

113
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"ESTUDIOS EDAFICOS EN LA VILLA DE
MILPA ALTA, DISTRITO FEDERAL"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A :
ELVA MEDINA MENDOZA

ASESOR: NICOLAS AGUILERA HERRERA



MEXICO, D. F.

SEPTIEMBRE DE 1993

TESIS CON
FALLA DE CONTEN



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.

I N D I C E

	Pág.
Resumen	1
I INTRODUCCION	3
II OBJETIVOS	5
III REVISION DE BIBLIOGRAFIA	
1. Suelos derivados de cenizas volcánicas	6
1.1 Características morfológicas	8
1.2 Propiedades físicas	9
1.3 Propiedades químicas	11
1.4 Propiedades mineralógicas	13
2. EL NOPAL	16
2.1 Generalidades	16
2.2 Origen y descripción botánica	18
2.3 Su distribución en el mundo	21
2.4 Distribución e importancia en México	23
2.5 Taxonomía	25
a. Composición química del nopal	27
b. Sistema de raíces	29
c. Tallo y hojas	30
d. Materia seca	31
e. Frutos	31
f. Desarrollo del fruto	31
2.6 Utilización	32
a. variedades productoras de fruto	33
b. variedades productoras de verdura	33
c. principales plagas	34
d. productos para su consumo	34
2.7 Fertilización	35
3. MAIZ	37
3.1 Los terrenos buenos para el cultivo del maíz	38
3.2 El maíz en la nutrición de México	38
IV DESCRIPCION DE LA ZONA	
1. Localización	41
2. Antecedentes Históricos	42
3. Límites	44
4. Ubicación de área de estudio	47
5. Fisiografía	48
6. Hidrología	50
7. Clima	52
8. Geología	54
9. Vegetación	57
10. Población	59
11. Economía	62
12. Uso del Suelo	64

V SUELOS	
1. Descripción del Orden Inceptisol	67
2. Ambiente	68
3. Clasificación de los Inceptisoles	69
4. Usos de los Inceptisoles	71
VI MATERIALES Y METODOS	
1. De campo	73
2. De Laboratorio	74
VII RESULTADOS	76
VIII DISCUSION	96
IX CONCLUSIONES	108
X RECOMENDACIONES	110
XI BIBLIOGRAFIA	111

RESUMEN

La Zona de estudio se localiza en la Villa de Milpa Alta, Distrito Federal, se encuentra ubicada al sureste del Distrito Federal y se localiza geográficamente entre los $99^{\circ}05'$ de longitud oeste y los $19^{\circ}10'$ a los $19^{\circ}15'$ de latitud norte.

Se colectaron 177 muestras de suelos que corresponden a 10 perfiles de suelos, con el objeto de determinar sus características en el campo y sus correlaciones con los estudios de laboratorio y gabinete, para la clasificación de los suelos colectados.

Para proceder a esto, las muestras de suelos se sometieron a varias metodologías para determinar sus propiedades físicas y químicas como son: color, densidad aparente, densidad real, porosidad, textura, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico total, calcio, magnesio, potasio y sodio, intercambiables, nitratos, fósforo asimilable y alófono.

El tipo de clima en esta zona corresponde a un templado con temperatura media anual de 16°C , y a una precipitación anual de 684.4 mm.

La región presenta una topografía abrupta, muy pocos lugares planos y otros muy accidentados. Los suelos que se analizaron son generalmente profundos con medio y bajo contenido de materia orgánica, con pHs que van desde medianamente neutros, neutros y medianamente alcalinos, y con textura de migajón arenoso, migajón limoso y arena migajosa.

Los suelos derivan de cenizas volcánicas y de materiales parentales como tobas, brechas volcánicas y basaltos.

La mayoría de los sitios de muestreo presentan las condiciones

climáticas adecuadas para el cultivo del nopal. Siendo en la actualidad la Villa de Milpa Alta como principal productor de nopal verdura en el Distrito Federal.

Los suelos se clasificaron en base a observaciones de campo, de gabinete, análisis de laboratorio y de acuerdo al Soil Taxonomy (1975), correspondiendo al Orden Inceptisol, Suborden Andept, Gran grupo Eutrandedpt y Gran grupo D'strandept.

Es muy importante el conocimiento de estos suelos, ya que esta zona es la principal productora de nopal verdura, la cual tiene múltiples usos entre ellos el consumo humano.

I INTRODUCCION

El suelo es un cuerpo natural, formado por materiales minerales no consolidados y por materiales orgánicos y que está sujeto a los factores formadores del suelo y del medio, como son:

La roca madre o material parental, el clima, los organismos (microorganismos y macroorganismos), la topografía y el tiempo.

En México es común encontrar volcanes y depósitos de cenizas volcánicas de origen basáltico, andesítico y rita lítico. Aproximadamente un tercio del área total de la República Mexicana es dominada por suelos derivados de cenizas volcánicas.

Dada la Localización Geográfica de México, y su fisiografía los suelos derivados de cenizas volcánicas se localizan en climas fríos, templados, semiáridos, áridos, tropicales y del trópico húmedo. Por lo cual, la vegetación que se desarrolla en estos suelos es muy diversa.

El intemperismo de las cenizas volcánicas que se encuentran en las regiones con clima húmedo y subhúmedo de nuestro país, conduce a la formación de suelos con propiedades físico-químicas y mineralógicas muy especiales, la mayoría de los cuales llegan a presentar las características típicas del grupo de suelos denominados Andisoles, con características de Regosoles (cuando son muy jóvenes), o en proceso de Late rización (cuando el clima es de templado a cálido húmedo y los suelos son maduros); o bien Sierozems (suelos rojos desérticos).

En la actualidad, algunos de los graves problemas en la agricultura, se derivan de la falta de conocimientos detallados sobre las

propiedades de los suelos y al no darles un manejo adecuado y efectivo, grandes superficies estan siendo erosionadas.

Es necesario conocer las propiedades y características de los suelos con el fin de planear adecuadamente su uso adecuado y permitir su conservación, ya que, mediante el conocimiento científico y tecnológico podremos conocer, aprovechar, explotar y conservar nuestros recursos.

Un censo realizado en 1980 por el Centro del Nopal y Tuna del Estado de México, indica la existencia de 3,100 hectáreas cultivadas con nopal dedicadas a la producción de tuna, 2,375 hectáreas del nopal silvestre y 200 hectáreas de xoconotle.

En la zona de estudio se ha reportado una producción de 15,000 toneladas semanales de nopal como verdura. Por lo cual se dice que Milpa Alta es el principal abastecedor de nopal verdura del Distrito-Federal.

II O B J E T I V O S

- 1.- Determinar las Propiedades Físicas y Químicas de los suelos.
- 2.- Clasificar taxonómicamente los suelos de la zona de estudio con base en el Soil Taxonomy 1975.
- 3.- Recomendar el manejo de Suelos que son propicios para la zona de estudio.

III REVISION DE BIBLIOGRAFIA.

1.- Suelos derivados de cenizas volcánicas

Las cenizas volcánicas constituyen el material parental de una gran diversidad de suelos, que se intemperizaron y formaron suelos a - corto tiempo, siempre que las condiciones pedogenéticas de clima, topografía, organismos sean propicias. Entre los principales suelos derivados de cenizas volcánicas tenemos a los Regosoles, Andosoles, Pardo Forestales, Aluvio y Lacustro-volcánicos, Latosoles, Podzoles, Suelos de Praderas, y otros.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas se encuentran distribuidos en bastas zonas del mundo y han sido objeto de estudio, principalmente en aquellos lugares que presentan en gran parte, de su territorio suelos de este tipo, como en: Japón (Kanno 1961; Egawa, Kobo y Ohmae 1964), Hawai (Suwindale y Sherman 1964), Norteamérica y Alaska (Flech 1964), Centroamérica (Martini 1969), Nueva Zelanda (Parfitt et al, 1983 y 1985).

En la República Mexicana extensas regiones muestran depósitos de cenizas volcánicas de naturaleza Basáltica, Andesítica y Riolítica.

Las formaciones geológicas, atraviezan al país casi en su totalidad; la Sierra Madre Occidental (plegamientos) por el lado del Golfo de México. La parte septentrional por el Eje Neovolcánico, en éste la actividad volcánica fué especialmente importante, formando macizos montañosos en Jalisco, Colima, Michoacán, Estado de México, Puebla y Veracruz (Aguilera 1965).

El primer estudio que se hizo en nuestro país referente a éstos suelos fué en Jalisco por Aguilera (1954). Estudios posteriores se

han realizado sobre la Sierra y Meseta Tarasca (Moncada 1960; Aguilera 1961, 1965, Cervantes y Aguilera 1965), en el volcán La Malinche (Allen de 1968), Popocatépetl (Aceves y Aguilera (1967), Vallejo y Aguilera (1967, 1969), García (1970); Domínguez (1975), Chichinautzin, Xitle, Teutli y Cerro Tres Cumbres, Hiroishi (1974), Ajuaco (Shimada, 1972).

Los suelos derivados de cenizas volcánicas han recibido diversos nombres, según el país y el sistema de clasificación utilizado. En América del Sur se les ha denominado; suelos volcánicos, negro andino (Ecuador), Ñadis y Trumzos (Chile).

En América Central, Latosol, Pardo Forestal, suelos de Tlalpatate, Andosol.

En Estados Unidos de América: Pardo Forestal, Suelo de Pradera, Andosol, Andept, Hidrolatosol húmico (Hawai).

En México se han usado los nombres de Ando, suelo húmico de glofano; charanda y Tupuri.

De todos estos nombres el más comúnmente utilizado es el de suelo de Ando o Andosol, el término Ando a nivel de clasificación, data desde el año de 1945 y es usado por los pedólogos Thorp y Smith en el Japón en el año de 1949. Pero fué hasta el año de 1964 en la reunión sobre "Clasificación y Correlación de los suelos derivados de Cenizas Volcánicas", celebrado en Tokio, Japón cuando se llegó a la conclusión de que éste nombre era el más adecuado para designar este grupo de suelos. Su origen proviene del vocablo japonés Anshokudo, término descriptivo de uso común que significa: An- oscuro, Shoko - coloreado y do - Suelo. cit. en (García, 1984).

En la misma reunión en la que se designó el nombre del suelo

de Ando (Reunión auspiciada por FAO - UNESCO) se definieron los andosoles como: "Suelos cuya fracción activa mineral esta constituida predominantemente por materiales amorfos (mínimo 50%). Estos suelos tienen una alta retención de humedad en un horizonte "A" oscuro, friable, relativamente grueso, posee un alto contenido de materia orgánica, densidad aparente baja y poca pegajosidad, pueden tener un horizonte "B", sin mostrar cantidades significativas de arcilla iluvial, se encuentran bajo condiciones húmedas y subhúmedas".

1.1 CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS.

Existe generalmente una marcada diferenciación entre el suelo superficial y el subsuelo: "Wright (1964) refiriéndose a sus principales características de estos, agrega que presentar perfiles AC, A (B) C ó ABC con profundidades que oscilen entre 50 centímetros hasta más de un metro.

Los horizontes A son muy oscuros, por efectos de la materia orgánica o bien por las cenizas volcánicas; si el suelo es más imtemperizado, el color es pardo oscuro; y los horizontes inferiores de color rojizo claro a amarillento, los cuales estan claramente diferenciados y pertenecen al horizonte B ó C y cualquiera de estos horizontes pueden presentar estratificación deposicional, la cual puede atenuar o accentuar sus características genéticas verdaderas.

El horizonte A tiene una estructura granular o de bloque sub-

angular, débil fina o media, poco visible en húmedo pero mucho más evidente en seco. La consistencia puede ser firme o friable, el horizonte B o el subsuelo cuando está mojado da la sensación untosa y resbalosa con moderada plasticidad al tacto.

Inmediatamente debajo del Horizonte A, el suelo es usualmente más friable de todo el perfil. Uno o más horizontes endurecidos (hardpan) pueden estar presentes en él, pero éstos por lo general de posicionales y sus propiedades intrínsecas pueden llegar a reducirse o acentuarse con los procesos formadores de los suelos.

Los suelos están en la mayoría de los casos, bien drenados y bien aireados. A menudo se manifiestan capas superficiales enterradas, o pueden haber zonas "agrietadas", marcando los límites de cenizas de diferentes edades, en aquellos lugares en los cuales no ha habido tiempo para el desarrollo del suelo superficial. En la base de cada capa hay frecuentemente otra de partículas gruesas resultado de erupciones en las primeras etapas.

El límite entre los horizontes A y B es generalmente abrupto, aunque puede ser más gradual en áreas con muy alta precipitación pluvial.

1.2 PROPIEDADES FISICAS.

Una característica de estos suelos fué manifestada por Birrel (1964), que reconoce el alto contenido de humedad a través del perfil, asociada con valores bajos en la densidad aparente. Los subsuelos pueden tener contenidos de humedad comparables con aquellos mostrados

por los suelos superficiales altamente orgánicos de origen no volcánico.

Cuando se incrementa el contenido de coloides amorfos, se observa un marcado decrecimiento en los valores tanto del límite líquido como del límite plástico, si las muestras han sido previamente secadas al aire (Gradwell y Birrell, 1964).

La porosidad total es generalmente alta y muy uniforme en todo el perfil entre 70 y 82%, Densidad aparente entre 0.45 y 0.75 g/ml, mínimo 0.3 g/ml, también hay la presencia de poros grandes por lo cual la compactación es irregular.

Las capas superficiales del suelo son de color oscuro por la materia orgánica (9- 28%), con alifano recién formado. Este color oscuro puede extenderse a grandes profundidades. Subsuelos castaño-amarillo con consistencia jabonosa o untuosa.

En cuanto a textura se refiere, los suelos derivados de cenizas volcánicas muestran partículas de tamaño grande más que en otros suelos y esta propiedad esta relacionada a la existencia de materiales amorfos coloidales.

La dispersión de la arcilla es difícil, debido a la presencia de coloides amorfos en el suelo los cuales tienen un punto isoeléctrico más alto que el usual en minerales cristalinos y el contenido de hidróxidos que inducen a una mutua coprecipitación, (Birrell y Fieldes, 1952).

Por las cenizas volcánicas y su relativa rapidez de intemperización se producen texturas generalmente de migajones arenoso y li-

mosos, 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, op.cit)

Se presenta irreversibilidad en cuanto a densidad aparente y formación de agregados al secarse (Forsythe, 1969). Algunos suelos contienen gran cantidad de hierro no intemperizado y minerales primarios en la fracción arena que tienden a aumentar el peso del volumen del suelo y por esta razón el peso del volumen de los suelos de volcanes jóvenes tiende a ser alto (Yamanaka, 1964).

1.3 PROPIEDADES QUIMICAS.

El pH de estos suelos tienen valores desde ácidos hasta cercanos a la naturalidad. En suelos inmaduros o semimaduros, los volcánicos oscilan entre 5.0 y 6.0, debido a que el alcano ejerce una fuerte capacidad amortiguadora en la región de su punto isoelectrico, y a la alta capacidad amortiguadora de geles de alúmina polimerizados.

Cuando los suelos se han lavado excesivamente el pH llega a 4.5 y cuando contienen cantidades apreciables de montmorillonita el pH es casi neutro.

El contenido de materia orgánica es alto para los subhorizontes de la superficie (aproximadamente 30 cms de suelo). Generalmente va desde 5 hasta 20% (Aguilera, 1965). Los valores de pH están generalmente por encima de 5.0 (Swindale, 1969). Se presenta un alto contenido de nitrógeno en forma estable, de 0.2 a 0.7%, lo que produ

ce una relación C/N mucho más alta que para otros suelos, la cual de crece cuando la materia orgánica es humificada y aumenta cuando el nitrógeno es mineralizado y perdido. (Aguilera, 1965; Birrell, 1964).

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 15 a 60 me/100g, según Aguilera (1989) y de 30 a 60 me/100g según Kobo, (1964), para el horizonte superficial A; éstos valores se deben al alto contenido de humus y alofano se atribuyen Wright (1964), Birrel y Fieldes (1952), Cervantes y Aguilera (1965), concuerdan en afirmar que la fracción con dominancia de alofano tiene una alta capacidad de intercambio catiónico. De las bases intercambiables domina el calcio y le sigue el magnesio (Aguilera, op. cit.).

La actividad nitrificante de los suelos volcánicos es más alta que en otros tipos de suelos (Ishizawa, 1964). La mineralización del nitrógeno orgánico representa un paso importante en el ciclo de este elemento y una fuente considerable del mismo para la nutrición de plantas. Sin embargo, se vió que la mineralización de N es bastante variable en suelos derivados de materiales volcánicos mas o menos recientes. Como consecuencia de esto, se notó que a veces el contenido de nitrógeno total alcance al uno por ciento. (Bornemisa, 1969).

El fósforo es un elemento esencial para el desarrollo de las plantas. En los andosoles este elemento es generalmente limitante la producción, dado que el nivel de su disponibilidad para las plantas muchas veces es bajo y el fósforo aplicado en forma de fertilizante es rápidamente fijado en el suelo. La fijación de fósforo ha

sido interpretada como el efecto de las interacciones del ión fosfato y otros componentes del suelo, esto produce la absorción 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, *op cit*), y una predominancia de alofano en la fracción arcillosa. Estos son afines para combinarse fuertemente con los ácidos húmicos y fúlvicos y atenúan la actividad de los microorganismos. De aquí que el aluminio y el alofano sean considerados como los responsables de la acumulación de humus en estos suelos (Kanno, *cit. por Guajardo, 1967*) son también responsables en gran parte, de la fijación de grandes cantidades de fósforo.

Hay una notable influencia de la acidez del suelo sobre las siguientes características del mismo (Schenkel, 1969); disponibilidad de fósforo, solubilidad de micronutrientes, actividad microbiana en general y nodulación de leguminosas en particular, disponibilidad de micronutrientes, propiedades físicas, toxicidad de algunos elementos químicos (Al^{+++} , Na^+ , Mn^{++} , Fe^{+++}) y cambios de oxidación de las formas del nitrógeno en el suelo.

1.4 PROPIEDADES MINERALÓGICAS

La composición mineralógica de los suelos de cenizas volcánicas depende esencialmente de la petrografía de las cenizas de origen y del estado de intemperización del suelo.

En estos suelos la fracción arena (2 - 0.5 mm) contienen mu

chos de los minerales que se encuentran frecuentemente en suelos no volcánicos junto con otros propios de las cenizas como son los minerales ferromagnesianos (olivinos, piroxenos, anfíboles), cuarzo y sus variedades polimórficas cristobalita y tridimita; magnetita y varios silicatos accesorios. Junto a estos minerales las arenas exhiben una notable adición de vidrios (Besoain, 1969).

La fracción limo ($50\mu\text{m} - 2\mu\text{m}$), consiste principalmente de vidrios volcánicos y plagioclasa, mientras que los análisis de Rayos X y el térmico diferencial señalan la presencia de alofano, cuarzo y feldespatos de todas las especies (cit. por Cortés, 1966). Con cierta frecuencia gibbsita y óxidos de hierro hidratados tienden a acumularse en la fracción limo fino (Besoain, op cit.).

La fracción arcilla (menos de $2\mu\text{m}$) está constituida esencialmente por minerales secundarios, pero frecuentemente se observa la presencia de algunos minerales primarios como alfa-cristobalita, cuarzo y aún feldespatos especialmente en la fracción arcilla gruesa (Besoain, 1969), en adición al alofano y haloisita, diversos minerales secundarios podrían formar parte de las arcillas de los suelos de cenizas volcánicas. Se conoce la existencia de imogolita, caolinita, gibbsita, montmorillonita, minerales de 14 \AA , palagonita, diversos óxidos de Fe, Al, Ti, y Si.

La intemperización puede conducir a la formación de diversos minerales polimórfos, bajo condiciones adecuadas de drenaje, desarrollan con el tiempo invariablemente, una serie mineralógica que comen

za con alofano y concluye con caolínoides. En los suelos jóvenes predominan minerales amorfos; alofano y haloisita y se indentifican en general con el concepto de Andosol (Besoin, opcit.).

Es probable que el alofano ($n. SiO_2 \cdot Al_2 O_3 \cdot nH_2O$) se forme en el suelo por varios mecanismos, pero básicamente éstos serían por coprecipitación de soluciones de gases o formación directa a partir de vidrios y feldespatos desordenados.

Los primeros estudios que se hicieron en México sobre suelos derivados de cenizas volcánicas, corresponden a Aguilera, quien en 1954, realiza estudios morfogenéticos y de clasificación de suelos de andesita en Teotitlán, Jalisco; y en 1950 y 1961 hace investigaciones sobre suelos de cenizas volcánicas de basalto del Parícutín. En la Sierra Tarasca, Morelia (1960) hace estudios de las propiedades físicas y químicas de algunos de estos suelos. Ultimamente se ha intensificado el estudio de éstos suelos, principalmente en el Eje Neovolcánico, en la vertiente oeste del Popocatepetl, por Aceves y Aguilera (1967); la parte del estado de México por Vallero y Aguilera (1967 y 1969), Domínguez (1975) parte del estado de Morelos; Allen de (1968), estudia suelos de la Huasteca; Arias, Johnson y Aguilera (1969), hacen estudios de suelos del Pico de Orizaba y Hayoma (1970) de suelos del Nevado de Toluca, Suelos del Popocatepetl, estado de Puebla, García (1970); Velasco y Aguilera (1935); suelos de Ando del Ajusco D. F.; Shimada (1972); Hiroshi (1974) hace estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas de los Volcanes de Xitli, Teutli, Chichinautzin y el Cerro Tres Cumbres.

2. El Nopal

2.1 Generalidades

El Nopal producto cultivable de ésta zona de estudio pertenece a la familia de las cactáceas.

Las cactáceas, son autóctonas del Continente Americano en donde se encuentran distribuidas especialmente en las regiones áridas y semiáridas. México, por sus peculiares condiciones de latitud, topografía y clima es el país que alberga, posiblemente, la mayor cantidad de especies.

Estas plantas son sorprendentes por las formas extraordinarias de sus tallos y hermosura de sus flores, interesan por la anatomía de sus estructuras y las modalidades de su fisiología, indicadores ambas de sus admirables adaptaciones a la sequía.

Cuando a principios del descubrimiento de América las cactáceas fueron conocidas en Europa, causaron gran asombro y admiración por lo exótico y peculiar de su aspecto y pronto se ocuparon de ellas botánicos, médicos y horticultores.

El nopal es una importante especie de las plantas xerófitas que están dotadas de condiciones tan particulares, que les permite almacenar agua en abundancia, así como compuestos hidrocarbonados y otros en mayor o menor escala se utilizan como reservas alimenticias.

El gran poder que tienen para retener el agua se debe al tejido superficial que es muy elástico e impermeable, así como al

compuesto mucilaginoso denominado "nopolina", contenida en la células inmediatas a la "cutina" de la planta, esta substancia tiene la facultad de coagularse al contacto del aire, formando verdaderos tapones, tanto en los estomas de la penca como en las heridas que se producen por cualquier causa. Seguramente que todas estas características fisiológicas se relacionan con el "carácter" "latente" que tienen muchas plantas de la especie, así como su longevidad, (Villareal, 1961).

Todas estas cualidades dan al nopal mucho valor en zonas en donde escasean las lluvias, especialmente en el norte de la República y aún en el centro; muy especialmente en los lugares donde en épocas del año escasea mucho el forraje, es hasta ahora una planta que se desarrolla en forma silvestre en casi toda la República, especialmente en las zonas de clima semidesértico, lugares en los que abundan variedades de muy escaso valor, como el "rastrero" (*O. filipendula*, *O. humifuso*, *O. vulgaris* y otros), que de acuerdo con las nuevas líneas pueden ser reemplazadas y mejoradas con variedades de mayor rendimiento; sin duda alguna y a pesar de que se tiene poca experiencia al respecto, la introducción de procedimientos técnicos y operaciones más adecuadas, siguiendo en general lineamientos que nos permitan conocer ampliamente esta planta, como por ejemplo formación de líneas mejoradas mediante cruces y selección de las más productivas, con lo cual es posible acercarse más a cubrir la deficiencia de forraje que hay en la zona que nos ocupa. Aparentemente, a lo dicho anteriormente y de mucha importancia edáfica sería la rehabilitación con algún

te de nuestros suelos, al hacer las siembras del nopal.

