 1962. Geografía General de México, Inst. Méx. Inv. Econ.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. 1965. Hoja Tux- tla Gutiérrez: México, D.F., Inst. Geografía, UNAM. - Carta de Vegetación 150-VII. Esc. 1:500,000.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. 1970. Hoja Tux- tla Gutiérrez: México, D.F., Inst. Geografía, UNAM. - Carta de Climas 15 Q-VII. Esc. 1:500,000.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. 1975. Carta --  
Geológica del Estado de Chiapas: México, D.F., UNAM.,  
Inst. Geología. Esc. 1:500,000.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. 1982. El Chichón  
y los cambios de clima. Centro Universitario de --  
Comunicación de la Ciencia. Coordinación de Exten- --  
sión Universitaria/UNAM. (Basado en New Scientist, 8  
de julio, 1982).