El arma fisiológica principal de estas cactáceas contra el ambiente árido es el metabolismo del ácido crasuláceo que permite la apertura nocturna de los estomas, cuando las condiciones son menos propicias para la transpiración; es entonces cuando estas plantas absorben el CO_2 del aire convirtiéndolo en ácidos orgánicos, principalmente málico e isocítrico. Durante el día los ácidos orgánicos son descompuestos y el CO_2 queda a disposición fotosintética.

La temperatura óptima para el desarrollo de la planta varía entre los 18 y los 26°C, llegando a soportar hasta 36°C sin daño aparente por quemaduras y hasta -10°C siempre y cuando no sea más de 5 días al año (Adame, 1965).

La altitud a la que se encuentre el nopal varía de 0 hasta 2,700 m.s.n.m., sin embargo se desarrolla mejor entre los 880 y 2,500 m s n m. (Adame, 1965).

El nopal muestra una gran capacidad de adaptación a muy diversos tipos de suelo, pero prefiere las arenas calcáreas, sueltas, poco profundas y con pH entre 6.0 y 8.0, (Hernández, 1978).

2.2 ORIGEN Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

Todo el conocimiento que se tiene es que fueron encontradas en América por los españoles y por ellos mismas llevadas a Europa, Asia, África y Australia, en cuyos lugares ha sido tratada con más benevolencia; en donde actualmente es ya cultivo de gran importancia e-

conómica en algunos países como Italia.

La descripción botánica que se apunta, se refiere solamente a un solo género, OPUNTIA, de la familia de las Cactáceas, ya que los otros géneros no tienen importancia en lo que nos ocupa.

Son plantas herbáceas, que alcanzan diámetros hasta de tres metros y alturas de cinco.

Son afillas, carnosas, con apéndices o pencas espinosas, éstas últimas reemplazan a las hojas incertadas generalmente en areolos o depresiones en la penca, generalmente las espinas son de dos tipos, unas pequeñas rodeando a otras mayores de (3 a 10), a veces éstas últimas están ausentes, es decir, que hay espina larga solamente y están ausentes las pequeñas; éste tipo de plantas es la más importante para el propósito forrajero, de las cuales se tienen aproximadamente 10 variedades (tapona, roja, solferina, morada, blanca y algunas otras variedades).

Presentan flores blancas, rojas o amarillentas en distintos tonos que aparecen en el canto de la penca del segundo año exclusivamente, a veces se encuentran hasta 20 (normalmente 6 - 12), esto depende del vigor de la planta; son hermafroditas, solitarias, se componen de un cáliz con tubo oval soldado al ovario, con pétalos soldados o semisoldados en su base, estambres cilíndricos delgados o aplanados, con anteras de dehiscencia longitudinal, ovario adherente al cáliz, estilo grueso, tubular y en forma digital y de clava. El fruto es una baya globosa de forma cilíndrica, oval, circular aplanada, de color verde cuando tierna y amarillenta hasta roja cuando madura,

según la variedad; con una depresión muy marcada en el ápice en donde estuvo insertada la flor, ya que ésta se cae después de la fecundación: en el fruto aparecen en su superficie algunos aerolos, de donde nacen espinas. En el interior se encuentran semillas en número variable, de forma arrifionada, tamaño variable y de colores blanquizco al negro en distintos tonos y con un alto contenido de aceite.

Las pencas son articuladas, aplanadas, tejidos carnosos, en el centro de la penca se encuentra una red bilateral de tejido celulósico, que a medida que pasa el tiempo se endurece para darle a la penca una constitución rígida, las articulaciones inferiores de la planta, una vez que han crecido, originan los tallos que se vuelven gruesos y cilíndricos y debido a la red fibrosa que forma el esqueleto, la planta puede soportar grandes pesos; en la superficie de la penca se distribuyen los aerolos con los apéndices espinosos; la forma de las pencas es muy variable, en cada variedad podemos encontrar variaciones desde medias hasta muy alargadas y en ésta misma intensidad el grueso de la penca; el color varía del verde tierno hasta el gris o cenizo a medida que la planta va desarrollándose. Su tamaño va desde 0.20m a 0.50m de diámetro. La raíz es muy fibrosa de consistencia celulósica, muy alargada y gruesa alcanzando a los cuatro años hasta cinco metros de longitud; se introduce en los intersticios de las rocas o en el tepetate con mucha facilidad, por ésta razón es muy útil este tipo de plantas en la conservación de los suelos.

El clima óptimo del nopal es cálido y seco, pero su distribución es muy amplia y así los podemos encontrar en muy diversos lugares del mundo, (Villarreal, 1961).

2.3 SU DISTRIBUCION EN EL MUNDO.

Los países y regiones de los que se han reportado trabajos sobre el uso del nopal como forraje son los siguientes:

Africa del Sur.- Monjauze y Le Houerou (1965), informan que la alimentación exclusivamente a base de nopal permite mantener a los borregos en buen estado por un período de 30 a 90 días, y con v'eda por un período hasta de 200 días.

De Kock (1967), indica que en la República de Sudáfrica, se recomienda el cultivo de nopal de acuerdo a la precipitación pluvial, de la siguiente forma:

- a) Areas con 375 a 500 mm, siembras de nopal como reserva para años de sequía.
- b) Areas con 250 mm, habitat natural del nopal.
- c) Areas con 100 a 250 mm, permiten cultivar nopal si se cuenta con irrigación limitada.

Madagascar.- Delhere (1965), menciona que se cultiva Opuntia ficus-indica para controlar la erosión y se acostumbra cortarlo y darlo verde al ganado.

Africa del Norte.- Le Houerou (1972), informa que Opuntia ficus-indica en Africa del Norte, no resiste temperaturas menores a -6°C .

Tunex.- Le Houerou, (op cit) indica que las investigaciones y la experiencia han demostrado que el nopal como alimento es particularmente pobre en proteína y fósforo, así por ejemplo, cuando una borrega de 45.0 Kg consume 4.5 Kg de nopal, es necesario suplementar la dieta con algún forraje tosco que a la vez proporcione proteína y fósforo, y para ésto se recomienda cultivar Atriplex y Acacia. Por otro lado, el ganado que consume nopal hasta un equivalente al 10 por ciento de su peso vivo, debe tener acceso a otro forraje más para evitar la diarrea; los animales durante seis o diez semanas con nopal como único forraje, corren peligro de muerte.

Mentral, (1965), informa sobre un experimento en el que se emplearon tres variedades: Palma gigante, Palma redonda y Palma miuda, Tres densidades: 5,000, 10,000, 20,000 plantas por hectárea y tres niveles de abonamiento; 0, 10, 20, ton., de estiércol de cerdo; los resultados a los que llega éste autor fué que la palma miuda fué la mejor variedad; empero, las tres variedades respondieron sistemáticamente, con mayor producción a las aplicaciones de estiércol.

Estados Unidos: Hoffman y Darrow, (1964), informan que la Texas Agricultural Experiment Station al Sonora, encontró que una ración diaria de 5.0 Kg. de nopal chamuscado y picado, más 150 grs. de alfalfa, es excelente ración de emergencia para borregas. También agruparon las ventajas y desventajas que ofrece el nopal presente en los agostaderos.

Havard-Duclos (1969) informa que en el estado de California con Opuntia Ellisiana se obtuvieron 225 tons. por ha. al año y que en

el estado de Texas se obtuvieron en promedio 250 tons. por ha. por año, con un mínimo de 160 y un máximo de 350, (cit por Flores 1979).

2.4 DISTRIBUCION E IMPORTANCIA EN MEXICO.

En este país el nopal se encuentra en casi todo el territorio nacional, sin embargo, su importancia pecunaria esta localizada en los estados del Norte. González y Sheffey (1964) indican que para los Estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, las especies forrajeras más importantes son: Opuntia dantebrigiensis (cuijo) y Opuntia Lindeimeri (cacanapo). Para los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, las más importantes son: Opuntia streptacantha (cardón) y Opuntia leucotricha (duraznillo) (Velázquez, 1962).

Borja L., (1963), señala que las nopaleras de mayor importancia desde el punto de densidad se localizan en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Durango y que están compuestas aislada o conjuntamente por Opuntia streptacantha y Opuntia leucotricha. Estas nopaleras llegan a alcanzar densidades de 600 plantas por ha.

Marroquín, (1964), distingue tres zonas nopaleras dentro del territorio Centro-Norte del país:

a) Zona nopalera potosino-zacatecana. Esta es una área cactológica por excelencia que incluye partes territoriales de Aguascalientes, Jalisco, Durango y Coahuila.

b) Zona nopalera del Norte de México. Comprende a la región de la planicie costera Nororiental, o sea el Norte de Tamaulipas y Norte y Oriente de Nuevo León.

c) Zona nopalera difusa. Es la región más amplia de las tres aunque con una densidad notoriamente menor de individuos por ha, se extiende desde las partes calizas de San Luis Potosí, Zacatecas y Nuevo León, hasta Coahuila y partes áridas de Durango y Chihuahua.

El nopal es una planta con múltiples cualidades de adaptación y extraordinaria vitalidad por lo que constituye un factor muy importante en la conquista de los desiertos.

Barrientos, Bravo (1978) y Brom (1970), investigadores de la Universidad Autónoma de Chapingo, Instituto de Biología UNAM y de la Comisión Nacional de Fruticultura, respectivamente, han dedicado parte de sus investigaciones al nopal, debido a su importancia en las zonas áridas y semiáridas del país, en donde el nopal protege al suelo de la erosión y junto con su sistema radicular genera nuevo suelo.

Las opuntias en suelos más prósperos se cultivan para producir nopalitos y tunas, constituyendo una fuente de ingresos para las comunidades campesinas, ya sea en forma de consumo directo o por la comercialización de los productos del nopal.

Colín estima, la existencia de 30 millones de hectáreas con una densidad promedio de 200 plantas de nopal silvestre por hectárea y que solamente en el Estado de Zacatecas se producen anualmente 1.25 millones de toneladas de tuna cardona.

Valadez en 1979 indica que la Opuntia streptacantha (nopal cardón) se localiza en Zacatecas, San Luis Potosí, Durango, Guanajuato y Aguascalientes en una extensión aproximadamente de 3,800 millones de hectáreas en tanto a la Opuntia leucotricha (nopal duraznillo) se encuentra en 4.5 millones de hectáreas en las mismas cantidades.

El censo realizado en 1980 por el Centro del Nopal y Tuna del Estado de México, indica la existencia de 3,100 hectáreas de nopal dedicadas a la producción de tuna, 2,375 hectáreas de nopal silvestre y 200 hectáreas de xoconoztle.

En el Distrito Federal en la Delegación de Milpa Alta, Sánchez (1980) reporta la producción de 15,000 toneladas semanales de nopal como verdura, por lo cual se dice que es el principal abastecedor de nopal de verdura del D.F., INEGI, 1990, reporta una producción de 163 515 toneladas por año.

2.5 TAXONOMIA.

Brom (1970) y Bravo (1978), indican que las cactáceas son plantas xerófitas debido a que son plantas suculentas y resistentes a la sequía además de tener una morfología característica.

La clasificación de las cactáceas no es sencilla debido a la gran cantidad de formas de transición, formación de híbridas y el constante conocimiento de nuevas especies.

La taxonomía más utilizada para la clasificación de las cactáceas es el sistema de Britton y Rose (1919-23), el cual clasifica a las Opuntias en la forma siguiente: según (Bravo, 1978).

Reino	Vegetal
Subreino	Embryophyta
División	Angiospermae
Clase	Dicotyledonea
Subclase	Dialipétalas
Orden	Opuntiales
Familia	Cactáceas

Tribu	Opuntias
Genero	<u>Opuntia</u>

El género Opuntia está formado por dos subgéneros, uno representado por las Opuntias de forma cilíndrica, mejor conocidos como cactus y clasificados como Opuntia cylindropuntia y el otro subgénero de forma aplanada al cual pertenecen los verdaderos nopales cuyos frutos se conocen como "tunas" cuando tienen sabor dulce y "xocoatztle" cuando el fruto tiene sabor ácido y se les clasifica como Opuntia platyopuntia.

Los nopales pueden ser restricos o arborecentes con flores de diversos colores como son: blancas, verdes, amarillentas, anaranjadas y rojas. El polimorfismo presentado por los nopales es causado por la hibridación motivada por la polinización cruzada durante la floración (Bravo, 1980), aún cuando el tiempo en que la flor puede ser fecundada es restringido a un día como lo indica Alvarado en su estudio realizado en 1978.

a. COMPOSICION QUIMICA DEL NOPAL.

Los estudios bromatológicos del nopal se muestran en forma comparativa en el siguiente cuadro:

Análisis Bromatológico del Nopal.

	Nopal amarillo		Nopal Blanco	
	(Opuntia ficus-indica)		(Opuntia undulata)	
	%	%	%	%
	B.H. ¹	B.H. ²	B.H. ¹	B.H. ²
Humedad	91.00	92.21	92.20	92.73
Proteína	0.66	1.06	0.63	1.08
Grasa	0.11	0.24	0.16	0.26
Carbohidratos	5.50	3.14	4.54	3.10
Fibra Cruda	1.15	2.03	1.06	1.44
Cenizas	1.58	1.31	1.41	1.38

Fuentes: Villarreal¹ (1961) y Becerra² (1969).

B.H. base húmeda.

La variación de los datos puede ser originada por la ubicación de los lugares de muestreo, Villarreal en 1961, colectó sus muestras en Ucampo, Guanajuato, Escobedo, Coahuila y San Luis Potosí. En tanto Becerra en 1969 identificó y cuantificó los azúcares de los dos especímenes de nopales estudiadas en Milpa Alta, D. F., reportando los siguientes datos:

Composición de los Azúcares del Nopal.

Nopal Amarillo

Nopal Blanco

	(<u>O. ficus-indica</u>)	(<u>O. undulata</u>)
	%	%
Sacarosa	3.14	3.10
Glucosa	1.02	0.92

En 1980 la Universidad Autónoma de Guanajuato realizó el análisis de los tallos de diferentes tipos de nopal, encontrando que el xacanoztle es el nopal con mayor contenido de materia seca y el nopal para forraje es el de mayor contenido de proteína.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en 1954, manifestó la bondad del nopal en las zonas áridas y semáridas del país, con base a que el nopal es una excelente fuente de agua, energía y proteína para conservar el peso del ganado en épocas críticas en las que el ganado no tiene otras fuentes de alimentación.

De acuerdo con los análisis realizados en la Universidad Autónoma de Guanajuato en 1980, el nopal nutricionalmente en base húmeda carece de valor protéico.

Flores, en un estudio realizado en 1977, indica que por su contenido de carbohidratos y grasas el nopal proporciona 3,103.10 kilocalorías por kilogramo de materia seca.

El fruto del nopal "la tuna" este compuesto de cáscara, pulpa y semilla. Dependiendo de las especies de nopal, la relación de sus tres componentes varía, pero en forma general Villarreal (1964) y Paredes (1977), indican que la cáscara de tuna representa el 40-50% del fruto y las semillas el 5-10% del total de la tuna.

b. SISTEMA DE RAICES.

En general, el sistema radicular es poco profundo y particularmente denso, las raíces muertas proporcionan grandes cantidades de materia orgánica, al grado de cambiar el color de los horizontes superficiales de las plantaciones viejas. El parénquima cortical de las raíces grandes permanece turgente y funciona como un almacén de agua. Las raíces secundarias mueren durante períodos largos de sequía y vuelven a crecer durante el período de lluvias.

Hernández y Barrientos (1978), estudiaron la distribución vertical y horizontal de raíces de Opuntia amygdala Ten., en plantaciones con suelos de texturas diferentes: migajón arenoso, migajón arcilloso y migajón arcillo-limoso.

Se encontró una alta correlación entre el peso fresco y seco de raíces menores y mayores de 2 mm. de diámetro; por lo tanto es posible que los estudios de raíces en esta especie se realicen con el peso fresco. También hay correlación entre el número de raíces de los perfiles y el peso fresco de las mismas.

En consecuencia, para el estudio de raíces se considera conveniente emplear el método de "perfil o trinchera", ya que la igualdad de eficiencia es más sencilla. La distribución de raíces menores de 2 mm., está influenciada por la extensión horizontal del sistema radical; la mayor cantidad de ellas se encontró entre 165 a 215 cm del tronco, y cuando había mayor extensión entre 15 a 115 cm, a mayor extensión tales raíces son superficiales (L a 20 cm). La mayor cantidad de raíz

ces mayores de 2 mm se localizan entre 15 y 115 cm horizontalmente y entre 0 a 40 cm de profundidad.

c. TALLO Y HOJAS.

En el nopal es común observar hojas pequeñas durante el crecimiento activo del tallo, sin embargo en corto tiempo caen, por lo que en su ausencia el proceso fotosintético se realiza en las partes verdes de los tallos conocidos como "cladodios". La forma aplanada de los cladodios, fue base para considerar el efecto de su orientación en la eficiencia fotosintética; su influencia en la producción de materia seca y en la producción y calidad de frutos. La mayor o menor captación de la luz podría manifestarse por una elevación de la temperatura interna y aceleración de los procesos metabólicos. Los resultados confirmaron la hipótesis planteada, y en los estudios de Becerra, Barrientos y Díez (1975), se encontró que los cladodios orientados N-S (Caras al E y O), elevan su temperatura con rapidez durante la mañana, la disminuyen al medio día y se vuelve a elevar hasta las 15 ó 16 horas, para después bajar continuamente.

Por otra parte, los cladodios con posición (-) elevan constantemente su temperatura hasta las 15 ó 16 horas.

La temperatura de los cladodios es superior a la del aire durante el día, e inferior durante la noche. Durante la noche sin la presencia de luz se igualan las temperaturas de los cladodios con orienta

ción en la captación de la luz y elevación de la temperatura.

d. MATERIA SECA.

El incremento de materia seca fué mayor en los cladodios orientados N-S, con un promedio de 0.270 mg/cm²/hora; en tanto que de E-O de 0.124 mg/cm²/hora. Al aumentar la radiación solar también aumento la producción de materia seca. Los trabajos de Grajeda, Barrientos y Muñoz (1978), indican que los cladodios más eficientes por su producción de materia seca, son los que producen más brotes y son los que tienen 6 meses de edad en comparación con los de 3 y 12 meses.

e. FRUTOS.

Un mayor número de cladodios produjeron fruto cuando estuvieron orientados N-S, hubo mayor número de frutos por planta y por cladodio y un mayor contenido de sólidos solubles, en comparación con la orientación E-O.

f. DESARROLLO DEL FRUTO.

En los trabajos de Alverado, Barrientos y Lakshminarayana (1978), se encontró que las flores son protándrias y abren únicamente durante 24 hrs. A las 17 semanas el fruto alcanzó 7.2 cm. de longitud y 4.8 cm. de diámetro, al momento del amarri ya se tenía el 25.3% de la longitud total del fruto y el 56.5% de su diámetro. Al momento del amarri la cáscara representó más del 95% del fruto y en las últimas 6

semanas el porcentaje de cáscara disminuyó hasta el 36%.

Se encontró una curva climatérica de respiración, durante el desarrollo en la 13a semana después del amarre y no después de la cosecha, por lo tanto el fruto del nopal se considera como no climatérico.

La gravedad específica del fruto aumentó rápidamente desde la 14a semana en que fué mayor que 1.0.

Como índices de cosecha se recomienda utilizar la gravedad específica y el contenido de sólidos solubles y físicamente, la profundidad del receptáculo.

En general, podemos decir que los conocimientos anteriores en las especies del género Opuntia han servido de base a los trabajos de mejoramiento genético, práctica culturales, producción y manejo de la producción de este frutal, (Barrientos, op cit).

2.6 UTILIZACION.

La variedad mejorada recomendada para forraje se ha designado COPENA F-1 (Colegio de Posgraduados, E.N.A. En las observaciones preliminares, esta planta se señaló en los lotes de selección por su rápido crecimiento y ramificación; posteriormente, dentro de otras selecciones se observó que la preferían los roedores y las hormigas, lo cual era un indicio de su palatabilidad. Las variedades potenciales se incrementaron rápidamente por el método de fracciones mínimas, desarrollado por Barrientos y Brauer (1964), utilizando partes de la penca con una sola areola para obtener plantas rápidamente.

a. VARIETADES PRODUCTORAS DE FRUTO.

Los niveles de producción en los lotes experimentales más avanzados están alrededor de 22 toneladas por hectárea para las variedades COPENA T-1 y T-2, en Tecamachalco, Pue. (García Santibañez, 1976). En la misma localidad (Cruz Hernández, 1977), reportó rendimientos de 30 toneladas por hectárea de fruto, con la variedad COPENA T-3.

El fruto presenta características según variedades, por ejemplo; el peso promedio de frutos para 1976 fué de 101 gramos para la variedad 17 y de 221 para 19; para las mismas variedades el peso de la cáscara fué de 30 y 99 gramos respectivamente; el peso del lóculo de 80 y 122 gramos; el número de semillas abortivas 59 y 1721 y en sólidos solubles 15 y 14% respectivamente. La maduración promedio en la variedad 17 es el 10 de septiembre, mientras que en la COPENA-19 es el 10 de agosto.

b. VARIETADES PRODUCTORAS DE VERDURA.

Se ha seleccionado la variedad COPENA V-1 para verdura, principalmente por su buena capacidad para la producción de brotes succulentos y sin problemas de acidez.

Grajeda (1977) ha logrado con esta variedad, producciones elevadas durante épocas de más demanda en el mercado como lo es en invierno, mediante forzamiento en túneles de plástico. La producción promedio en estos túneles ha sido hasta de 27 Kg por m², en cortes cada 15 días al tamaño comercial requerido. La plantación más eficiente es en forma sucesiva con pincas de un semestre de edad y con una densidad de plantación de 25 plantas por m².

c. PRINCIPALES PLAGAS.

Las plagas más comunes en el nopal según (García , 1965),

son:

- 1) Picudo Barrenador (Cactophagus spinolosae Gyll).
- 2) Picudo de las espinas (Cylindrocapturus birad'atus Champ).
- 3) Picudo de las espinas (Cylindrocapturus gonnbaueri Heller).
- 4) Chinche gris (Chelin'cca tabulata Burm).
- 5) Chinche roja (Hesperolabops galeatops Kirk).
- 6) Gusano cebra (Olycella nephelipasa).
- 7) Gusano blanco (Lanifera cycladecae Druce).
- 8) Cochinilla o grana (Dactylopus ind'icus Green)

El control de las distintas plagas se hace mediante la aplicación de diferentes productos comerciales.

d. PRODUCTOS PARA SU CONSUMO:

1.- Humano.

- a) Elaboración de Comidas típicas con Nopalitos.
- b) Jugo de Tuna y sus derivados:
 - J'el de tuna
 - Melcocha
 - Queso de tuna
 - Mermelada de xocoanotle.
- c) Obtención de Aceite a partir de la semilla de tuna.

2.- Industrial

- a) Pigmentos de jugo de tuna y su utilización como colorantes en los alimentos.
- b) Producción de grana que existe en el comercio en cuatro presentaciones.
 - La grana seca y limpia empleada por los artesanos para colorear materias textiles.
 - Extracto de cochinillo o solución acuosa empleada para la industria alimentaria o farmacéutica.
 - Elaboración del carmín que es una leca de aluminio o calcio para elaborar pigmentos artísticos.
 - Elaboración de ácido carmínico obtenido por purificación y utilización como indicador reactivo en tinciones histológicas y bacteriológicas y múltiples usos analíticos

2.7 FERTILIZACION.

El nopal es una planta que responde muy bien a la aplicación de fertilizantes o abonos.

Es aconsejable aplicar de 50 a 100 toneladas de estiércol por hectárea (puede ser de cabra, vaca o caballo) y mezclarlo muy bien en los 25 cm superiores del suelo. Esta estercoladura puede complementarse con aplicación de la fórmula 120-100-00; es decir, 120 Kg. de nitrógeno y 100 Kg. de fósforo por hectárea, dividido en dos aplicacio

nes (a principios y fines de la temporada de lluvias).

Se tienen mejores resultados aplicando simultáneamente el fertilizante químico y el estiércol. Si no se pueden aplicar ambos, el estiércol es más recomendable.

En octubre de 1981 se reporta un trabajo realizado por alumnos de la (U.A.M., Unidad Xochimilco) en donde nos informan sobre la fertilización en la Explotación Intensiva del nopal de verdura, concluyen que la Variedad COPENA V-1 es la más aceptada para este tipo de explotación y que responde muy bien a la fertilización nitrogenada a base de estiércol. También es recomendable aplicar la urea y el sulfato de amonio, aunque es más recomendable el estiércol.

3. MAIZ

El maíz es otra planta cultivable en el área de estudio por lo cual hablaremos un poco de él.

a) Terrenos apropiados para el cultivo del maíz.

El estudio del suelo es muy importante en la producción de éste cereal, es el lugar de vida, de alimento de sostén de la planta. El maíz para dar una buena cosecha necesita suelos profundos y fértiles, puesto que sus raíces penetran hasta un poco menos de dos metros y el suelo debe presentar una textura media.

Los terrenos completamente arcillosos presentan ciertos inconvenientes a las plantas, por un lado las raicillas encuentran dificultad para introducirse, son difíciles de trabajar, aunque tienen buenas propiedades químicas, tienen malas propiedades físicas. Para trabajarse deben tener cierto grado de humedad, de lo contrario se perjudican con las labores de la labranza o son incapaces de entrar los instrumentos de labranza.

Los suelos arenosos son sueltos, pueden trabajarse en cualquier momento, también presentan buenas propiedades físicas (buena reacción) pero malas propiedades químicas. Tienen gran porosidad y cualquier lluvia que caiga el agua penetra con facilidad en el suelo, hasta encontrar una capa más o menos impermeable.

Para efectuar una buena siembra se debe de hacer en los meses de marzo y abril, ya que generalmente en esa temporada están húmedos.

Los rendimientos del maíz son mayores en suelos con textura franca, la cual se caracteriza por presentar proporciones equilibradas de partículas de arcilla, arena y limo, mediadas con ciertas proporciones de materia orgánica.

3.1 Los terrenos buenos para el cultivo del maíz

a.- Terrenos francos y profundos.

b.- De aluvión, que son formados en las orillas de los ríos, en donde el agua ha concentrado elementos físicos-químicos y orgánicos.

Para mejorar los terrenos arenosos se debe aplicar estiércol en una proporción de 30 a 40 toneladas por hectárea, compostas o abonos verdes (Díaz, 1964).

3.2 El maíz en la nutrición de México.

El Doctor Zubirán ha calificado al maíz como causa de la dicha y de la desgracia del pueblo mexicano; de la dicha, porque le ha dado el sustento básico y le ha permitido desarrollar su cultura en la extrema variabilidad del país; de la desgracia porque sus deficiencias nutritivas se reflejan en la salud y en el desarrollo de los individuos y del pueblo en conjunto.

En realidad el maíz no es tan malo comparado con otros cereales, su valor nutritivo es semejante a la de la harina blanca y al sorgo, y sólo un poco más deficiente que el trigo y nuestro pueblo no es más débil porque come maíz, la diferencia estriba en la dieta total, o sea, en la forma en que los cereales se combinan con otros alimentos.

Como todos los cereales, el maíz es rico en carbohidratos y de equilibrado en sus proteínas, vitaminas y minerales. La principal deficiencia en cuanto a sus proteínas es la falta de lisina y triptofa no dos aminoácidos esenciales. El último de los cuales, no se puede

sintetizar industrialmente (Villegas, 1973). En cuanto a vitaminas es bastante carente en niacina, lo que agregado a la deficiencia de triptofano condiciona que el exceso de maíz en la dieta facilite la presentación de pelagra. México es quizá el último país, fuera de África, que todavía sufre esta enfermedad. En cuanto a minerales es relativamente pobre pero al prepararse con cal, en forma de tortilla, se le adiciona una cantidad significativa de ellos, especialmente de calcio.

Aproximadamente el 45% del consumo calórico nacional es proporcionado por el maíz. Hace 30 años se consumían anualmente 96 Kg por persona y ahora, 122 Kg. Pero como también ha mejorado proporcionalmente el consumo de otros alimentos, la participación del maíz en la dieta sigue igual. El consumo en el medio rural es mucho más alto y llega hasta el 70% de las calorías en las regiones centrales, del Sur y del Sureste, mientras que en las zonas urbanas no proporciona más que un 25% de ellos. La distribución intrafamiliar está en relación a las necesidades calóricas de cada uno de los miembros; los hombres de zonas pobres consumen aproximadamente 600 g de maíz y las mujeres embarazadas y lactantes, más de 400 g. En los niños menores de 5 años la cantidad varía entre 100 y 200 g.

Si se estudian los consumos de maíz en relación a las zonas de desnutrición, se encuentra que entre más desnutridas es mayor es el consumo de maíz per cápita. Esto, posiblemente significa que también hay una correlación inversa entre ingreso y consumo de maíz; las poblaciones más pobres consumen proporcionalmente mayor canti-

dad, mientras que las que disponen de más capacidad socioeconómica consumen una dieta más variada, reduciendo la cantidad de maíz.

Cabe entonces preguntar: ¿es que el maíz produce la desnutrición? Es indudable que no, puesto que no es un alimento dañino. Lo que seguramente causa la desnutrición es la esclavitud de más de cuatro y medio siglos de la población que lo consume. Desde que se tiene registro histórico se explota y margina a la población nativa, limitándosele su dieta de este cereal, prácticamente. Por ello existe la mencionada correlación entre pobreza y consumo de maíz (Chávez, 1973).

IV DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.

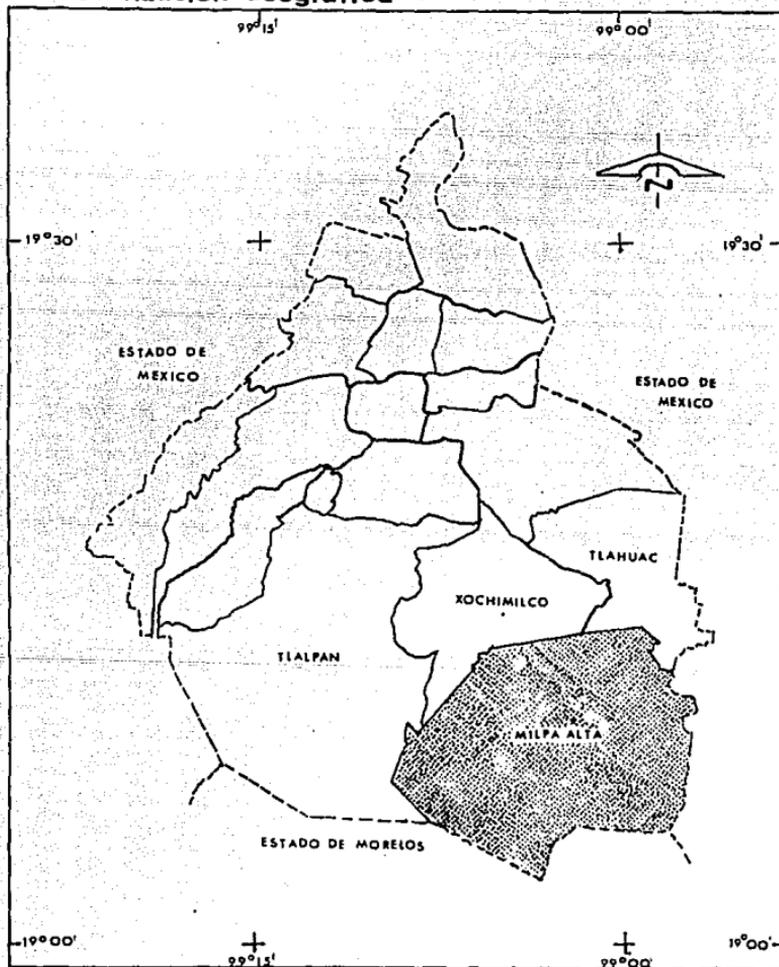
IV.1 Localización

La zona de estudio se encuentra dentro de la cuenca del Valle de México. El límite de la cuenca la forman: en la parte occidental, las Sierras de las Cruces y de Montes Altos; en la zona del sur, los del Ajusco y Chichinautzin; en el oriente la Sierra Nevada, donde se encuentran los majestuosos volcanes, Popocatepetl e Iztaccíhuatl, en el límite norte la Sierra de Pachuca y la Sierra de Jilotepec y Tezonatlapan, así al noroeste dentro de la cuenca se encuentran las Sierras de Sta. Catarina y de Guadalupe, éstas últimas con orientación este-oeste, se ubican en el extremo norte del D. F., elevaciones aisladas en la cuenca son el Cerro de Chiconahuatla y el Cerro Gordo, por limita el Valle de Teotihuacán y los Cerros de la Estrella y del Peñón, éstos dentro del D. F.

El Distrito Federal o Ciudad de México, se divide en 16 delegaciones de acuerdo con sus características geográficas, históricas, demográficas, sociales y económicas, denominadas a continuación:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1.- Alvaro Obregón | 9.- Iztapalapa |
| 2.- Azcapotzalco | 10.- La Magdalena Contreras |
| 3.- Benito Juárez | 11.- Miguel Hidalgo |
| 4.- Coyoacán | 12.- Milpa Alta |
| 5.- Cuajimalpa | 13.- Tláhuac |
| 6.- Cuauhtémoc | 14.- Tlalpan |
| 7.- Crstavo A. Madero | 15.- Venustiano Carranza |
| 8.- Iztacalco | 16.- Xochimilco |

Localización Geográfica



El área de estudio se encuentra ubicada en la Delegación de Milpa Alta que se localiza al sureste del Distrito Federal.

La población de Milpa Alta se encuentra a una altitud de 2,415 metros sobre el nivel del mar.

La superficie calculada para la delegación es de 268.63 Km² que representan 17.9% de la superficie total del Distrito Federal la cual es de 1,342 Km². En comparación con otras delegaciones ocupa el segundo lugar en cuanto a extensión.

El clima templado, que es el que domina en esta población, el cual se ve modificado por influencia del viento, de la insolación, de la altura, por lo que en las regiones más elevadas; montañas y volcanes, tienen temperatura baja, fría la otra parte sin montañas, la población plana tiene clima menos frío.

La delegación de Milpa Alta se localiza al Sureste del Distrito Federal y está ubicada entre los 19°03' y los 19°14' de latitud norte y entre los 99°00' y los 99°20' de longitud Oeste.

IV.2 Antecedentes Históricos.

La zona en la que se encuentra ubicada actualmente la Delegación de Milpa Alta, y cuyo antiguo nombre era Malacachtepec Momoxco, cuyo significado es: "lugar rodeado de cerros", donde hay tumultos funerarios (enterramientos), fué ocupada antes de la llegada de los españoles por los toltecas, quienes fueron desplazados por los Chichimecas, este belicoso grupo se extiende en la meseta de Anáhuac, invadiendo y combatiendo a los toltecas. De esta manera llegaron a instalarse en Malacachtepec Momoxco.

Este nombre fué evolucionando, posteriormente, se llamó: milpas de Xochimilco, Milpan, La Huación y Milpa Alta. Se hace referencia como Municipio o Municipalidad, o bien como Ayuntamiento de Milpa Alta, y es hasta 1929 que se convierte en la Delegación de Milpa Alta.

Su etimología es la siguiente: Malocatepec: Malacatl, "Malacate"; Trepel, cerro, "en el cerro del Malacate o de los Malacates"; Malacate (malacatl; mal, derivado de Malina, "Torcer"; Acatl, caña "caña que tuerce") Momostle, Momoscle, Tambas, alteras o ruinas de las casas de los antiguos habitantes.

Hacia el año de 1440, un guerrero mexicano de la gran Tenochtitlan llamado Hueyitlahuilanque, llega a la zona que ocupan los chichimecas, a los cuales somete fácilmente ya que estaban mejor organizados y poseían una técnica guerrera única. Fueron los aztecas los que posteriormente ocupan este poblado.

Una vez sometidos los chichimecas, los aztecas les señalan varios terrenos para que los vigilaran, y ahí fundan los pueblos de Atocpan, Tlacotenco, Tlacoyucan, Oztotopec, Tecozpa, Ohtenco, Tlacoyuhcan, Hiacatlán y Cuauhtenco.

El objetivo de estas tribus era guarnecer los caminos que conducían a Tlaxteco donde provenían minerales y piedras preciosas.

Durante el gobierno, Hueyitlahuilli manda construir represas de piedras móviles, con objeto de evitar la erosión de las tierras de cultivo; impulsa el cultivo del maguey; y el intercambio comercial con los pueblos vecinos. Los productos de intercambio son: verduras, patatas, pasacabo, etc. Construyó puertos, recintos de mampostería destinados a los grandes personales centros ceremoniales.

Cuando la Ciudad de México es conquistada por los españoles; los habitantes de Milpa Alta, luchan con encono contra los hispanos; sin embargo en 1528, Hueytlahíllí, antes de morir aconsejó a los pobladores de Milpa Alta que pactaran la paz con los españoles, por lo que enviaron un representante suyo a hablar con las autoridades españolas.

Las peticiones de los momochcas son atendidas hasta 1529, cuando los enviados de estas poblaciones son escuchados por la Real Audiencia, la cual los reconoce sus propiedades y el derecho a gobernarse según sus costumbres; lo único que les exigía era el pago de tributo al rey, en relación con el número de propiedades que tuvieran. También recibirían a un sacerdote que les enseñara e instruyera en la religión católica. (D.D.F., 1975)

IV.3 Límites.

Milpa Alta queda limitada con las Delegaciones de Xochimilco y Tláhuac al norte; con el Estado de Morelos al sur; con el Estado de México al Este y con las Delegaciones de Xochimilco y Tlalpán al oeste.

El perímetro de la Delegación empieza a partir del centro de la Mojonera Las Nieves, sobre la línea limítrofe del Distrito Federal con el Estado de México, se dirige siguiendo las inflexiones de esta línea, con rumbo general al Sur, pasando por las mojoneras denominadas Sayolín Cuautla, Palma, Chicoria, Ayaquematl, Cumbre, Intermedia, Cometilla, El Guarta, Zoquiatenco, Cuauhtzomoltepetl, Telcpetilla, Cuauhuecatt, Pilutilla, Las Cruces y la Tranca, donde converge el Distrito Federal con los Estados de México y Morelos. (1975, D D F).

Del centro de esta última Mojonera, hacia el poniente el límite del Distrito Federal con el Estado de Morelos, pasando por las mojoneras Scotacatl, Zohunquillo, Cerro Otlayucan y Chichinautzin; de ahí se dirige al Noroeste en línea recta a la cima del Cerro del Guarda u Ocopaxco, de donde cambia de dirección al Noreste hasta llegar a la cima del Cerro Tuxtepec; de donde se dirige al sureste a la cima más oriental de la Loma Atexcayo, prosigue hacia el Noreste a la cima del cerro Tlamacxco o Tlamacoxongo, mojonera 65, continuando al Noreste a la cima del cerro de Teutli (señor), de este punto se dirige nuevamente al Noreste en línea recta, hasta la cima del Cerro del Calvario, de la cual va en dirección Sureste del Casco de la hacienda de Santa Fe Totelco, de donde sigue por todas las inflexiones del camino de Trzampe a Totelco, hacia el Sureste, hasta llegar a la mojonera Las Nieves, punto de partida. (1975, op cit)

LOCALIDADES DE LA DELEGACION DE MILPA ALTA.

PUEBLOS:

San Agustín Ohtenco

San Antonio Tecomitl

San Bartolomé Xicomulco

San Francisco Recoxta

San Jerónimo Miacatlán

San Juan Tepenahuec

San Lorenzo Tlacoyucan

San Pablo Oztotepec

San Salvador Cuauhutenco

Santa Ana Tlacotenco

San Pedro Atocpan

Milpa Alta (Centro)

BARRIOS:

La Concepción

La Luz

Los Angeles

San Agustín

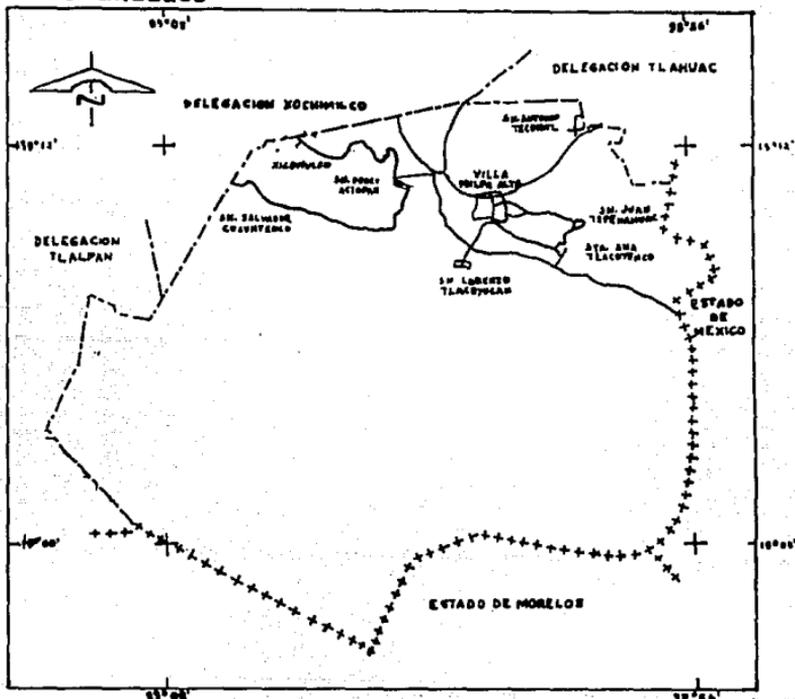
San Mateo

San Marcos

Santa Cruz

Santa Martha

Localidades



SIMBOLOGIA

EJES VIALES Y AVENIDAS 
 LIMITE ESTATAL 
 LIMITE DELEGACIONAL 

ESCALA 1:140 000



FUENTE: INEGI. Carta Topográfica Esc. 1:50 000, 1984

IV.4 Ubicación del Area de estudio.

La Zona de muestreo se localiza al norte de la Delegación de Milpa Alta. Los sitios de muestreo se encuentran cercanos a los Poblados de San Bartolomé Xicomulco, San Pedro Atocpan, San Lorenzo Tlacoyucan, Santa Ana Tlacotenco y Milpa Alta (centro). En ésta zona de estudio se muestrearán 10 perfiles.

Perfil I, se localiza a un kilómetro al oeste del poblado de San Bartolomé Xicomulco, se encuentra a una altitud de 2,540 m s n m, es un lugar plano cultivado por maíz.

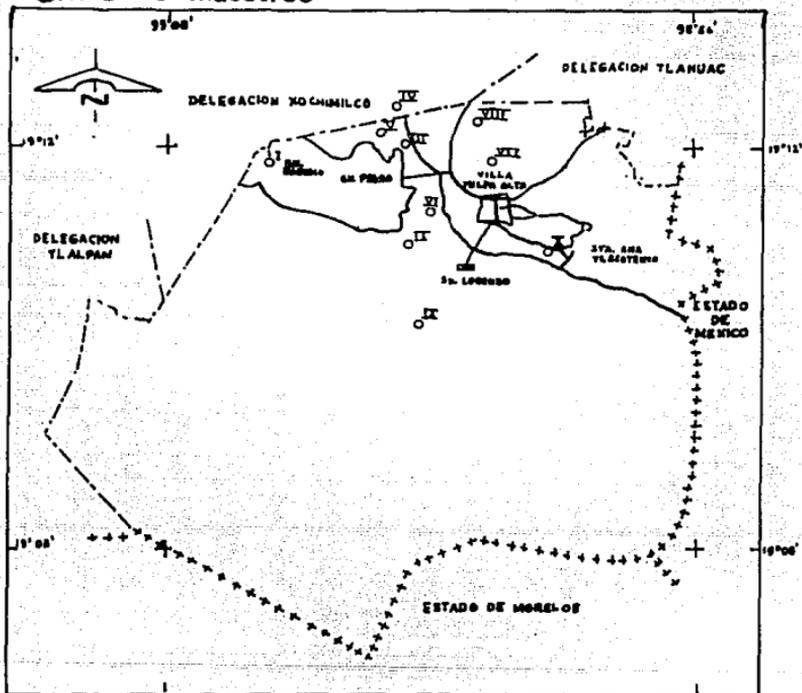
Perfil II, se localiza al suroeste del poblado de Milpa Alta (centro y al sur de San Pedro Atocpan), es un lugar abrupto que se encuentra a una altitud de 2,650 m s n m, en este sitio se cultivó principalmente maíz, pero actualmente se encuentra abandonado, la vegetación que se observa principalmente son los árboles de encino.

Perfil III, se localiza al norte de San Pedro Atocpan a unos 240 m, aproximadamente en la parte baja se encuentra a una altitud de 2,350 m s n m, en este sitio se cultiva principalmente maíz.

Perfil IV, se localiza aproximadamente a unos 400 m al norte del perfil III, a una altitud de 2,300 m s n m, se encuentra muy cerca al poblado de San Gregorio Atlapulco que pertenece a la Delegación de Xochimilco, dicho sitio se encuentra cultivado por maíz, en la parte más baja muy cerca a lo que antes fué un barranco.

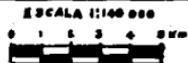
Perfil V, se localiza a unos 250 m aproximadamente al norte del perfil III, se encuentra en la parte más baja de los cerros, a una altitud 2,310 m s n m, no se cultiva debido a que hay mucha pe-

Sitios de muestreo



SIMBOLOGIA

EJES VIALES Y AVENIDAS
 LIMITE ESTATAL
 LIMITE DELEGACIONAL
 UBICACION DEL PERFIL



drechosidad, la vegetación que se observa es de arbustos y nopalillos, aunque zonas cercanas están cultivados con nopal.

Perfil VI, se localiza al norte del poblado de San Lorenzo Tlacoyucan y al sureste de la población de Milpa Alta (centro), a una altitud de 2,400 m s n m, en este sitio se cultiva nopal.

Perfil VII, se localiza en la parte más baja de Milpa Alta al norte del centro de este poblado, en un lugar plano que tiene una altitud de 2,365 m, cultivado con nopal.

Perfil VIII, se localiza al noroeste de la población de Milpa Alta (centro), en la parte más baja del cerro Teutli, a una altitud de 2,500 m s n m, con cultivo de nopal.

Perfil IX, se localiza al sur del Poblado de San Lorenzo Tlacoyucan, a una altitud de 2,700 m s n m, por lo cual la temperatura es más fría en este sitio, se caracteriza por una vegetación de Pino-encino y porque se empieza a inducir el cultivo del nopal.

Perfil X, se localiza en las cercanías del poblado de Santa Ana Tlacotenco, se encuentra a una altitud de 2,550 m s n m, cultivado con nopal.

IV.5 Fisiografía.

El subaclaro es demasiado rocoso, producto de la erupción del volcán Teutli. Es una región montañosa de naturaleza volcánica, corre pendiente a las estribaciones de la serranía del Ajusco.

La topografía en general es abrupta, sus terrenos son muy accidentados, montañosos, precargados y hondonados. El Sur es más accidentado lo forman barrancas en gran número y cerros.

Zonas Físicas: puede considerarse que esta integrada por dos zonas físicas, la primera de ellas que corresponde a la zona de valles y declives bajos, localizada al norte del territorio, y equivale al 30% de área y la segunda corresponde a una zona montañosa con bosques de coníferas, localizada al sur de la Delegación, ocupando aproximadamente el 70% de superficie. Sus altitudes varían desde 2,300 metros sobre el nivel del mar en las zonas más bajas, elevándose el efecto aún hasta los 3,700 en las zonas más elevadas.

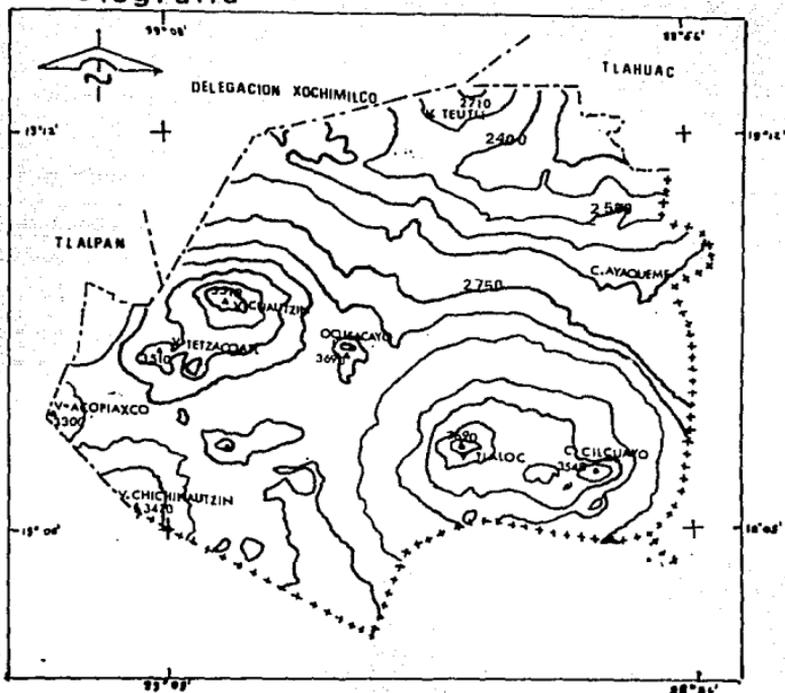
Los cerros más elevados son el Cuauhtzin, que tiene 3,497 m s. n. m., el cerro del Tulmiac que alcanzan los 3,327 m. s. n. m., el cerro de Tlaloc de 3,337 m s n m , el cerro de Tecpalo, con 3,350 m s n m , el cerro Ucotecatli con 3,421 m. s. n. m., el Cerro Teutil con 2,712 m s n m , es un cono perfecto con uno pequeño secundario al oeste, ambos arrojaron lavas basálticas, el fondo del crater se aprovecha para cultivos (Yarza, 1948), al igual que los alrededores.

El grupo Chichinautzin muestra una topografía distintiva donde quetera que se presenta. Se caracteriza por su juventud externa y apenas muestra erosión al guna en la mayor parte de su zona de afloramientos. Este carácter topográfico juvenil, se debe a la extravasación de corrientes lávicas y a la acumulación de conos cineríticos y escoriales (Frías, 1956).

El cerro Chichinautzin con 3,476 m s n m , es uno de los conos basálticos más altos de la gran tierra al sur de México (Frías, op cit).

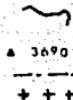
Presenta corrientes lávicas frescas casi sin muestras de intemperismo, ni erosión y se encuentra cubierto por vegetación.

Orografia



SIMBOLOGIA

CURVAS DE NIVEL
 COTA EN METROS SOBRE
 EL NIVEL DEL MAR
 LIMITE DELEGACIONAL
 LIMITE ESTATAL



ESCALA 1:1140 000



IV.6 Hidrología.

La zona de estudio carece de ríos de importancia, porque el agua se infiltra en las rocas volcánicas, solamente se forman pequeños arroyos, y por los declives solamente se producen ríos temporales en los barrancos.

Existe una falta de agua en la mayor parte de los lugares que integran la jurisdicción. La precipitación pluvial es variada en razón de lo abrupto del terreno.

Un escurrimiento importante en la zona estudiada es el arroyo San Gregorio, que nace en las laderas del cerro Cuauhtzin y está limitado al oriente por la cuenca del río Milpa Alta y al poniente por la cuenca del río San Lucas. Pasa cerca del poblado de San Salvador Cuauhtenco, corriendo en dirección oriente hasta cerca del poblado de Atocpan y de ahí sigue con dirección norte al lago Xochimilco. Su curso es muy incierto, llegando a desaparecer en algunos tramos y por consiguiente, sus escurrimientos superficiales son prácticamente nulos; no es los subterráneos, pues en la parte baja y ya en la planicie de Xochimilco emergen manantiales importantes como el de San Gregorio.

La serranía Chichinautzin, situada en el extremo sur del Valle, constituye en esta región el límite hidrográfico de la Cuenca del Valle de México, y cerró según conjeturas de los geólogos, la antigua descarga del drenaje al río Balsas (Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México).

La red de desagüe es incipiente y apenas integra en el flanco Austral de la serranía basáltica. Grupos de arroyos señalan principalmente la forma de grandes conos cineríticos y montículos lávicos, que

facilmente llegon a surcarse por arroyamiento debido a las fuertes pendientes y a la falta de consolidación. (Frics, op cit).

La sierra del Chichinautzin se encuentra constituida por rocas de origen volcánico, comunmente fracturadas, fragmentadas y de estructura esponjosa, hace que toda esta zona sea muy permeable; por lo que no se ha desarrollado un verdadero sistema de drenaje superficial y las corrientes que podrian generarse debido a las fuertes precipitaciones, solamente producen arroyos de escasa importancia por su caudal y dimensiones. Muchos de estos arroyos se pierden por tramos, en los cuales circulan bajo la superficie del suelo o se resumen totalmente por infiltración, dando como resultado corrientes efimeras que sólo transportan agua después de fuertes aguaceros.

Todo ello ha contribuido a que el aspecto exterior de esta Sierra, sea de gran uniformidad y casi no existan barrancas, ni cañadas profundas y prolongadas, encontrándose muchos casos en los que una barranca se inicia en la parte alta y desaparece a niveles más bajos.

En otras partes existen, tanto hondonadas cerradas que dan aspecto de pequeños valles de erosión; como vastas depresiones en forma de embudo, por donde la lluvia se infiltra casi totalmente.

IV.7 Clima.

En general el clima es templado con veranos frescos y lluvias durante el verano y principios de otoño, en tales condiciones las temperaturas varían desde los 10°C hasta los 17°C.

Generalmente se presentan vientos dominantes de dirección Noroeste-Suroeste y con variación de invierno en que sopla de Sur a Norte.

Por otra parte, las precipitaciones pluviales van desde los 800 mm hasta los 1,500 mm anuales.

Los datos climáticos para la zona de estudio fueron proporcionados por el Departamento Meteorológico Nacional y el Instituto de Estadística, geografía e Informática (INEGI).

Se tomaron los datos de 1961 a 1990 de las siguientes estaciones.

Estación	Coordenadas	tem. anual	Ppt. anual	Clima
Milpa Alta	19°11' 99°01'	16.0	684.4	C(w ₁)(w)
San Gregorio Atlapulco	19°15' 99°03'	15.7	702.1	C(w ₂)(w)
Tres Cumbres	19°04' 99°15'	9.5	1877.4	C(E)(w ₂)(w)

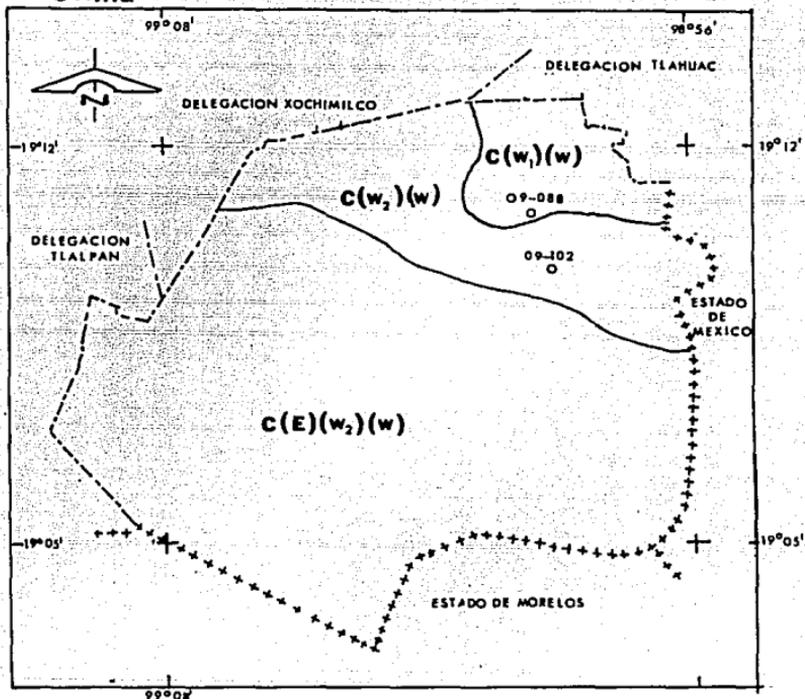
La explicación de los símbolos según INEGI 1990, es la siguiente:

C Templado (E) Semifrío

(w₁) Subhúmeda con moderado grado de humedad.

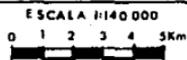
(w₂) Subhúmeda con alto grado de humedad.

Clima



SIMBOLOGIA

TEMPLADO SUBHÚMEDO CON MODERADO GRADO DE HUMEDAD	$C(w_1)(w)$
TEMPLADO SUBHÚMEDO CON ALTO GRADO DE HUMEDAD	$C(w_2)(w)$
SEMIFRÍO SUBHÚMEDO CON ALTO GRADO DE HUMEDAD	$C(E)(w_2)(w)$
ESTACION METEOROLOGICA	○ 09-102
LÍMITE CLIMATICO	—————
LÍMITE DELEGACIONAL	- - - - -
LÍMITE ESTATAL	+ + + + +



Ebc. 1: 50 JUN. 1984

FUENTE: INEGI. Atlas Climático de la Ciudad de México

El mes más caliente del año se presenta antes del solsticio de verano.

Esta área se encuentra entre las Isoyetas de 700 y 800 y las Isotermas de 12° y 14°C .

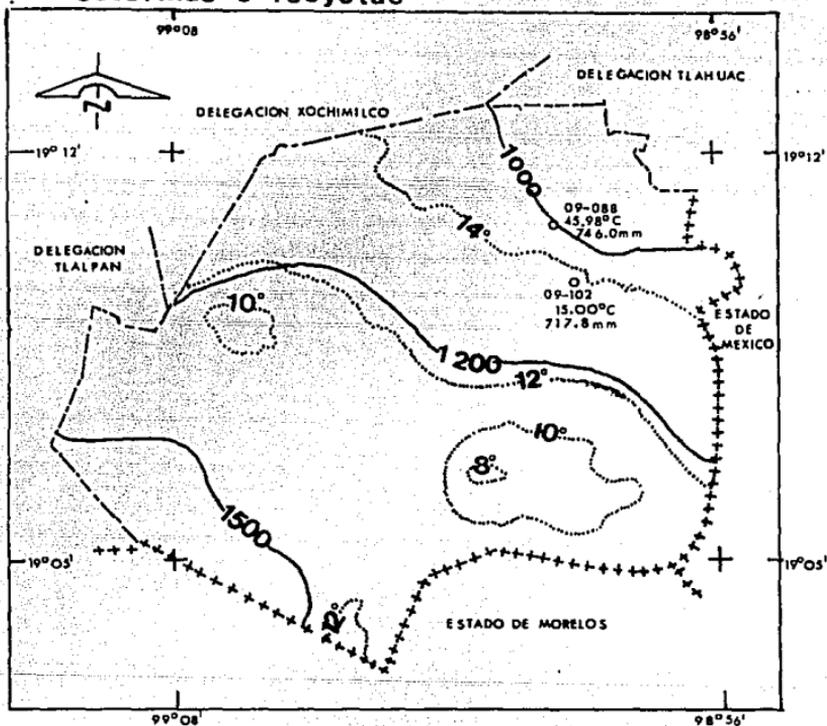
De acuerdo a la clasificación climática modificada, el área estudiada de Milpa Alta, corresponde a la zona de clima $C(W_1)$ (w) templado.

El perfil que se encuentra en la parte sur de Milpa Alta se ubica en la zona de clima $C(E)(W_2)(w)$, semifrío, que corresponde a la estación de Tres Cumbres.

El perfil IV cercano al poblado de San Gregorio Atlapulco, queda comprendido en la zona de clima $C(W_e)(w)$, templado.

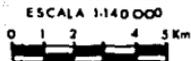
El clima semifrío se encuentra dentro del Valle de México, en las laderas montañosas de altitud superior a 2,800 manm.

Isotermas e Isoyetas

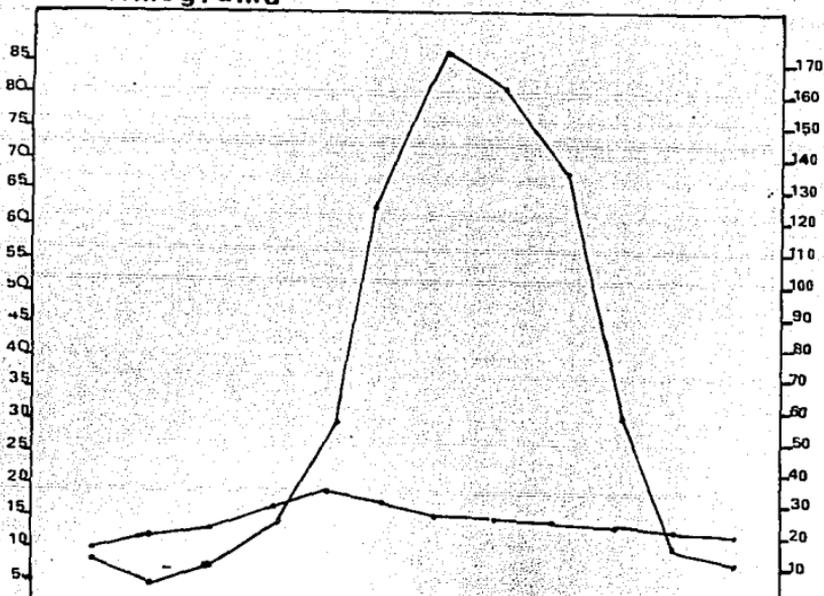


SIMBOLOGIA

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)
 PRECIPITACION TOTAL ANUAL (mm)
 ESTACION METEOROLOGICA
 LIMITE DELEGACIONAL
 LIMITE ESTATAL



Climograma



	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T	10.3	12.2	13.9	15.9	16.3	15.9	14.8	14.6	14.2	13.2	12.2	11.3
P	16.8	5.4	14.3	27.5	59.3	124.0	171.7	162.5	134.9	58.6	18.9	11.8
	7 años											
	16 años											

Fuente : Datos meteorológicos del Distrito Federal.
 Estación Milpá Alta (García, 1981)

IV.8 Geología.

Según Mooser (1961) la formación de la Cuenca del Valle de México data aproximadamente del Terciario Medio con una antigüedad de 30 millones de años.

Esta región ha sufrido desde el principio del Terciario la influencia de fuerzas tectónicas de carácter tensional que ha provocado levantamientos o fracturas y hundimientos de la corteza terrestre, con la consiguiente emisión de grandes cantidades de lavas de distinta índole petrográfica.

Por el estudio de sistemas de fracturas, se ha podido establecer la presencia de dos líneas de debilidad de la corteza terrestre, cuyos movimientos originaron la formación de las principales sierras que circundan la cuenca.

La primera línea llamada Fractura Chapala-Acambay se inició en el Terciario Medio y aun continúa su actividad, y la segunda línea de fracturamiento, llamada Fractura Clarión la cual inició sus movimientos en el Terciario Superior alcanzando su máxima actividad en el Cuaternario esta última rige el vulcanismo en el sur de la Cuenca de México.

La línea de Fractura Clarión, se extiende desde las Islas Revillagigedo en el Océano Pacífico, hasta el grupo volcánico de los Tuxtlas en el estado de Veracruz, justamente a nivel del paralelo 19° de latitud Norte marcado por los principales volcanes que forman el Eje Volcánico Transversal, siendo la responsable del vulcanismo en la región meridional de la cuenca del Valle de México. Esta línea es la causante de la aparición de volcanes tales como El Ajusco, Los "Fieles" del Ixtaccihuatl y el ventorillo. Dentro de sus primeros productos y ya en pleno

Cuaternario, esta fractura produjo la barrera denominada Sierra de Chichinautzin.

Los volcanes del grupo Chichinautzin parecen haber surgido a lo largo de fracturas tensionales dirigidas de oeste sureste a este noreste. Sus lavas interrumpieron el drenaje antiguo y transformaron el Valle de México en una Cuenca cerrada (Hooser op.cit)

La formación Chichinautzin, fué definida por (Fries, 1960)

, como grupo Chichinautzin para comprender "Todas las corrientes lávicas, tobas, brechas y materiales clásticos interstratificados, depositados por agua, de composición andesítica y basáltica, que descansan en cima de la Formación Cuernavaca o de unidades más antiguas". Esta unidad fué originalmente atribuida por Fries al Cuaternario; sin embargo, él mismo mencionó posteriormente que se encuentra interdigitada con las formaciones Tarango y Atotonilco el Grande, por lo cual se estimó que sus primeras erupciones tuvieron lugar en el Plioceno Tardío (Fries, op.cit), esta formación tiene más o menos un millón de años.

Se ha acostumbrado llamar indiscriminadamente "Chichinautzin" a todas las unidades volcánicas más recientes de la Cuenca de México.

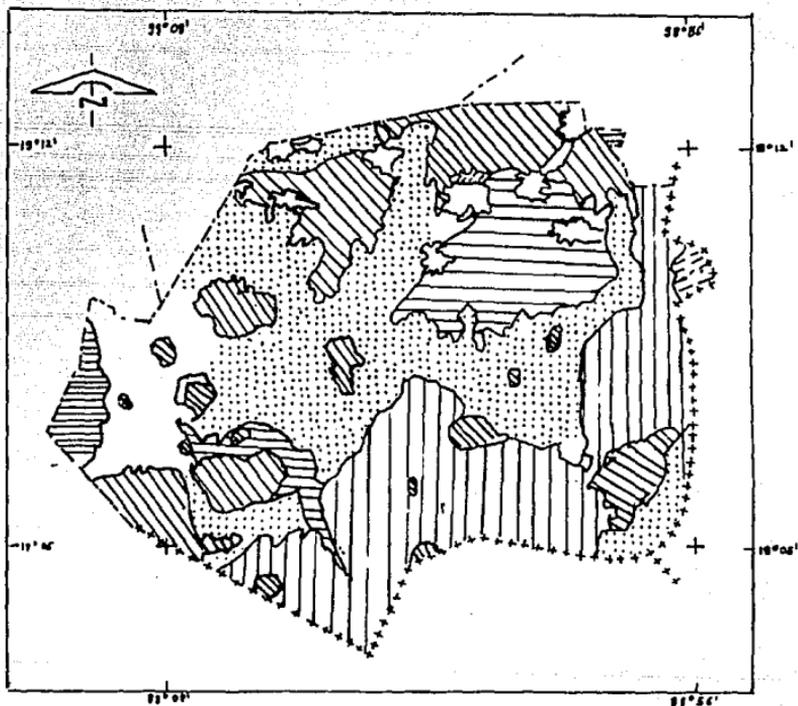
Sin embargo, se ha preferido restringir aquí el término Chichinautzin a la unidad volcánica compleja que se originó de los centros eruptivos situados sobre el partaguas meridional de la Cuenca de México y que representa un período largo de vulcanismo que perduró desde el final del Plioceno hasta tiempos históricos.

La juventud de las últimas erupciones se refleja en las formas inalteradas de los abundantes conos cónicos y cerrames de lava, y en los escasos suelos que las cubren.

El hecho de que la mayoría de las rocas volcánicas, presentes en el Valle de México sean de tipo andesítico se debe, según Mooser, a que las primeras lavas que se derramaron como consecuencia de los movimientos de la corteza terrestre, o nivel de las dos líneas de fracturamiento anteriormente señaladas, eran lavas que provenían de las cámaras magnéticas silíceas de composición riolítica andesítica, en cambio los productos de los últimos acontecimientos tectónicos, ocurridos en los albores del Cuaternario, provienen de las cámaras silíceas; por lo tanto solo las partes elevadas de los fuertes montañosos y algunos derrames laterales, como los del Xitle de formación reciente Lybby, (1955) que formó el pedregal de San Angel, la Sierra de Santa Catarina y la de Chichinautzin son de naturaleza basáltica.

Dentro del área de estudio, se presentan diversas geomorfias del vulcanismo.

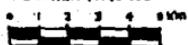
De la actividad Hawaiana existe un "escudo volcán" detrás de Xochimilco con un cono cónico en su cima, que corresponde al Teutli.



SIMBOLOGIA

-  Andesitas
-  Basaltos
-  Brechas volcanicas
-  Tobas
-  Aluviones
-  Brechas volcanicas basalticas

ESCALA 1:160 000



Fuente: Mapa geológico del A.R.

IV.9 Vegetación.

La Serranía de Chichinautzín está cubierta por un bosque de coníferas que llega hasta sus cimas pero, este ha sido explotado exageradamente, (Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México 1964).

El límite superior del bosque está situado hacia los 4,000 m s n m., y desde esta altitud hasta los 3,500 m. se extiende el bosque llamado por Miranda "Pinar Superior", formado exclusivamente por Pinus hartwegii, árbol de 10 a 20 m de altura con una subvegetación de gramíneas y otras formas herbáceas. Por debajo, entre los 3,500m y los 3,000 a 2,500 m se encuentra el denso y majestuoso "Bosque oyameles" cuya especie dominante, Abies religiosa, árbol que alcanza hasta 60m de altura. En él se intercalan con frecuencia especies de pinos (Pinus montezumae, Pinus ayacahuite) e incluso en la parte baja ciertas especies características del encinar (Quercus rugosa). Donde las pendientes son menos abruptas y el terreno es más seco, los pinos antes mencionados y Pinus rudis substituyen totalmente o parcialmente a los oyameles.

A 6 kms aproximadamente al Sur del volcán Chichinautzín, Espinosa (1962) realizó un estudio florístico y describió 4 comunidades:

Asociación Hechtia podantha - Agave horrida que son las especies herbáceas dominantes, crecen a una altura de 2,300 m o n m.

Asociación Bursera cumata que es la especie arbórea dominante que se desarrolla entre la cota 2 000 y 2 150m.

Asociación Quercus - Ar. tostaohylos polifolia representando un estrato arbóreo más alto que la asociación anterior.

Asociación Quercus rugosa (encino) que es la especie arbórea

dominante se desarrolla entre la cota 2 450 u 2 550 m.

Entre las especies de la zona de estudio que han sido sometidas al cultivo cabe citar al maíz (Zea mays) nopal, (Opuntia spp) frijol, (Phaseolus spp), calabaza (Curcubita spp) chile, (Capsicum annum), tomate de cáscara, (Physalis philadelphica).

También se encuentran especies que pueden considerarse como semicultivadas, pues aparentemente el proceso de la selección no ha sido muy lejoso y las plantas sembradas difieren poco de sus antecesoras silvestres, en este grupo puede mencionarse a Prunus serotina ssp. capullifera ("capullín"), Crotalaria pubescens ("tejacote"), Chenopodium ambrosioides ("epazote"), Cesalpinia edulis (zapote blanco).

IV. 10 Población.

La Delegación de Milpa Alta, ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie, representando el 17.9% del total del Distrito Federal.

Para 1970 contaba con una población de 33 694 habitantes, estimándose, de acuerdo a la tasa de crecimiento 1930-1970 de 2.5% que para 1975 su población asciende a 38 121 habitantes, para 1980 de 43 130 habitantes y para 1990 de 63 654 habitantes.

MILPA ALTA		
Año	Habitantes	
1950	18 212	Habitantes
1960	24 379	"
1970	33 694	"
1980	43 130	"
1990	63 654	"

Por otra parte, se puede incluir dentro de las delegaciones con menor densidad de población, debido a que ocupa el último lugar de entre todas estas con un promedio de 125.43 habitantes por Km²; (Datos - 1975).

La Población en la Delegación de Milpa Alta se encuentra distribuida en localidades, tanto urbanas es menor, su población constituye el 78.9% mientras que la población de las localidades rurales alcanza un promedio de 21.1% de los habitantes de la Delegación.

La distribución de la población por sexo, se presenta en forma equilibrada; en 50%, siendo los hombres en mínima proporción menores que

las mujeres (datos de 1990).

Para 1980 la delegación contaba con 43,130 habitantes de los cuales 50.8% eran mujeres y el 49.2% hombres.

NUMERO DE HABITANTES POR POBLADO.
MILPA ALTA

Poblado	total de habitantes
San Lorenzo Tlacoyucan	2 733
San Pedro Atocpan	6 803
San Pablo Oztotepec	7 692
San Salvador Cuauhtenco	4 450
San Bartolomé Xicomulco	1 335
San Antonio Tecomitl	9 981
San Juan Tepenahuac	573
Santa Ana Tlacotenco	7 692
San Jerónimo Miacatlán	1 653
San Francisco Tecoxpa	1 971
San Agustín Ohtenco	763
Villa Milpa Alta	17 928

Total de toda la Villa 63 654 habitantes.

Los Pueblos que cuentan con ejidos son cinco: Santa Ana Tlacotenco, San Juan Tepenahuac, San Jerónimo Miacatlán, San Francisco Tecoxpa, San Antonio Tecomitl, contando cada población con un comisario ejidal con una superficie de 1 963 Km², La cual se localiza en la zona occidente de esta Delegación.

El Area urbanizada es de 1 270 hectáreas. La distribución de u-

son ocurre de acuerdo con los siguientes porcentajes del área total: 4.63% de vialidad, 11.07% de área habitacional, 2.55% de comercio y servicios, 1.72% de industria, 1.06% de área de recreación y un 78.72% de superficie de reserva.

El porcentaje de la población económicamente activa es de 49.05% y el de la inactiva de 53.15%.

La extensión de la tierra económicamente activada es de 6,975 hectáreas y el de la tierra económicamente inactiva de 5,000 hectáreas.

La mayoría de la población habla el Español, con un porcentaje del 91.47%, el 7.88% habla el Nahuatl y otros dialectos el .65% (Datos 1975).

IV.11 Economía.

En la Delegación existen las siguientes zonas económicas: una, la correspondiente a la zona norte de la delegación, basada en la agricultura y la ganadería, dentro de las cuales se encuentra una pequeña industria doméstica y el pequeño comercio. La otra zona, localizada en la parte sur de la delegación, está integrada por los bosques de propiedad comunal de los pueblos que forman la delegación silvícola, aún cuando la explotación de estos bosques está vedada.

Sin embargo, se realizan en forma irregular el aprovechamiento de las maderas muertas y plagadas.

Milpa Alta, es una población con gran arraigo a la tierra, en donde la explotación agrícola está dividida en propiedades cuya extensión se estima en "yuntas" que son sembraderos de cinco o seis cuartillos de maíz.

Muchos de los pobladores necesitan dedicarse a oficios y actividades no agrícolas por resultar incosteable al cultivo tradicional de maíz, haba, frijol, y chícharo.

La ganadería se concentra a la pequeña explotación de ganado vacuno (lechero), caprino, lanar, porcino, aves de corral y colmenares, hay poco ganado mayor. Se aumenta día a día la cría porcina y la cría de granjas de aves. En las partes más elevadas también existe el pastoreo de ganado caprino o bovino. (D D F, op.cit)

Dentro de la ganadería, la actividad principal tiende a ser la industria rudimentaria de la carne que consiste en el sacrificio de cabras, ovejas y cerdos, de los que derivan: la barbacoa, el chicharrón

y algunos embudidos.

La tala de los bosques obedece al aprovechamiento deficiente de los recursos naturales de la región, ya que la población campesina, por falta de conocimiento de técnica moderna y de recursos económicos para aplicarla, utiliza sistemas rudimentarios en la explotación de los bosques y en la agricultura, obedeciendo a escaso rendimiento en los cultivos de la región.

En conclusión, se puede decir que las diferentes actividades que realizan los pobladores de la región son: cultivo de la tierra, comerciantes, industria de la transformación, elaboración de moles y adobos, elaboración de calzado, prendas de vestir, explotación de nopal y empleados del servicio público federal.

Los productos elaborados tales como: mole, adobos, nopales y productos alimenticios de ganadería, son productos que abastecen al Distrito Federal.

La vocación del suelo de la delegación sirve para el desarrollo del sector primario de la actividad económica, el cultivo del nopal es la principal actividad de la población, de la cual obtiene una producción de más de 50,000 toneladas anuales (100% de la producción en el D.F.).

El 31% de la población de Milpa Alta se encuentra dedicada a actividades terciarias que se realizan fuera de la delegación; el 6% a actividades secundarias y el 10% a primarias, la población activa constituye un 45%.

La distribución del ingreso es muy desigual. (D D F 1975).

IV. 12 Uso del Suelo.

Debido a la calidad de las tierras de la región que en su mayoría son de pedregal o de falda de montaña sin vasos de captación de agua y empleadas sin técnicas eficaces de aprovechamiento, el campesino de Milpe Alta ha cambiado la siembra de maíz por la "hueta de nopal", por el hecho de dar este peso ha tenido grandes repercusiones en la economía local.

El aprovechamiento del maguey, que fué la mayor fuente de ingresos de la comunidad, se va perdiendo. La delegación cuenta con algunos magueyes, pero no hay quién se ocupe de extraer el xilito como antes.

El ciclo del maguey es muy lento, al cabo de seis u ocho años que tarda su crecimiento, produce aguamiel por tres o cuatro meses. La exigencia de su ased constante en la elaboración del pulque, ha contribuido al derrumbe de la industria magueyera.

En lo referente a los principales cultivos de la región son el nopal en primer término con gran auge en la región, le sigue el maíz, frijol, chícharo, haba, hortalizas, maguey, papa y árboles frutales tales como el higo, durazno, chabacano, ciruelo, capulín y tejocote.

Por la condición natural de los cultivos de la región del sur, se contribuye a la tala progresiva de los bosques comunales como resultado de la necesidad de apertura de nuevas tierras ya que al estar sembradas principalmente con maíz y por el desnivel natural del suelo, se erosionan en un período de tres a cinco años, destruyendo nuevas zonas de bosque para extender los cultivos de subsistencia.

En lo referente a la tenencia de la tierra el 50% corresponde a

tierras comunales y ejidales, el 8% a propiedad privada y el 2% restante a propiedad federal.

V. SUELOS.

Aguilera proporcionó la siguiente descripción de los suelos de la Cuenca de México (1969, carta geológica de Schlaepfer).

"En la Cuenca de México se encuentran, entre las cotas de 2,100 y 2,250 m s n m, suelos aluviales, azonales (Ent. solca). Los suelos son de reacción alcalina, aunque los hay de reacción ligeramente ácida o neutra, pero en áreas reducidas y asociados siempre con el relieve.

Las arcillas dominantes en estos suelos son de la relación 2:1; particularmente montmorillonita (jaboncillo)".

Los suelos del Lago de Texcoco, que se localiza en una área aproximada de 200 Km² al noreste de la Ciudad de México, son suelos aluviales con altos contenidos de sodio intercambiable y libre, carbonatos y bicarbonatos de sodio, cloruros y sulfatos. Sus reacciones son fuertemente alcalinas, desde un pH de 9 en los márgenes de lo que fué el lago, hasta 11 y 12 en las zonas del Caracol, inmediatamente al norte del límite; el pH que domina es de 10 y 12.5.

Los suelos entre las cotas de 2,250 y 4,000 m s.n.m., se clasifican dentro del Orden Inceptisol, Suborden Andéctico. Los Grandes Grupos que dominan son: 1) Vitrandepl (Chrandepl) y 2) Durandepl. Derivan de cenizas volcánicas ricas en vidrio, de basaltos olivínicos, andesitas, dacitas y riodacitas. Estos son suelos con altos contenidos de materia orgánica (de 2 a 15%), con gran capacidad de intercambio catiónico (de 14 a 50 meq/100g) y abundante nitrógeno total (de 0.1 a 0.6%). La principal característica de estos suelos es el alto contenido de alúmina y

gibrita en las fracciones arcillosas; constituidas además por halositas y coelinita. Existen altos contenidos de aluminio libre, y fuerte fijación de los fosfatos.

Las reacciones son generalmente ácidas, el pH varía entre 5 y 6.9.

En las regiones volcánicas rocosas se encuentran Litoarelos y Regosuelos.

Bhameda, (1972) estudió y clasificó 9 perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas y de ando sobre la falda sur del Ajueco, clasificando los perfiles colectados a una altura de 3,937 y 3,550 dentro del Orden Inceptisol, suborden Andept, Gran Grupo Cryandept. Los perfiles colectados entre las cotas de 3,275 a 3,450 m s n m. corresponden a un suelo del Orden Inceptisol, Suborden Andept, Gran Grupo Ochran dept. Son suelos relativamente jóvenes, con un alto contenido de materia orgánica en los subhorizontes de la superficie, con pH ácido o medianamente fino. La densidad aparente es baja y muy alto el contenido de alófono.

1 V.1 Descripción del Orden Inceptisol.

Los Inceptisoles son suelos que no han desarrollado características de diagnóstico para otros órdenes, pero que tienen ciertas características además del epipedón áctico (Es un horizonte superficial de colores claros, con valores mayores de 5.5 en seco y mayores de 3.5 en húmedo y con un contenido de materia orgánica inferior al 1%) y los horizontes ácticos (Es un horizonte A_2 con ciertas limitaciones de color.) distribuidos en los horizontes. (Coul, 1981).

V. Ambiente.

Los inceptisoles, son suelos inmaduros que tienen rasgos de perfiles expresados más débilmente que en los suelos maduros y que conservan cierta semejanza con el material original. No se puede dar ninguna descripción de los ambientes que sea verdaderamente representativa de todos los inceptisoles, pero las características que a continuación se señalan son sobresalientes:

- a) material original muy resistente
- b) abundancia de cenizas volcánicas
- c) posiciones extremas en el paisaje, en pendientes y depresiones.
- d) superficies geomórficas tan jóvenes que limitan el desarrollo del suelo.

Aunque muy distribuidos en el mundo, bajo una gama sorprendente de regímenes ambientales y sobre un espectro completo de materiales originales, los inceptisoles tienen rasgos que indican falta de madurez edafológica.

En muchos casos, la dirección del desarrollo de suelos es evidente y se puede predecir que algunos inceptisoles se convertirían finalmente en tisoles o alfisoles, etc.

Algunos inceptisoles están en equilibrio con su ambiente y no "maduraran" hasta que ese ambiente cambie. Los inceptisoles actuales, sobre laderas pendientes, no estarán ya presentes cuando la erosión geológica haya nivelado la ladera hasta llegar a un nivel normal. Sin embargo, los inceptisoles están en estado constante con respecto al ambiente presente y el proceso de erosión geológica que se produce en las condiciones presentes.

V.3 Clasificación de los Inceptisoles.

Los Inceptisoles, son suelos minerales que tienen un desarrollo de horizontes suficiente para excluir los de los Entisoles. Por lo común se encuentra un horizonte cámbico; pero no existen horizontes espódicos, arcillosos, sílicos o nátricos y óxicos. Los inceptisoles se excluyen del Orden de los Aridisoles por el clima del suelo, y del Orden de los Vertisoles por la falta de características de perturbaciones arcillosas.

Los suelos con epipedones úmbricos, hísticos, plácicos o mólicos se consideran Inceptisoles, cuando se encuentra presente una de las siguientes propiedades; a) la densidad aparente del suelo fino es de menos de 0.85 g/cc; b) la saturación de bases es de menos del 50% a una profundidad de 1.8 m; c) las temperaturas medias estivales e invernales difieren en menos de 5°C y la fracción de arcilla se compone de más del 35% de montmorillonita con el epipedón, sobre el material que contiene menos del 40% de equivalente de carbonato de calcio. Se utilizan criterios de humedad, mineralogía y temperatura para separar el orden en seis subórdenes (Boul, *op cit*).

Los Aquepta están saturados de agua en algún período del año, a menos que el hombre les aplique drenajes.

Los Plaggepts tienen epipedones plaggen negros o café oscuro.

Los Andepts tienen una densidad de aparente de la fracción de suelo fino menor de 0.85 g/cc en el epipedón y/o el horizonte cámbico y el material amorfo es la fuente predominante del complejo de intercambio.

Más del 60% de las fracciones de limo, arena y grava son cenizas volcánicas vítreas u otros materiales piroclásticos vítreos.

En la superficie presentan una capa de material orgánico suelto, seguida por una mezcla de material orgánico y mineral de color oscuro, que cambia rápidamente a un horizonte intermedio de color café, que a la vez se encuentra en transición hacia el material parental.

La propiedad singular de estos suelos, la constituye su alto contenido de alúfano, que les proporciona una densidad volumétrica muy baja y una cierta esponjosidad, particularmente dentro del horizonte intermedio.

Los Tropepts son los inceptisoles de las regiones tropicales.

Tienen temperaturas medias anuales de los suelos de 8°C o más y una diferencia de menos 5°C entre la temperatura media estival y la media invernal del suelo.

Los Umbrepts tienen epipedones úmbricos, mólicos o antrópicos.

Es raro encontrar un epipedón mólico en los umbrepts intactos, pero se forman con facilidad debido a la práctica bastante común de agrogarles cal. Para evitar la reclasificación del suelo, en este caso, se utiliza el bajo contenido de bases (menos del 50%) en el horizonte cámbico, a fin de justificar la retención de calcio de un perfil, ese suelo podría clasificarse quizá indefinidamente como umbrept.

Los ochrepts incluyen a todos los demás inceptisoles. (Soul, op cit).

- Grandes Grupos del Subórden Andepts.

- Cryandepts:** Temperatura media anual menor de 8°C.
- Durandepts:** Presencia de un duripón a menos de 1 metro de distancia de la superficie.
- Hydrandepts:** Arcillas de deshidratación irreversible.
- Eutrandepts:** Tiene epipedones mólicos y son tixotrópicos en algunos horizontes.
- Dystrandepts:** Tienen un epipedón úmbrico ú ócrico y son tixotrópicos en algunos horizontes.
- Vytrandepts:** Otros andepts.

... Usos de los Inceptisoles.

Las interpretaciones de los inceptisoles para usos agrícolas o no, son necesariamente diversas. Las zonas muy pendientes son más apropiadas para bosques, zonas recreativas o de preservación de la vida silvestre.

Los Inceptisoles con mal drenaje se puede utilizar ampliamente para cosechas cultivadas, a condición de que pueda aplicarse un drenaje artificial. En algunos terrenos, los Inceptisoles son más productivos que los suelos asociados de otros Ordenes. Por ejemplo, los suelos asociados con horizontes arcillosos gruesos, más que impermeables, pueden ser menos productivos, como lo son los entisoles arenosos y ag

cos asociados.

Puesto que los inceptisoles se desarrollan en diversos climas, excepto en las regiones áridas, no es posible analizar específicamente las distribuciones de precipitaciones pluviales y temperaturas en relación a este orden.

En muchos suelos de este Orden, principalmente en el caso de los Andepts, se presentan problemas agudos de fertilización con cal y fosfatos, debido al alófono o material amorfo. La alta cantidad de carga dependiente del pH en las partículas amorfas de arcilla requiere una cantidad considerable de cal extra para mantener una reacción del suelo favorable al crecimiento de cultivos agrícolas. Se ha demostrado que los suelos que contienen materiales amorfos son fijadores de fosfato extremadamente poderosos. (Boul, op cit).

VI MATERIALES Y METODOS.

1. De Campo.

Los sitios de muestreo elegidos con base a fotografías aéreas en escala 1: 40,000 y el mapa topográfico en escala 1: 50,000.

La colecta de las muestras de suelos se efectuaron en 10 sitios diferentes, los cuales fueron localizados con ayuda del mapa topográfico de Milpa Alta.

En cada uno de los sitios de muestreo se hizo un perfil, colectando muestras del suelo cada 10 cm desde la superficie hasta los 200 cm, pero en algunas ocasiones el muestreo fué poco profundo debido a que se encontró el material parental. La cantidad aproximada por muestreo de suelo fué de 2 Kg.

El total de muestras de suelos colectados en los 10 perfiles fueron 177. Posteriormente las muestras de suelo fueron sometidas a la fase de secado, el cual se efectuó; dejendolas secar por varios días en un cuarto, tomando las debidas precauciones para evitar la contaminación; una vez secas se tamizaron utilizando un tamiz de 2mm de abertura, para evitar el paso de las gravas y de algunos agregados mayores; posteriormente se guardaron en bolsas de polietileno.

Con el suelo ya seco se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos.

2. De Laboratorio.

Análisis Físicos.

- 1.- Color: en seco y húmedo, por comparación con las tablas de Munsell (1954).
- 2.- Densidad aparente; por el método de la probeta (Baver, 1956).
- 3.- Densidad Real; por el método volumétrico del picnómetro (Baver, 1956).
- 4.- Textura; por el método de Bouyoucos (1962).

Análisis Químicos.

- 1.- pH; por medio del método del potenciómetro, Corning Modelo 7, usando la relación suelo-agua destilada 1: 2.5 y una relación suelo-KCl 1N pH 7 de 1: 2.5.
- 2.- Materia orgánica; por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley, (1947).
- 3.- Capacidad de intercambio catiónico total; por el Método de centrifugación Jackson, (1964). Saturando con CaCl_2 1N pH 7, lavando con alcohol etílico al 96% y eluyendo con Na Cl 1N pH 7, se titula con versenato 0.02 N.
- 4.- Nitratos; por el método calorimétrico del ácido fenoldisulfónico, Jackson, (1964).
- 5.- Fósforo aprovechable; por el método de Bray I y Olsen; determinando el fósforo colorimétricamente por el método de azul de molibdeno, (Jackson, 1964).

- 6.- Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio intercambiables; por el método de centrifugación determinando el magnesio y calcio, por el método del veranato. Y el Potasio y Sodio por flamometría, utilizan do el flamometro, Corning Modelo 40. Jackson (1964).
- 7.- Atofano; por el método (semi-cuantitativo) en Fieides y Perrot (1966), utilizando Na F IN como extractor y fenolftaleína al 1% como indicador.

VII RESULTADOS.

El cuadro No. 1 y la gráfica 1 muestran los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos del perfil No. 1.

En este perfil el color del suelo en seco, es muy pálido (10 YR 8/4) siendo homogéneo en todo el perfil. En húmedo el color del suelo es pardo amarillento (10 YR 4/4) de los 0 cm a los 60 cm, pardo oscuro (10 YR 4/3) de 70 a 130 cm.

La densidad aparente presenta una ligera variación de 1.07 g/cc a menor profundidad y a mayor profundidad de 1.09 g/cc.

La densidad real varía de 2.18 a 2.48 g/cm³, distribuyéndose heterogeneamente a través del perfil.

La porosidad varía de 50 a 55.9% en forma heterogénea.

La textura es arena migajosa en los primeros 30 cm y de los 30 a 130 cm es migajón arenoso. El porcentaje de arena varía de 63.4 a 80.6% disminuyendo conforme aumenta la profundidad, el de limo varía de 12 a 22.8% y la arcilla de 6.4 a 16.8% aumentando ligeramente conforme aumenta la profundidad.

El pH oscila de débilmente ácido a débilmente alcalino o sea de 6.7 a 7.3 en agua destilada y con cloruro de potasio de 5.2 a 5.5.

La materia orgánica presenta una variación de 0.47 a 0.89% distribuyéndose irregularmente a través del perfil.

La C I C T varía de 12.2 a 16 meq/100 gr, además se observa que disminuye conforme aumenta la profundidad.

El potasio varía de 0.12 a 0.25 meq/100 gr en los primeros

40 cm.

El magnesio varía de 1 a 6 meq/100 gr distribuyéndose heterogeneamente a través del perfil.

El calcio varía de 7 a 9 meq/100 gr, a través del perfil.

El contenido de fósforo varía de 33.13 a 11.42 Kg/ha, encontrándose valores más altos en los primeros centímetros y posteriormente disminuye conforme aumenta la profundidad.

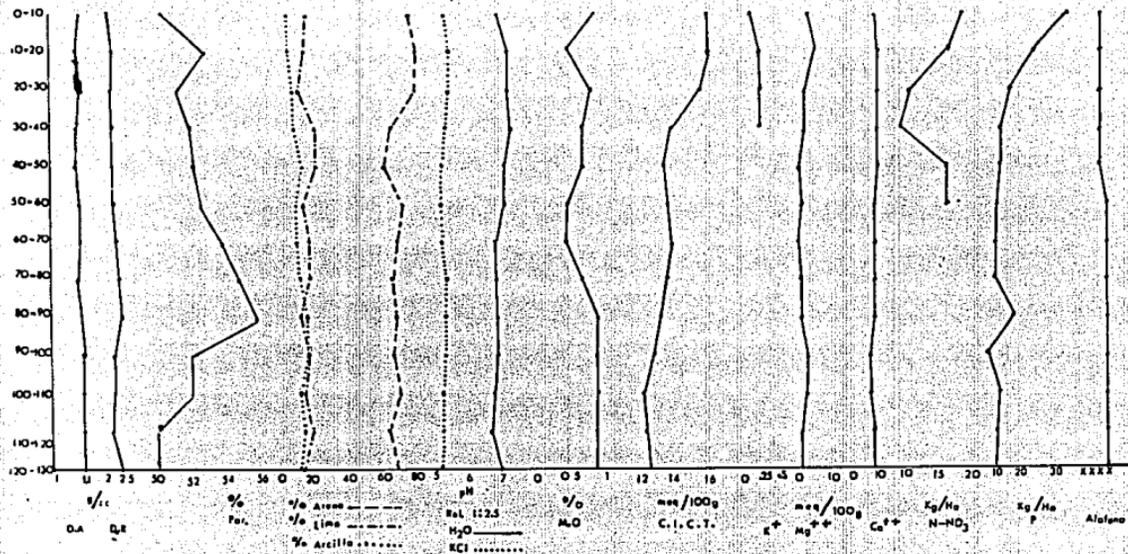
Los datos de los nitratos varían de 10.24 a 19.07 Kg/ha, siendo el valor más alto en los primeros 10 cm.

Con respecto al alófono es alto (XXX) y aumenta ligeramente conforme aumenta la profundidad del perfil (XXXX).

CUADRO No. 1
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL PERFIL No. 1
 LOCALIZADO EN EL BOLOADO DE SAN BARTOLO ADOCANALDO A
 AL NOROESTE DE LA VILLA DE NILPR ALTA D.F., A UNA ALTITUD DE
 2,640 m.s.n.m. SUELO DERIVADO DE CENIZAS VOLCANICAS, CON
 CLIMA Templado Subhmedeo.

SUBORIZONES	PROFUNDIDAD (cm)	SECO	COLOR	D.A. HUMEDAD g/cc	D.R. g/cc	POSDOSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH H ₂ O NCL 1:2.5	H ₂ O %	C.I.C.T. mg/100g	P* mg/100g	Pg** mg/100g	Ca** mg/100g	P mg/ha.	K-NO ₃ Kg/ha.	ALFAMO	
A ₁₁	0-10	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/4 pardo oscuro amarillento	1.08	2.18	50.4	77.6	16.0	6.4	Arena NigeJosa	6.9	5.4	0.81	16.0	0.12	4.0	8.0	33.13	19.07	XXX
	10-20	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/4 pardo oscuro amarillento	1.07	2.27	52.8	80.6	14.0	6.4	Arena NigeJosa	7.2	5.5	0.47	16.0	0.25	6.0	9.0	24.06	17.02	XXX
A ₁₂	20-30	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/4 pardo oscuro amarillento	1.08	2.22	51.3	80.6	12.0	8.4	Arena NigeJosa	7.2	5.5	0.81	15.0	0.25	3.0	9.0	17.31	11.65	XXX
	30-40	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/4 pardo oscuro amarillento	1.07	2.23	52.0	87.2	22.8	10.0	NigeJón Aranso	7.3	5.4	0.67	13.8	0.25	3.0	9.0	14.04	10.24	XXX
C ₁	40-50	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/4 pardo oscuro amarillento	1.07	2.24	52.2	63.4	22.2	14.4	NigeJón Aranso	7.1	5.3	0.67	13.4	1	1.0	9.0	14.11	16.80	XXX
	50-60	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/4 pardo oscuro amarillento	1.08	2.28	52.6	74.0	15.2	10.8	NigeJón Aranso	7.1	5.3	0.47	13.6	1	2.0	8.0	13.68	17.10	XXXX
	60-70	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/3 pardo oscuro pálido	1.08	2.34	53.8	70.0	19.2	10.8	NigeJón Aranso	6.9	5.3	0.47	13.8	1	1.0	8.0	13.34	n.s.	XXXX
	70-80	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/3 pardo oscuro pálido	1.07	2.37	54.8	68.0	19.2	12.8	NigeJón Aranso	6.8	5.4	0.67	13.6	1	2.0	8.0	12.79		XXXX
	80-90	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/3 pardo oscuro pálido	1.08	2.45	55.9	70.0	13.2	16.8	NigeJón Aranso	6.9	5.4	0.89	13.2	1	2.0	8.0	16.37		XXXX
C ₂	90-100	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/3 pardo oscuro pálido	1.07	2.24	52.0	68.0	17.8	16.8	NigeJón Aranso	6.9	5.4	0.68	12.8	1	4.0	7.0	11.42		XXXX
	100-110	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/3 pardo oscuro pálido	1.09	2.25	52.0	71.6	15.4	13.2	NigeJón Aranso	6.8	5.3	0.88	12.2	1	3.0	7.0	14.85		XXXX
	110-120	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/3 pardo oscuro pálido	1.09	2.20	50.0	65.6	19.2	15.2	NigeJón Aranso	6.7	5.3	0.88	12.4	1	2.0	8.0	13.20		XXXX
	120-130	10VR 8/4 pardo muy pálido	10VR 4/3 pardo oscuro pálido	1.09	2.48	50.0	71.6	15.4	13.2	NigeJón Aranso	6.7	5.2	0.87	12.6	1	2.0	8.0	13.39		XXXX

Grafica No. 1



Los Resultados de los Análisis Físico-Químicos del Perfil II, se muestran en el cuadro No. II y la gráfica 2.

En este perfil el color del suelo en seco es de pardo olivo (2.5 y 4/4) de los 0 a 110 cm y de los 110 a 160 cm, pardo olivo brillante (2.5 y 5/4). En húmedo el color es homogéneo a través del perfil siendo pardo muy oscuro (10 YR 2/2).

Los resultados de densidad aparente varían de 1.00 a 1.25 g/cc, distribuyéndose heterogéneamente en todo el perfil.

Para la densidad real varía de 2.23 a 2.77 g/cm³, donde los valores más altos se presentan en los primeros centímetros y va disminuyendo ligeramente conforme aumenta la profundidad.

La porosidad varía de 45.5 a 65.0%, donde el valor más alto corresponde a los primeros 10 cm.

La textura es migajón arenoso en los primeros 10 cm, arena migajosa de los 10 cm a los 50 cm para volver a ser migajón arenoso de los 50 a 80 cm, variando la clase textural de tal manera que estos dos tipos de texturas se alteran en forma indistinta en todo el perfil. El porcentaje de Arena oscila entre 52.0 a 81.6%, el de limo de 13.6 a 32.8 por ciento y la arcilla de 4.8 a 15.2%.

Los valores de pH varían de 6.6 a 7.3 en agua destilada y con cloruro de potasio de 5.2 a 5.5.

La materia orgánica varía de 0.47 a 3.51%, donde el valor más alto corresponde a los primeros 10 cm. y posteriormente se observa una distribución irregular.

Los valores de C I C T. varían de 12.2 a 14.4 meq/100gr, este último valor pertenece a los primeros centímetros de profundidad.

Los valores de potasio son muy bajos variando de 0.02 a 0.2 meq/100gr.

El contenido de magnesio varía de 3.0 a 8.0 meq/100 gr, donde el valor más alto le corresponde a la capa de 0-10cm.

El calcio varía de 7 a 12 meq/100gr y éstos valores de distribuyen irregularmente en el perfil.

Los valores del fósforo varían de 8.36 a 34.11 Kg/Ha, siendo los valores más altos para los primeros centímetros.

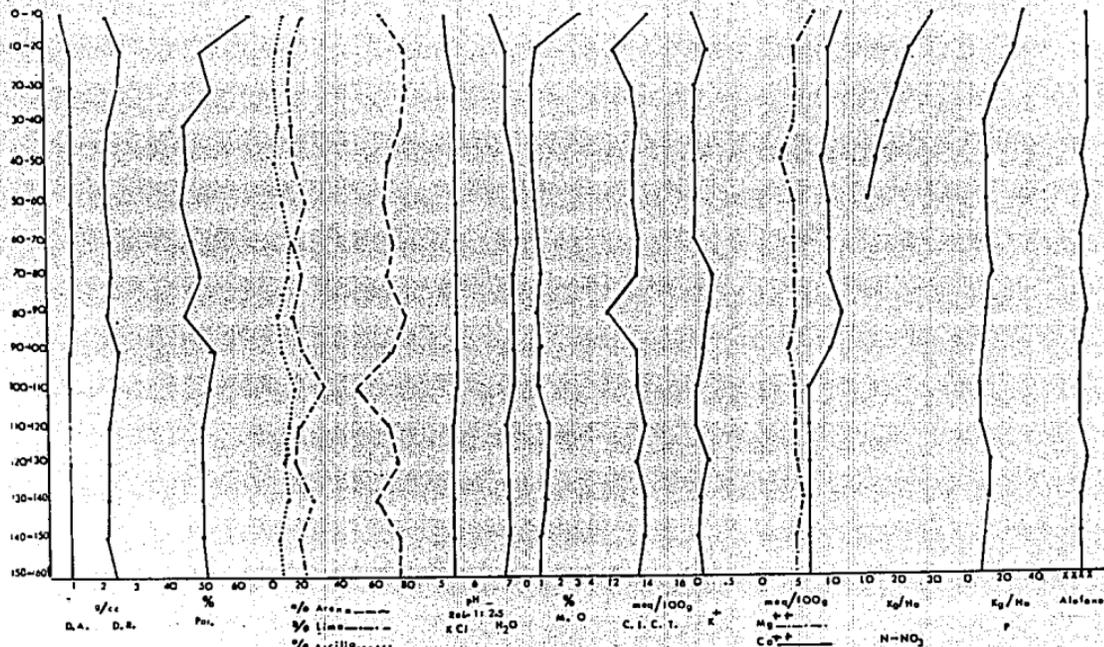
Los nitratos varían de 11.76 a 31.12 Kg/Ha, este último valor se presenta a los 10cm de profundidad y disminuye gradualmente al aumentar la profundidad.

Para el caso del alofano es alto, distribuyéndose homogéneamente a través del perfil.

CUADRO No. 11
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFIL No. 11
 LOCALIZADO AL SUR DEL POBLADO DE SAN PEDRO ACTOPAN
 AL NESTE DE LA VILLA DE PILON ALTO S. F., A UNA ALTITUD DE
 2,650 m.s.n.m. SUELO DERIVADO DE CENIZA VOLCANICA, CON
 CLIMA TEMPLADO, SUBHUMEDO.

SUBHORizontes	PROFUNDIDAD (cm)	COLOR SECO	D.A. HUMEDO g/cc	D.R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH H ₂ O 1:2 Rat. 1:2.5	H ₂ O %	C.I.C.T. mg/100g	N ^o mg/100g	Hg ⁺⁺ mg/100g	Ca ⁺⁺ mg/100g	P mg/100g	K ₂ O mg/100g	ALFANO		
A ₁	0-10	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.00	2.49	65.0	67.6	21.2	11.2	Negajón	6.6	5.2	3.51	14.4	0	6.0	12.0	34.11	31.12	XXX
	10-20	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.21	2.77	56.3	60.8	14.0	5.2	Arrea Nigajosa	7.0	5.3	0.88	12.2	0.02	5.0	10.0	29.36	24.23	XX
	20-30	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.24	2.69	53.9	61.6	13.6	4.8	Arrea Nigajosa	7.0	5.3	0.47	13.4	0	5.0	10.0	19.36	20.17	XXX
	30-40	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.25	2.30	45.6	78.8	14.0	7.2	Arrea Nigajosa	7.0	5.5	0.61	13.6	0	5.0	10.0	12.42	17.25	XXX
	40-50	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.24	2.29	45.0	71.0	15.4	4.8	Arrea Nigajosa	7.2	5.3	0.54	13.4	0	3.0	9.0	13.03	14.68	XXX
A ₂	50-60	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.22	2.24	45.5	68.8	22.0	9.2	Negajón Arreoso	7.3	5.3	0.74	13.4	0	5.0	10.0	12.54	11.76	XXX
	60-70	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.22	2.31	47.1	72.0	14.0	13.8	Negajón Arreoso	7.3	5.3	0.81	13.8	0	5.0	10.0	14.55	4.4	XXX
	70-80	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.21	2.44	50.4	70.4	19.2	10.8	Negajón Arreoso	7.2	5.5	0.94	13.6	0.30	5.0	10.0	15.37		XXX
	80-90	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.21	2.23	45.7	81.2	13.6	5.2	Arrea Nigajosa	7.2	5.3	0.81	12.0	0.20	5.0	12.0	13.17		XXX
	90-100	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.15	2.54	54.7	72.0	19.6	8.4	Negajón Arreoso	7.2	5.5	0.90	13.6	0.17	4.0	10.0	11.17		XXX
C ₁	100-110	2.5Y 4/4 perco olivo	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.14	2.39	52.3	52.0	32.8	15.2	Negajón Arreoso	7.2	5.3	0.81	13.6	0	5.0	7.0	8.36		XXX
	110-120	2.5Y 5/4 perco olivo brillante	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.13	2.29	50.6	70.2	16.2	11.8	Negajón Arreoso	7.0	5.4	1.42	14.0	0	5.0	7.0	9.30		XXX
	120-130	2.5Y 5/4 perco olivo brillante	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.13	2.28	50.4	75.6	15.2	9.2	Negajón Arreoso	7.0	5.4	1.42	13.6	0.20	5.0	7.0	14.36		XXX
	130-140	2.5Y 5/4 perco olivo brillante	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.13	2.28	50.4	63.6	25.6	10.8	Negajón Arreoso	7.0	5.4	1.21	14.0	0.10	6.0	7.0	13.68		XXX
	140-150	2.5Y 5/4 perco olivo brillante	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.13	2.28	50.4	77.6	17.2	5.2	Arrea Nigajosa	7.0	5.4	0.94	14.0	0.05	5.0	7.0	12.31		XXX
150-160	2.5Y 5/4 perco olivo brillante	10YR 2/2 perco muy oscuro	1.16	2.40	51.6	76.8	16.0	7.2	Negajón Arreoso	6.9	5.4	0.88	13.6	0.10	5.0	7.0	9.12		XXX	

Grafica No. 2



Los resultados de las determinaciones físico-químicas del perfil No. III, se muestran en el cuadro No. III y en la gráfica 3.

En este perfil el color en seco es: pardo pálido en la capa de los 0 a 120cm (10 YR 6/3), pardo brillante amarillento (10 YR 6/4) de los 120 a 200cm. En húmedo el color es pardo oscuro (10 YR 3/3) de 0 a 110cm, pardo oscuro (10 YR 4/3) de 110 a 200cm.

La densidad aparente es menor de 1 g/cc. en todo el perfil, va riando de 0.75 a 0.98 g/cc.

La densidad real varía de 1.86 a 2.35, siendo los valores más altos para los primeros centímetros de profundidad.

El porcentaje de porosidad varía de 47.7 a 65.1%.

La textura varía de migajón, migajón arenoso y migajón limoso variando a lo largo del perfil. Con respecto al porcentaje de arena va ría de 20 al 56%, el limo de 28.8 al 55.6% y la arcilla de 12.8 al 28.8%.

El pH con agua destilada tiende a la neutralidad variando de 6.2 a 6.9 y utilizando el cloruro de potasio es homogéneo variando solamente de 5.4 a 5.6 mostrando una alta acidez.

Los datos de materia orgánica disminuyen en profundidad, varian do de 3.06 a 1.73%, este último valor corresponde a los 70 centímetros de profundidad.

Los resultados de la C I C T. varían de 16 a 21.2 meq/100gr, distribuyéndose heterogéneamente a través del perfil.

El contenido de potasio varía de 0.10 a 0.77 meq/100gr, distri buyéndose heterogéneamente.

Los contenidos de magnesio varían de 2 a 9 meq/100gr donde los

valores más altos corresponden a los últimos 30cm del perfil.

Los valores del Calcio van de 15 a 8 meq/100gr éste último valor de 15 corresponde a los primeros 10cm de profundidad y los valores más bajos corresponden a los últimos 30 centímetros.

El contenido de fósforo asimilable varía de 7.29 a 18.29, distribuyéndose heterogéneamente, a través del perfil.

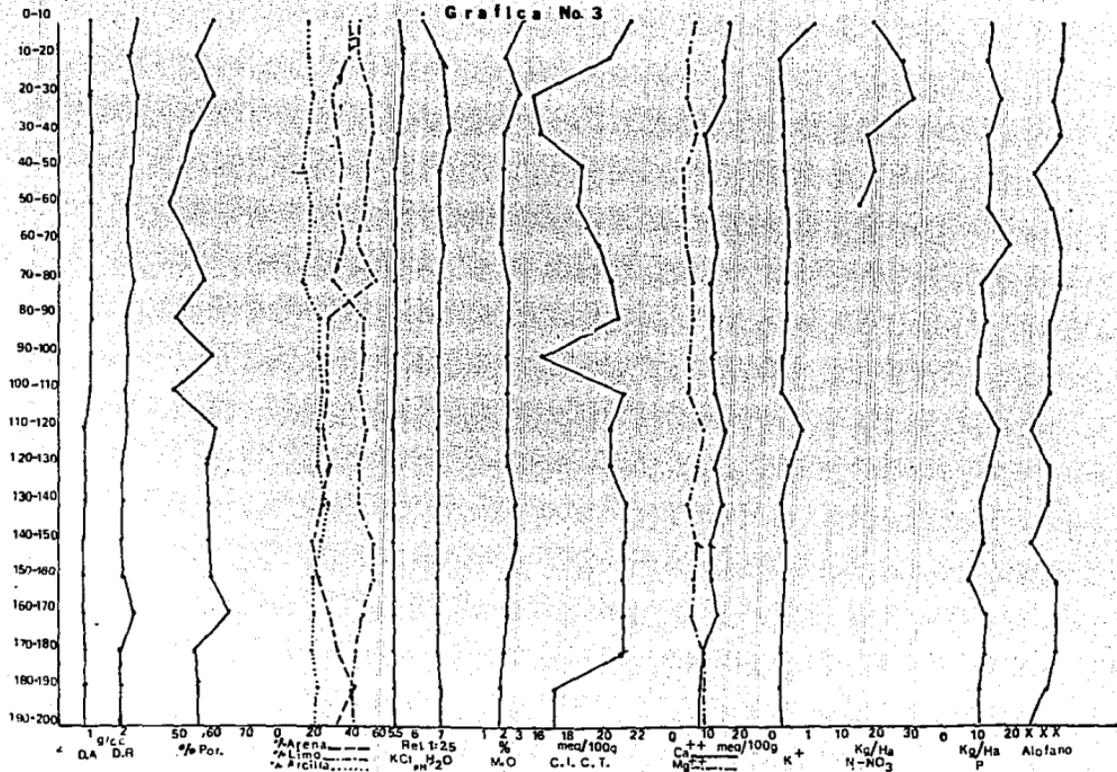
Los contenidos de nitrato varían de 29.25 a 14.92Kg/Ha, el contenido menor se encontró entre los 50 y 60cm de profundidad.

Con respecto al alufano es medio en los primeros 50cm de profundidad y muy alto de los 60 hasta los 200 cm de profundidad.

CUBANA No. 111
 REUNION DE LOS ANALES FISICO-QUIMICOS DEL PERIODO No. 111
 LUGAR: LINDAS AL NORTE DEL MOLINO DE SAN PEDRO AGRICOLA A
 10 KILOMETROS DE LA VILLA DE MIRAPALMA S. F. C. A LA ALTITUD DE
 2.700 METROS. VALLES DEL NOROCCIDENTE DE GUANTANAMO, CON
 CLIMA TROPICAL SUBHUMIDO.

SUBMUCOSITAS	PERFORACION (cm)	CUBO SECO	D.A. HUMEDAD	D.A. SECA	HUMEDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH		R.D. %	C.I.C.T. mg/100g	N mg/100g	P mg/100g	K mg/100g	Ca mg/100g	Mg mg/100g	Fe mg/100g	Zn mg/100g	Al mg/100g
										H ₂ O	HC1										
A ₁	0-10	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,93	2,35	60,4	45,6	39,7	15,2	Migejón	6,2	5,5	3,06	21,2	1,12	5,0	15,0	12,89	17,42	XX		
	10-20	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,93	2,09	55,5	45,6	39,6	14,0	Migejón	6,7	5,8	2,05	20,0	0,10	3,0	14,0	11,70	26,12	XXX		
	20-30	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,93	2,34	62,8	51,8	38,0	19,2	Migejón	6,8	5,6	2,80	19,4	0,10	3,0	14,0	15,44	29,23	XX		
A ₂	30-40	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,94	2,19	54,3	54,0	31,2	18,8	Migejón	6,9	5,5	1,93	16,0	0,15	6,0	8,0	11,82	16,42	XX		
	40-50	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,97	2,11	51,1	51,6	35,6	12,0	Migejón	6,7	5,5	1,87	18,4	0,20	2,0	10,0	14,34	18,46	XX		
	50-60	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,90	-1,99	47,7	49,6	33,6	16,0	Migejón	6,7	5,4	1,80	18,2	0,25	2,0	10,0	11,94	14,92	XXXX		
C ₁	60-70	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,93	2,01	53,7	48,6	37,6	16,0	Migejón	6,8	5,4	1,73	19,4	0,30	3,0	12,0	18,29	-	XXXX		
	70-80	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,93	2,17	57,1	56,0	31,2	12,8	Migejón Llanero	6,7	5,4	1,80	20,2	0,25	5,0	10,0	9,90		XXXX		
	80-90	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,90	1,94	49,4	28,0	40,0	23,2	Migejón	6,7	5,4	2,25	20,6	0,27	5,0	11,0	11,25		XXXX		
C ₂	90-100	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,80	2,04	62,7	27,6	49,2	23,2	Migejón	6,7	5,4	2,26	18,2	0,17	6,0	11,0	9,38		XXXX		
	100-110	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,87	1,91	49,2	27,6	47,2	29,2	Migejón	6,7	5,4	2,20	21,0	0,15	6,0	12,0	9,02		XXXX		
	110-120	10R 6/3 peron 0411 peron oscuro o	0,78	2,00	61,0	29,6	51,6	22,8	Migejón Llanero	6,7	5,4	2,26	20,2	0,77	9,0	15,0	15,60		XXXX		
C ₃	120-130	10R 6/4 peron 0411 peron oscuro lianta a- merillanta	0,78	1,89	58,9	29,6	47,6	22,8	Migejón	6,7	5,4	2,20	20,2	0,40	7,0	12,0	13,06		XXXX		
	130-140	10R 6/4 peron 0411 peron oscuro lianta a- merillanta	0,77	1,90	59,4	25,6	47,6	26,8	Migejón	6,7	5,4	2,64	21,2	0,20	4,0	14,0	10,28		XXXX		
	140-150	10R 6/4 peron 0411 peron oscuro lianta a- merillanta	0,75	1,86	59,6	20,0	55,2	24,0	Migejón	6,7	5,4	2,80	21,0	0,30	7,0	11,0	11,16		XXXX		
C ₄	150-160	10R 6/4 peron 0411 peron oscuro lianta a- merillanta	0,76	1,97	60,4	25,6	55,6	20,8	Migejón Llanero	6,7	5,4	2,26	21,0	0,29	6,0	11,0	7,29		XXXX		
	160-170	10R 6/4 peron 0411 peron oscuro lianta a- merillanta	0,78	2,24	65,1	30,0	48,8	21,2	Migejón	6,7	5,4	2,26	21,0	0,20	5,0	15,0	12,09		XXXX		
	170-180	10R 6/4 peron 0411 peron oscuro lianta a- merillanta	0,84	1,87	55,0	31,6	45,6	18,8	Migejón	6,7	5,4	2,00	21,0	0,19	9,0	9,0	10,69		XXXX		
C ₅	180-190	10R 6/4 peron 0411 peron oscuro lianta a- merillanta	0,82	1,86	55,9	44,0	43,2	22,8	Migejón	6,8	5,4	1,94	17,0	0,19	9,0	8,0	10,06		XXXX		
	190-200	10R 6/4 peron 0411 peron oscuro lianta a- merillanta	0,82	1,89	54,6	35,6	43,6	20,0	Migejón	6,8	5,4	1,87	17,0	0,20	9,0	8,0	10,20		XXXX		

Grafica No. 3



Los resultados de las determinaciones físico-químicas del perfil No. IV, se muestran en el cuadro No. IV y en la gráfica 4.

En este perfil el color del suelo en seco varía de pardo grisáceo (LD YR 5/2) en la capa de 0 a 50cm, café (10 YR 5/3) en la capa de 50 a 120cm, y pardo amarillento (10 YR 5/4) en la capa de 120 a 200cm.

En húmedo también varía siendo gris muy oscuro (10 YR 3/1) en la capa de 0 a 100cm, y café grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) de 100 a 200cm de profundidad.

En cuanto a los resultados de densidad aparente, estas varían de 1.05 a 1.18 g/cc, el valor bajo corresponde a la capa más profunda y el valor alto a los primeros centímetros.

La densidad real varía de 2.33 a 2.66 g/cm³, distribuyéndose heterogéneamente.

La porosidad varía de 52.4 a 57.4%, el porcentaje menor corresponde a los primeros centímetros de profundidad y el porcentaje más alto se encuentra a 1.50m de profundidad.

En este perfil la textura es de migajón arenoso en los primeros 20 cm, migajón de los 20 a 30 cm, Migajón arenoso de los 30 a 180 cm, migajón de 180 a 190 cm, y migajón arenoso de los 190 a 200 cm.

El porcentaje de arena varía de 57.2 a 79.6%, el de limo de 19.2 a 33.4% y el de arcilla de 5.2 a 13.4%.

El pH en agua varía de 6.9 a 8.8, siendo neutro es en los primeros 30 cm y alcalino de los 30 a 200 cm y con el cloruro de potasio de 5.7 a 7.35.

La materia orgánica presenta una variación de 1.00 a 3.58% oh

servándose una disminución del porcentaje conforme aumenta la profundidad.

La C I C T , varía de 10.8 a 18.0 meq/100gr, se puede observar que disminuye al aumentar la profundidad.

El contenido de potasio varía de 0.02 a 0.7 meq/100gr, observándose valores más altos conforme aumenta la profundidad.

El calcio varía de 10 a 14 meq/100gr, notándose que éste disminuye conforme aumenta la profundidad.

El fósforo varía de 2.34 a 13.42 Kg/Ha, observándose que los valores más altos corresponden a la superficie, y posteriormente disminuye y aumenta levemente en las capas más profundas.

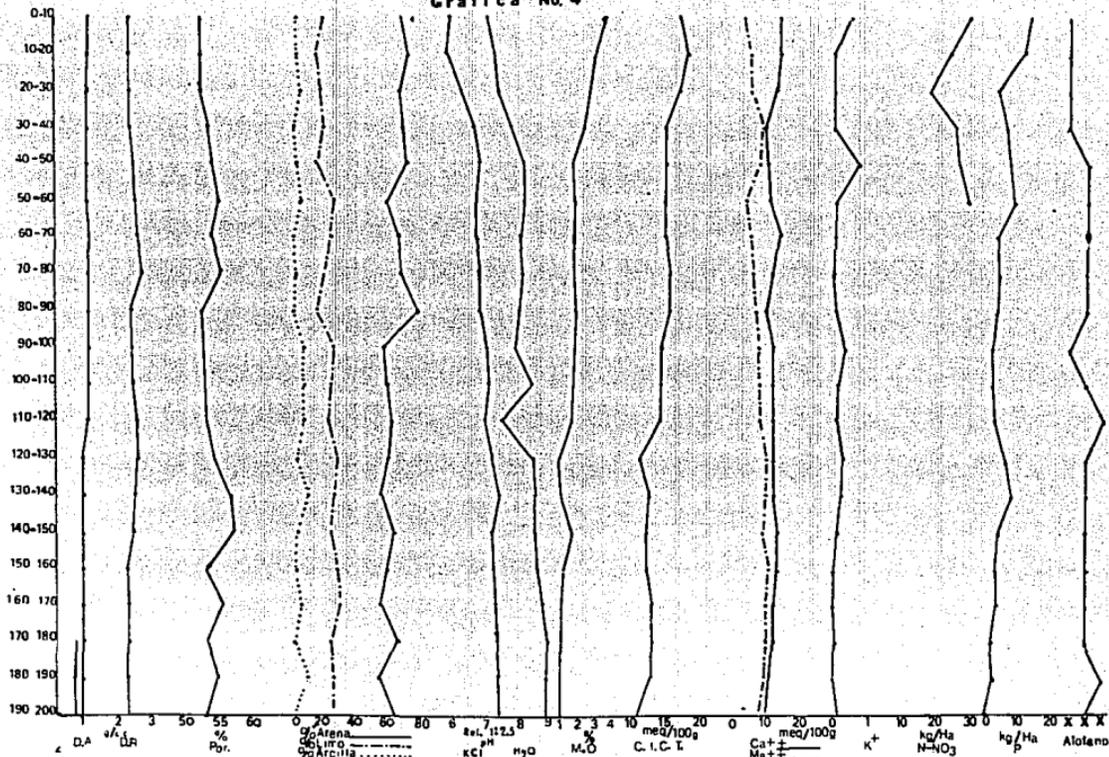
Los nitratos varían de 18.30 a 30.50 Kg/Ha, observándose que el valor más alto corresponde a los 10 cm de profundidad.

El contenido de alúfano es bajo en los primeros centímetros de profundidad y posteriormente aumenta.

CUADRO No. IV
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL PERFIL No. IV
 LOCALIZADO AL NORTE DEL POBLADO DE SAN PEDRO ACTOPÁN A
 AL NOROCCIDENTE DE LA VILLA DE MILAN ALTA D.F., A UNA ALTITUD DE
 2,300 m.s.n.m., SUELO DERIVADO DE CENTIZAS VOLCÁNICAS, CON
 CLIMA templado subhúmedo.

SUBORIZONES	PROFUNDIDAD (cm)	SECO	COLOR MUNDO	D.A. g/cc	D.R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH H ₂ O	N.O. NCL %	C.I.C.T. mg/100g	N ^o mg/100g	Mg ⁺⁺ mg/100g	Ca ⁺⁺ mg/100g	P Kg/Ha.	K ₂ O Kg/Ha.	ALFABO	
A ₁	0-10	10YR 5/2 pardo gris- oscuro	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.16	2.44	52.4	69.2	23.6	7.2	Migejón Arenoso	6.9	3.8	3.58	17.0	0.52	3.0	14.0	13.42	30.50	X
	10-20	10YR 5/2 pardo gris- oscuro	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.16	2.43	52.6	73.6	19.2	7.2	Migejón Arenoso	7.1	5.7	2.92	18.0	0	5.0	14.0	11.76	24.50	X
	20-30	10YR 5/2 pardo gris- oscuro	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.16	2.44	52.4	69.2	23.4	9.4	Migejón	7.2	6.1	2.79	17.0	0	5.0	13.0	3.90	18.30	X
	30-40	10YR 5/2 pardo gris- oscuro	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.14	2.43	53.4	71.2	23.6	5.2	Migejón Arenoso	7.6	6.5	2.32	15.2	0	9.0	10.0	6.32	26.95	X
	40-50	10YR 5/2 pardo gris- oscuro	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.15	2.50	54.0	73.6	19.6	7.2	Migejón Arenoso	8.0	6.7	1.60	19.2	0	9.0	10.0	6.12	26.95	X
A ₂	50-60	10YR 5/3 pardo	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.14	2.35	55.2	61.2	29.6	9.2	Migejón Arenoso	8.0	6.6	1.73	15.0	0.7	8.0	10.0	7.23	27.5	XX
	60-70	10YR 5/3 pardo	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.18	2.57	54.0	62.4	27.4	5.2	Migejón Arenoso	7.9	6.6	1.87	14.9	0.03	4.0	11.0	8.41	30.6	XX
	70-80	10YR 5/3 pardo	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.18	2.56	55.6	69.6	23.2	7.2	Migejón Arenoso	8.0	6.7	1.87	14.8	0	5.0	14.0	3.59	4.4	XX
	80-90	10YR 5/3 pardo	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.17	2.48	52.8	79.6	19.2	5.2	Migejón Arenoso	7.9	6.7	1.17	15.4	0.07	7.0	10.0	3.96		XX
	90-100	10YR 5/3 pardo	10YR 3/1 gris muy oscuro	1.17	2.48	52.8	59.2	29.6	11.2	Migejón Arenoso	7.8	6.9	1.87	14.2	0.38	8.0	12.0	2.48		X
	100-110	10YR 5/3 pardo	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.17	2.49	53.0	61.2	27.6	11.2	Migejón Arenoso	8.3	7.0	1.73	14.2	0.15	8.0	12.0	2.49		XX
	110-120	10YR 5/3 pardo	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.18	2.56	53.3	63.2	25.6	11.2	Migejón Arenoso	7.4	6.9	1.60	14.1	0.12	8.0	12.0	2.56		XXX
	120-130	10YR 5/4 pardo ama- rillento	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.17	2.57	54.4	61.2	31.6	7.2	Migejón Arenoso	8.3	7.1	0.93	11.1	0.23	10.0	12.0	6.42		XX
	130-140	10YR 5/4 pardo ama- rillento	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.09	2.54	57.0	57.2	29.4	13.4	Migejón Arenoso	8.4	7.3	1.07	12.4	0.20	10.0	12.0	8.38		XX
	140-150	10YR 5/4 pardo ama- rillento	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.09	2.56	57.4	65.7	27.4	7.4	Migejón Arenoso	8.4	7.1	1.66	12.3	0.12	9.0	13.0	4.09		XX
C ₂	150-160	10YR 5/4 pardo ama- rillento	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.09	2.33	53.2	61.2	31.6	7.2	Migejón Arenoso	8.5	7.1	1.14	12.4	0	11.0	13.0	3.72		XX
	160-170	10YR 5/4 pardo ama- rillento	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.05	2.38	55.8	57.2	32.4	9.4	Migejón Arenoso	8.6	7.2	1.07	12.8	0	10.0	12.0	3.80		XX
	170-180	10YR 5/4 pardo ama- rillento	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.08	2.35	54.0	67.2	27.6	5.2	Migejón Arenoso	8.8	7.3	1.07	12.8	0.02	10.0	12.0	2.35		XX
	180-190	10YR 5/4 pardo ama- rillento	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.06	2.36	55.0	57.2	29.4	13.4	Migejón	8.8	7.35	1.07	12.6	0	10.0	11.0	3.77		XXX
	190-200	10YR 5/4 pardo ama- rillento	10YR 3/2 pardo grisáceo muy oscuro	1.09	2.34	53.4	65.2	29.6	5.2	Migejón	8.8	7.35	1.00	10.8	0.12	8.0	10.0	2.34		XX

Grafica No. 4



El Cuadro No. V y la gráfica 5 muestran los resultados de las determinaciones físico-químicas del perfil de V.

El color del suelo en seco de este perfil varía de pardo grisáceo (10 YR 5/2) de 0 a 80 cm, pardo (10 YR 5/3 de 80 a 140 cm. En húmedo el color es homogéneo a lo largo del perfil, siendo pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2).

La densidad aparente varía de 1.12 a 1.19 g/cc, observándose que va aumentando ligeramente conforme avanza la profundidad.

La densidad real varía de 2.48 a 2.63 g/cm³, observándose que aumenta ligeramente conforme aumenta la profundidad.

El porcentaje de la porosidad varía de 54.2 a 56.6%, distribuyéndose heterogéneamente a través del perfil.

La textura es Migajón arenoso en todo el perfil. El porcentaje de arena varía de 62 a 78%. El limo de 17.6 a 28.8% y el de arcilla de 5.2 a 11.2%.

El pH en agua varía ligeramente de 7.2 a 7.6 y con Cloruro de potasio de 5.8 a 6.1, notándose más ácido en los primeros 10 centímetros de profundidad.

La materia orgánica presenta una variación de 1.26 a 1.87% distribuyéndose heterogéneamente.

La C I C T varía de 13.4 a 20.0 meq/100gr, observándose que los valores más bajos corresponden a las capas más profundas del perfil.

El contenido de Potasio es muy bajo variando de 0.05 a 0.41 meq/100gr, notando que en los primeros 10cm de profundidad no se detectaron contenidos apreciables de potasio, además el valor más bajo corresponde a los 20 centímetros de profundidad.

El magnesio varía de 3 a 6 meq/100 gr, distribuyéndose heterogéneamente a través del perfil.

El contenido de Calcio varía de 8 a 12 meq/100gr, observando que el valor más bajo corresponde a los primeros 10 centímetros y posteriormente se distribuye heterogéneamente.

El contenido de fósforo varía de 3.11 a 12.42 Kg/Ha, observándose que el contenido más bajo corresponde a los primeros centímetros de profundidad.

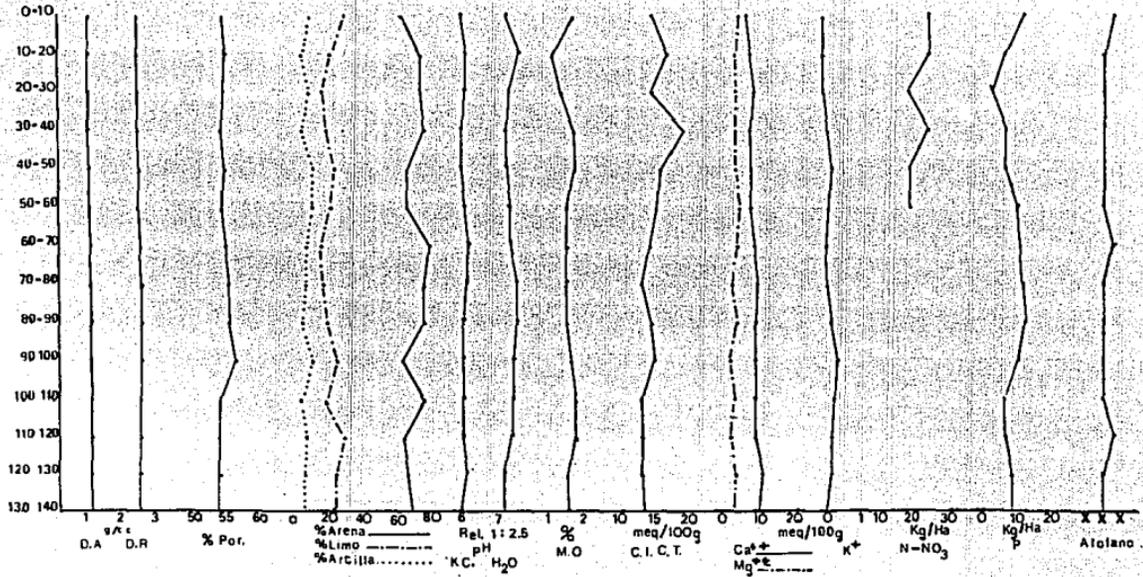
Para el caso de nitratos se observa una variación de 18.82 a 25.10 Kg/Ha.

Con respecto al alofano es bajo en todo el perfil y en solo tres casos se detectaron trazas.

CUADRO No. V
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFIL No. V
 LOCALIZADO AL NORTE DEL PULADO DE SAN PEDRO ACTOPAN A
 AL NOROESTE DE LA VILLA DE MILPA ALTA D.F. A UNA ALTITUD DE
 2,310 m.s.n.m. SUELO DERIVADO DE CENIZAS VOLCANICAS, CON
 CLIMA TEMPLADO, SEMIARIDO.

SUBHORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	COLOR SECO	D.N. NUMERO g/ce	D.N. g/ce	POSDSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH H ₂ O MCL Rel. V.Z.S.	H.D. %	C.I.C.T. meq/100g	N ⁺ meq/100g	Mg ⁺⁺ meq/100g	Ca ⁺⁺ meq/100g	p lg/Me.	N-NO ₃ mg/Me.	ALFARO	
	0-10	10VR 5/2 pardo gr1	10VR 3/2 1.12 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.48	54.8	62.0	28.8	9.2	Higajón Arenoso	7.2	5.8	1.87	15.4	0	6.0	8.0	12.20	24.80	X
A ₁₁	10-20	10VR 5/2 pardo gr1	10VR 3/2 1.12 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.50	55.2	73.6	21.2	9.2	Higajón Arenoso	7.6	6.0	1.26	17.6	0.05	5.0	9.0	7.39	25.00	X
	20-30	10VR 5/2 pardo gr1	10VR 3/2 1.13 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.51	54.9	73.2	17.6	9.2	Higajón Arenoso	7.3	6.0	1.47	15.2	0	5.0	10.0	3.11	16.82	X
	30-40	10VR 5/2 pardo gr1	10VR 3/2 1.13 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.51	54.9	75.6	19.2	9.2	Higajón Arenoso	7.2	5.9	1.87	20.0	0.12	5.0	9.0	7.11	25.10	X
	40-50	10VR 5/2 pardo gr1	10VR 3/2 1.14 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.54	55.1	65.2	23.6	11.2	Higajón Arenoso	7.2	5.9	1.87	16.4	0.25	5.0	9.0	6.49	19.05	Trazas
A ₁₂	50-60	10VR 5/2 pardo gr1	10VR 3/2 1.14 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.52	54.7	67.2	21.6	11.2	Higajón Arenoso	7.3	6.0	1.61	16.0	0.17	6.0	9.0	10.37	16.50	X
	60-70	10VR 5/2 pardo gr1	10VR 3/2 1.16 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.58	55.0	78.0	15.2	6.8	Higajón Arenoso	7.3	6.1	1.54	14.8	0.10	5.0	10.0	10.78	nd	X
	70-80	10VR 5/2 pardo gr1	10VR 3/2 1.15 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.60	55.7	75.0	17.6	6.8	Higajón Arenoso	7.5	6.1	1.60	14.0	0.14	4.0	11.0	12.19	Trazas	
	80-90	10VR 5/3 pardo	10VR 3/2 1.14 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.58	55.8	75.2	19.6	5.2	Higajón Arenoso	7.5	6.0	1.54	15.0	0.20	5.0	10.0	12.42	X	
	90-100	10VR 5/3 pardo	10VR 3/2 1.14 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.63	56.6	63.2	25.6	11.2	Higajón Arenoso	7.4	6.0	1.70	15.4	0.41	3.0	10.0	10.57	X	
C ₁	100-110	10VR 5/3 pardo	10VR 3/2 1.18 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.62	54.5	75.2	19.6	5.2	Higajón Arenoso	7.4	6.0	1.82	13.4	0.30	4.0	10.0	6.42	X	
	110-120	10VR 5/3 pardo	10VR 3/2 1.19 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.61	54.4	64.0	28.8	7.2	Higajón Arenoso	7.4	6.0	1.78	13.6	0.17	3.0	10.0	6.78	Trazas	
	120-130	10VR 5/3 pardo	10VR 3/2 1.17 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.58	54.6	66.0	26.8	7.2	Higajón Arenoso	7.2	6.1	1.54	13.6	0.20	4.0	12.0	8.72	X	
	130-140	10VR 5/3 pardo	10VR 3/2 1.17 pardo gr1g ceo muy oscuro	2.56	54.2	68.0	25.2	6.8	Higajón Arenoso	7.2	6.0	1.60	13.6	0	4.0	11.0	8.42	X	

Grafica No 5



Los resultados correspondientes a los análisis físico-químicos del perfil VI, se muestran en el Cuadro no. VI y la gráfica .6.

Se observa que el color del suelo en seco es: pardo (10 YR 5/3 de 0 a 10cm, pardo amarillento (10 YR 5/4) de 10 a 110 cm, pardo brillante amarillento (10 YR 6/4) de 110 a 140 cm, amarillo (10 YR 7/6) de 140 a 180 cm. En húmedo el color varía de: pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) de 0 a 50 cm, pardo oscuro (10 YR 3/3) de 50 a 140 cm, pardo oscuro amarillento (10 YR 3/4) de 140 a 180 cm.

La densidad aparente varía de 1.05 a 1.22 g/cc, distribuyéndose heterogéneamente, pero el valor más bajo corresponde a la parte más profunda del perfil.

La densidad real varía de 2.32 a 2.48 g/cc, observándose una distribución heterogénea a lo largo del perfil.

El porcentaje de porosidad varía de 47.8 a 55.1 distribuyéndose heterogéneamente a través del perfil.

La textura es arena migajosa en los primeros 30 cm y de los 30 a 180 cm es migajón arenoso. El porcentaje de arena varía de 52.8 a 76.8 disminuyendo conforme aumenta la profundidad, el de limo varía de 19.6 a 39.6% observándose que aumenta conforme avanza la profundidad.

El pH en agua varía de ácido a neutro o sea de 6.2 a 7.0, y con el cloruro de potasio de 5.1 a 5.8, distribuyéndose los valores heterogéneamente en todo el perfil.

La materia orgánica va de 0.81 a 2.84%, observándose los porcentajes más altos en los primeros centímetros y disminuyendo conforme aumenta la profundidad.

Los datos de la C.I.C.T. varían de 18.2 a 23 meq/100 gr, siendo más altos en los primeros centímetros y posteriormente va disminuyendo al aumentar la profundidad.

Los contenidos de potasio varían de 0.05 a 4.42 meq/100gr, observándose que los valores más altos corresponden a los primeros centímetros de profundidad:

Los valores de sodio varían de 1 a 5.78 meq/100 gr, observándose que los datos más altos se localizan de los 30 a 60 cm de profundidad.

El magnesio varía de 8 a 20 meq/100 gr, observándose que el contenido más alto se encuentra en la parte más profunda del perfil.

El calcio varía de 1 a 4 meq/100 gr, observando que el contenido más alto corresponde a los 10 cm de profundidad.

El contenido de fósforo varía de 2.36 a 19.60 Kg/Ha, notándose que el contenido más alto se encuentra en los primeros centímetros de profundidad y posteriormente va disminuyendo.

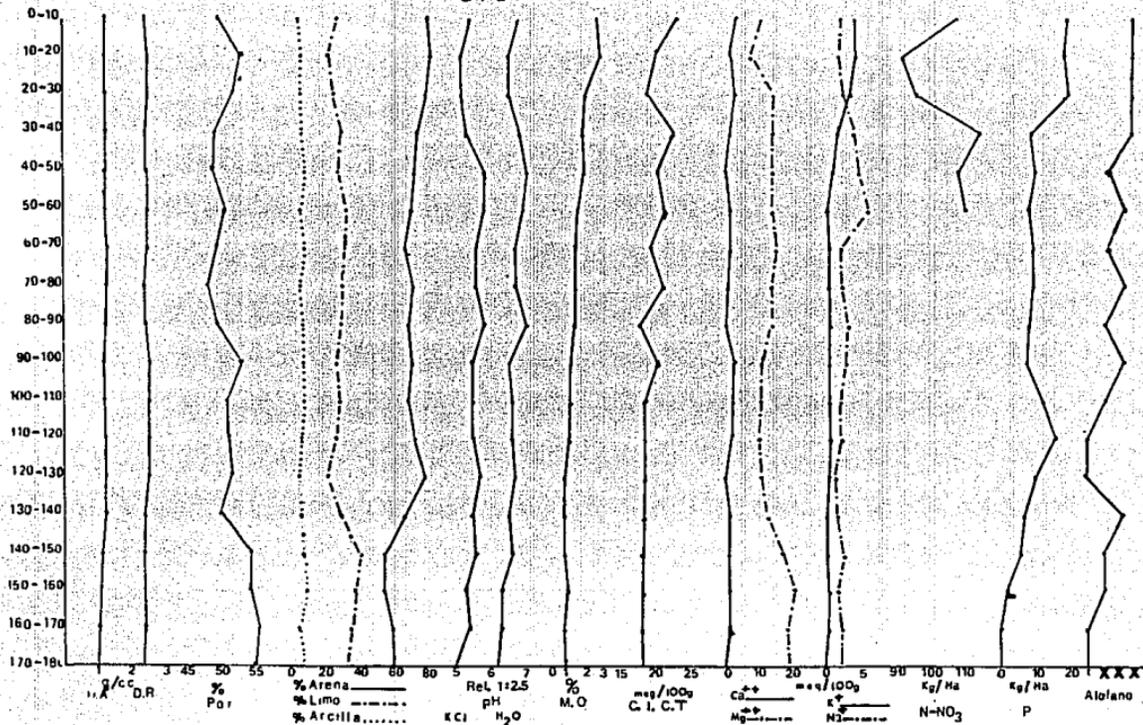
El contenido de nitratos es alto variando de 91.50 a 113.97 Kg/Ha.

Para el caso del alófono es alto en los primeros centímetros de profundidad y posteriormente va disminuyendo hasta encontrar trazas.

CUADRO No. VI
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PERFIL No. VI
 LOCALIZADO AL NORTE DEL POBLADO DE SAN LORENZO TLACUICHAN A
 2 Km AL SUROESTE DE LA VILLA DE MILAN ALTA D. F. A UNA ALTITUD DE 2,450 m.s.n.m. SUELO DERIVADO DE CENTIZAS VOLCANICAS,
 CON CLIMA TEMPLADO, SUBHUMEDO.

SUBCATEGORIAS	PROFUNDIDAD (cm)	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	S.C. g/gc	S.H. g/gc	HUMEDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	PH N.D. NCL NFI 1/23	H.C. %	C.C.C.N. mg/100g	N mg/100g	MG mg/100g	Kg ⁺⁺ mg/100g	P mg/ha. Kg/ha.	K-NO	ALOFANO
A ₁₁	0-10	1DVR 5/3 pardo	1DVR 3/2 1.19 pardo gris ceo muy oscuro	2.33	46.9	74.8	23.6	1.6	Arena Migajosa	6.8 5.4	2.71	23.0	4.30	1.76	11.0	4.0	18.87	107.76	xxx
	10-20	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/2 1.17 pardo gris ceo muy oscuro	2.44	52.0	76.0	19.6	3.6	Arena Migajosa	6.5 5.1	2.84	20.2	4.42	1.60	8.0	2.0	17.56	91.50	xxx
	20-30	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/2 1.18 pardo gris ceo muy oscuro	2.42	51.2	74.8	21.6	3.6	Arena Migajosa	6.5 5.1	2.01	19.4	3.32	2.39	14.0	3.0	19.60	95.59	xxx
	30-40	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/2 1.21 pardo gris ceo muy oscuro	2.35	48.5	70.2	25.8	4.0	Migajón Arenoso	6.8 5.3	1.82	22.8	1.58	4.17	14.0	2.0	8.22	113.97	xxx
A ₁₂	40-50	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/2 1.21 pardo gris ceo muy oscuro	2.34	48.2	68.8	25.6	5.6	Migajón Arenoso	7.0 5.8	1.93	20.4	0.81	4.60	14.0	1.0	10.29	108.10	x
	50-60	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/3 1.19 pardo oscuro	2.38	50.0	66.0	29.6	3.6	Migajón Arenoso	6.9 5.8	1.63	21.6	0.17	5.78	14.0	2.0	8.33	110.07	xx
	60-70	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/3 1.22 pardo oscuro	2.39	48.9	64.4	29.6	6.0	Migajón Arenoso	6.7 5.6	1.44	19.4	0.23	1.73	15.0	2.0	9.79	111.07	x
	70-80	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/3 1.21 pardo oscuro	2.32	47.8	68.4	28.0	3.6	Migajón Arenoso	6.7 5.6	1.30	21.0	0.07	2.08	14.0	2.0	9.51	111.07	xx
C ₁	80-90	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/3 1.21 pardo oscuro	2.36	48.7	66.8	27.6	5.6	Migajón Arenoso	7.0 5.8	1.44	17.8	0.05	2.78	14.0	1.0	8.26	111.07	x
	90-100	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/3 1.18 pardo oscuro	2.48	52.4	68.8	25.6	5.6	Migajón Arenoso	6.5 5.3	1.18	20.4	0.07	2.65	11.0	3.0	7.93	111.07	xx
	100/110	1DVR 5/4 pardo amarillento	1DVR 3/3 1.21 pardo oscuro	2.45	50.6	66.4	27.6	6.0	Migajón Arenoso	6.6 5.6	1.18	18.4	0.07	1.78	11.0	3.0	12.49	111.07	x
	110-120	1DVR 6/4 pardo brillante amarillento	1DVR 3/3 1.21 pardo oscuro	2.44	50.4	70.4	25.6	4.0	Migajón Arenoso	6.6 5.6	1.06	18.6	0.17	2.00	10.0	3.0	16.83	111.07	Trazas
C ₂	120-130	1DVR 6/4 pardo brillante amarillento	1DVR 3/3 1.20 pardo oscuro	2.46	51.2	71.0	25.0	4.0	Migajón Arenoso	6.7 5.7	0.81	18.4	0.0	1.00	11.0	1.0	10.23	111.07	Trazas
	130-140	1DVR 6/4 pardo brillante amarillento	1DVR 3/3 1.20 pardo oscuro	2.38	49.5	64.8	29.6	5.6	Migajón Arenoso	6.5 5.3	0.81	18.6	0.0	1.26	13.0	2.0	7.14	111.07	xx
	140-150	1DVR 7/6 Amarillo	1DVR 3/4 1.09 pardo amarillento oscuro	2.37	54.0	52.8	39.6	7.6	Migajón Arenoso	6.6 5.6	0.81	18.6	0.25	2.26	18.0	2.0	6.16	111.07	x
	150-160	1DVR 7/6 Amarillo	1DVR 3/4 1.09 pardo amarillento oscuro	2.36	53.8	52.8	37.6	9.6	Migajón Arenoso	6.3 5.3	0.93	18.4	0.35	1.52	21.0	2.0	2.36	111.07	x
C ₂	160-170	1DVR 7/6 Amarillo	1DVR 3/4 1.05 pardo amarillento oscuro	2.34	55.1	56.8	35.6	5.6	Migajón Arenoso	6.3 5.4	0.81	18.2	0.28	2.00	19.0	2.0	0.0	111.07	Trazas
	170-180	1DVR 7/6 Amarillo	1DVR 3/4 1.05 pardo amarillento oscuro	2.32	54.7	60.4	32.0	7.6	Migajón Arenoso	6.2 5.4	0.81	18.2	0.0	2.08	20.0	1.0	0.0	111.07	Trazas

Grafica No. 6



Los resultados de los análisis físico-químicos del perfil VII se presentan en el Cuadro No. VII y gráfica No. 7.

Se puede observar que el color en seco es: de 0 a 60 cm pardo (10 YR 5/3), de 60 a 180 cm, pardo amarillento (10 YR 5/4), y en la última capa de 180 a 200 cm amarillo pardusco (10 YR 6/6). En húmedo el color es de 0 a 60 cm pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2), de 60 a 180 cm pardo oscuro (10 YR 3/3) y de 180 a 200 cm pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4).

La Densidad aparente presenta una variación de 1.18 a 1.32 g/cc observándose que ésta aumenta conforme aumenta la profundidad.

La densidad real varía de 2.34 a 2.65 gr/cm³ observándose que los valores más bajos corresponden a los primeros centímetros de profundidad.

El porcentaje de porosidad varía de 47 a 55% , distribuyéndose se éste heterogéneamente.

La textura de todo el perfil es migajón arenoso. El porcentaje de arena varía de 58.0 a 72.8%, el de limo va de 23 a 36% y el de arcilla varía de 2 a 8% siendo menor el porcentaje en los primeros centímetros.

El pH en agua varía de 6.9 a 7.7 detectándose como neutro en los primeros 20 cm y posteriormente es alcalino, y con el cloruro de potasio varía de 5.7 a 6.3.

El porcentaje de materia orgánica varía de 0.13 a 1.72%, observándose los porcentajes más altos en los primeros centímetros y posteriormente va disminuyendo.

Los datos de la C.I.C.T. varían de 14 a 20 meq/100gr, distribuyéndose heterogéneamente.

El contenido de potasio solo se detectó de los 0 a 20 centímetros, variando de 0.58 a 0.81 meq/100gr.

Los datos de sodio varían de 1.26 a 6.43 meq/100gr, donde los más altos corresponden a los primeros 60 centímetros de profundidad.

El magnesio varía de 4 a 7 meq/100 gr, situándose los valores más altos en la parte más profunda del perfil.

El calcio varía de 5 a 12 meq/100gr, correspondiéndole los valores más altos a las primeras capas.

El fósforo presente en el perfil varía de 10.53 a 21.38 Kg/Ha, cuyo valor mínimo se encuentra en la última capa.

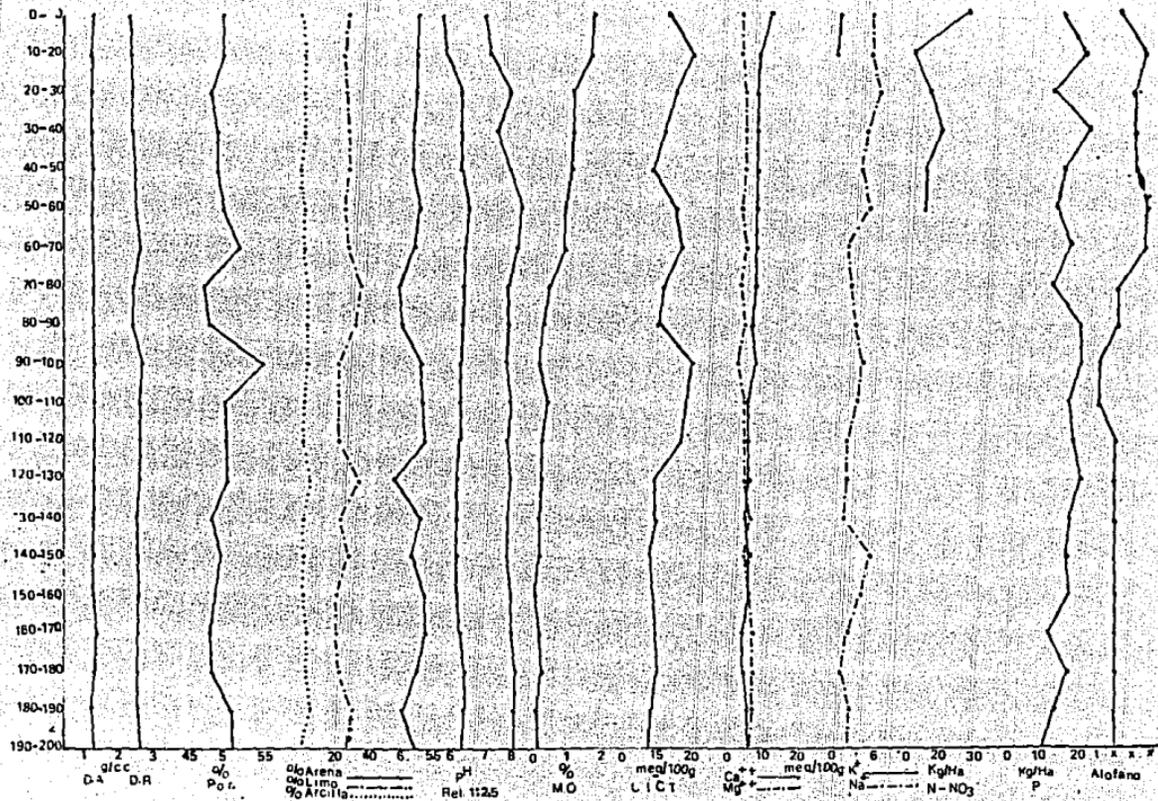
Los nitratos presentan valores de 6.12 a 28.66 Kg/Ha, el valor más alto corresponde a la superficie.

En el caso del alopreno en la capa de 0-10 cm se bajó, de los 10 a 70 cm, aumenta de medio a alto y de los 70 a 200 cm baja nuevamente.

CUADRO No. VII
 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL PERFIL No. VII
 LOCALIZADO A 1 Km AL NOROCCIDENTE DE LA VILLA DE PILMA ALTO S. F. A
 UNA ALTITUD DE 2,385 m.s.n.m. Y A 2 Km. AL SUR DEL CERRO
 TETLI. SUELO DERIVADO DE CINIZAS VOLCÁNICAS, CON CLIMA TEM-
 PLADO. SUBHUMÉDICO.

SUBHORIZONTES	PROFUNDIDAD (cm)	COLOR SECO	S.L. HMEQO g/c	D.R. g/c	PORESIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA %	pH H ₂ O	H.D. %	C.I.C.T. meq/100g	R ⁺ meq/100g	K ⁺ meq/100g	K ⁺ ** meq/100g	Ca ⁺⁺ meq/100g	P mg/10g	N-NO ₃ mg/10g	ALOFANO
A ₁₁	0-10	10YR 5/3 pardo	10YR 3/2 1.18 pardo gris cso muy oscuro	2.34	49.3	68.8	29.2	2.0	Migajón Arenoso	6.9 5.7 1.72	16.6	0.81	5.21	4.0	12.0	14.04	28.66	X	
	10-20	10YR 5/3 pardo	10YR 3/2 1.19 pardo gris cso muy oscuro	2.35	49.3	68.8	27.2	4.0	Migajón Arenoso	7.0 5.8 1.65	20.0	0.58	5.21	4.0	9.0	21.38	12.33	XXX	
	20-30	10YR 5/3 pardo	10YR 3/2 1.22 pardo gris cso muy oscuro	2.34	47.8	67.2	28.8	4.0	Migajón Arenoso	7.6 6.2 1.17	17.4	Tras	6.43	5.0	8.0	11.93	17.55	XXI	
	30-40	10YR 5/3 pardo	10YR 3/2 1.22 pardo gris cso muy oscuro	2.39	48.9	66.8	29.2	4.0	Migajón Arenoso	7.2 6.2 1.17	16.2	"	4.82	5.0	8.0	22.46	20.91	XX	
	40-50	10YR 5/3 pardo	10YR 3/2 1.23 pardo gris cso muy oscuro	2.40	48.7	66.8	29.2	4.0	Migajón Arenoso	7.6 6.2 1.10	14.8	"	4.13	5.0	8.0	15.84	6.12	XX	
	50-60	10YR 5/3 pardo	10YR 3/2 1.23 pardo gris cso muy oscuro	2.45	49.7	70.8	27.2	4.0	Migajón Arenoso	7.9 6.4 0.89	17.4	"	4.91	4.0	8.0	13.23	6.60	XXX	
	60-70	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.24 pardo oscuro	2.57	51.7	66.8	29.2	4.0	Migajón Arenoso	7.8 6.3 0.89	18.4	"	2.13	5.0	8.0	16.96	4.0	XXX	
	70-80	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.27 pardo oscuro	2.40	47.0	58.0	36.0	6.0	Migajón Arenoso	7.5 6.2 0.48	16.2	"	2.65	4.0	8.0	12.24		X	
	80-90	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.25 pardo oscuro	2.39	47.6	60.6	33.4	6.0	Migajón Arenoso	7.8 6.2 0.34	15.6	"	3.17	5.0	7.0	19.35		X	
	90-100	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.28 pardo oscuro	2.65	55.0	70.4	24.0	6.0	Migajón Arenoso	7.5 6.2 0.20	20.0	"	2.91	3.0	8.0	20.67		Trazas	
100-110	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.27 pardo oscuro	2.56	50.3	72.4	24.0	4.0	Migajón Arenoso	7.6 6.2 0.41	19.2	"	3.21	5.0	6.0	17.66		Trazas		
110-120	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.29 pardo oscuro	2.59	50.1	72.0	24.0	4.0	Migajón Arenoso	7.5 6.2 0.27	18.4	"	1.91	5.0	6.0	16.64		X		
120-130	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.28 pardo oscuro	2.58	50.3	56.0	36.0	6.0	Migajón Arenoso	7.6 6.1 0.27	14.8	"	2.17	5.0	6.0	20.12		X		
130-140	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.28 pardo oscuro	2.49	48.1	70.8	25.2	4.0	Migajón Arenoso	7.3 6.1 0.20	15.0	"	1.78	6.0	5.0	17.92		X		
140-150	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.29 pardo oscuro	2.55	49.4	66.0	30.0	4.0	Migajón Arenoso	7.5 6.1 0.20	14.0	"	5.21	5.0	6.0	16.06		X		
150-160	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.30 pardo oscuro	2.53	48.6	72.8	23.2	4.0	Migajón Arenoso	7.6 6.1 0.13	14.13	"	4.13	6.0	6.0	16.69		X		
160-170	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.32 pardo oscuro	2.52	47.8	74.0	23.0	6.0	Migajón Arenoso	7.6 6.2 0.20	14.8	"	2.13	7.0	6.0	11.89		X		
170-180	10YR 5/4 pardo amarillento	10YR 3/3 1.30 pardo oscuro	2.51	48.2	68.4	25.6	6.0	Migajón Arenoso	7.7 6.3 0.27	15.2	"	1.26	7.0	5.0	16.56		X		
180-190	10YR 6/6 esmerillo pardusco	10YR 3/4 1.23 pardo amarillento oscuro	2.52	51.1	60.0	32.0	8.0	Migajón Arenoso	7.7 6.3 0.13	14.2	"	2.30	7.0	6.0	15.60		X		
190-200	10YR 6/6 esmerillo pardusco	10YR 3/4 1.25 pardo amarillento oscuro	2.57	51.3	68.8	29.2	3.8	Migajón Arenoso	7.7 6.2 0.13	14.0	"	2.17	6.0	6.0	10.53		X		

Grafica No.7



En el Cuadro No. VIII y gráfica No. 8, se muestran los resultados correspondientes a las determinaciones físico-químicas del perfil VIII.

Se observa que el color del suelo en seco es: de 0 a 30 cm pardo pálido (10 YR 6/3), de 30 a 150 cm pardo brillante amarillento (10 YR 6/4), de 150 a 180 amarillo pardusco (10 YR 6/6). En húmedo el color es de 0 a 30 cm pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) de 30 a 180 cm pardo oscuro (10 YR 3/3).

La densidad aparente varía de 0.91 a 1.19 g/cc, cuyo valor mínimo se encuentra en la parte más profunda y los valores más altos en las primeras capas.

La densidad real varía de 2.04 a 2.39 g/cm³, distribuyéndose irregularmente a través del perfil.

La porosidad varía de 44.1 a 58.3%, cuyo porcentaje mínimo corresponde a la capa 0-10 cm y posteriormente va aumentando.

En este perfil, solo se presenta la textura de migajón arenoso.

El porcentaje de arena varía de 54.8 a 74.8%, correspondiéndole los más altos a las primeras capas, el porcentaje de limo va de 21.6 a 47.6% correspondiéndole los más bajos a las primeras capas y el de arcilla varía de 1.6 a 7.6% siendo el más bajo para la primera capa de 0-10 cm.

El pH en agua varía de neutro a alcalino, cambiando de 7.1 a 8.4 la neutralidad se observa de los 40 a 60 cm y la alcalinidad en las primeras capas (0-30 cm) y en la profundidad (más de 90 cm), y con el cloruro de potasio varía de 5.3 a 7.3.

La materia orgánica varía de 0.41 a 3.86%, cuyos valores mínimos se encuentran en las últimas capas y los valores más altos en las primeras.

Los datos de C I C T , van de 22 a 28.8 meq/100 gr, situándose los valores más altos en las primeras capas.

El potasio varía de 0.28 a 4.78 meq/100 gr, notándose que los valores bajos corresponden a las capas más profundas del perfil.

El sodio varía de 1.34 a 5.04 meq/100 gr, siendo el valor más alto el de la superficie 0-10 cm y disminuye conforme aumenta la profundidad.

El magnesio varía de 6.0 a 13.0 meq/100 gr, cuyos valores se distribuyen heterogéneamente a través del perfil.

El calcio varía de 7 a 18 meq/100 gr, distribuyéndose los valores de manera heterogénea a lo largo del perfil.

El fósforo presente en el perfil va de 0.53 a 8.31 Kg/Ha, notándose que disminuyen los valores conforme aumenta la profundidad, además solo se detectó hasta los 80 cm.

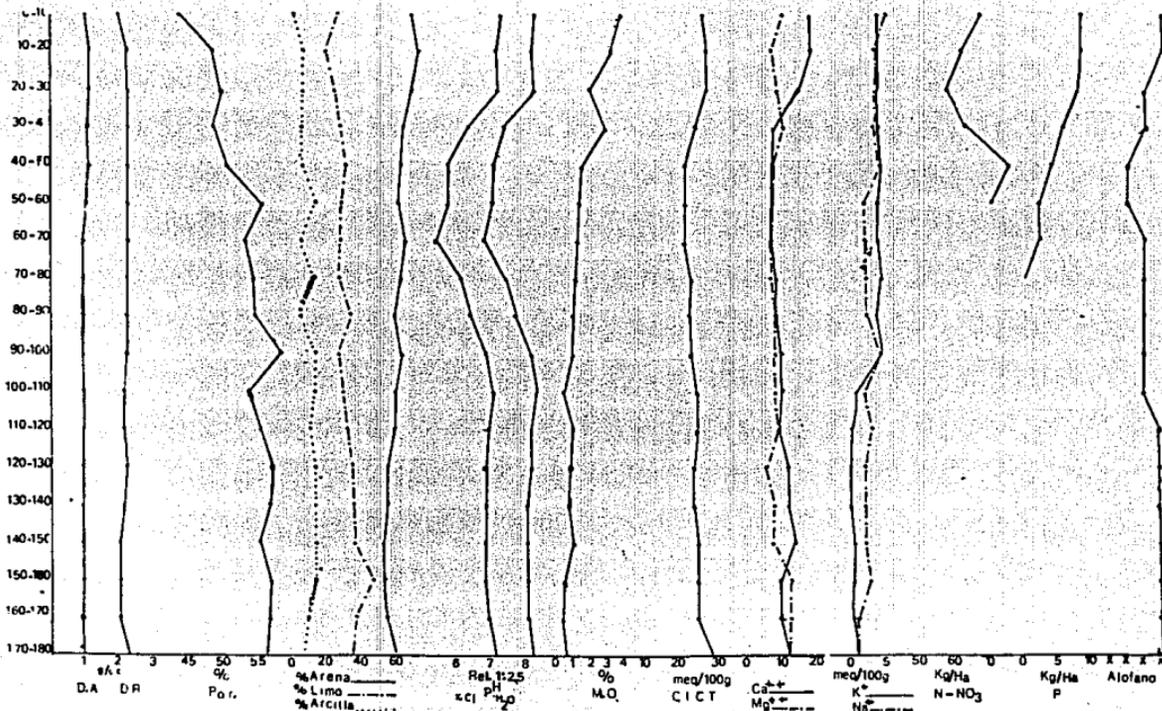
Los nitratos varían de 58.55 a 76.23 Kg/Ha, observándose los valores más bajos en los primeros centímetros.

Con respecto al alufano es muy alto en la superficie, posteriormente es alto (20-40), bajo (40-60), y conforme aumenta la profundidad se obtienen nuevamente valores muy altos.

CUADRO NO. VIII
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FI QUIMICO DEL PERFIL NO. VIII
 LOCALIZADO A 200 m. AL SUR DEL CERRO TEULITL A 3 Km. AL NOROCC-
 DE LA VILLA DE MILPA ALTA, D.F. A UNA ALTITUD DE 2,500 m.s.n.m., SUELO DERIVADO DE CENIZA S VOLCANICAS, CON CLIMA TEMPLADO
 SUBHUMEDO.

SUBHORIZONTE	PROFUNDIDAD (cm)	COLOR SECO	COLOR HUMEDO	D.A. g/cc	D.R. g/cc	PUREZGA %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH H ₂ O	KCL 1:10	H.O. %	C.I.C.T. mg/100g	K ⁺ mg/100g	Na ⁺ mg/100g	Ca ⁺⁺ mg/100g	Cu ⁺⁺ mg/100g	P Pg/ha.	MgO Pg/ha.	ALDFANO
A ₁₁	0-10	10YR 6/3 pardo p ^a - liso	10YR 3/2 pardo gris cae muy oscuro	1.14	2.04	44.1	70.8	27.6	1.6	Migajón Arenoso	8.3	7.3	3.86	27.2	3.68	5.04	10.0	18.0	8.16	67.32	XXXX
	10-20	10YR 6/3 pardo p ^a - liso	10YR 3/2 pardo gris cae muy oscuro	1.19	2.31	40.4	74.8	21.6	3.6	Migajón Arenoso	8.2	7.2	3.10	28.8	3.63	3.69	7.0	18.0	8.31	62.14	XXXX
	20-30	10YR 6/3 pardo p ^a - liso	10YR 3/2 pardo gris cae muy oscuro	1.19	2.39	50.2	70.8	26.0	3.2	Migajón Arenoso	8.3	7.2	2.07	8.0	3.83	3.86	9.0	15.0	7.88	58.55	XXX
	30-40	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	1.17	2.30	49.1	66.8	29.6	3.6	Migajón Arenoso	7.4	6.4	2.82	29.8	3.47	3.86	10.0	8.0	5.75	63.25	XXX
	40-50	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	1.13	2.31	51.0	64.8	32.0	3.2	Migajón Arenoso	7.1	5.6	1.55	22.0	4.47	4.13	7.0	7.0	3.92	76.23	XX
A ₁₂	50-60	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	1.04	2.35	55.7	62.8	30.0	7.2	Migajón Arenoso	7.1	5.8	1.31	22.4	3.91	2.17	7.0	7.0	2.35	71.67	XX
	60-70	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	1.06	2.28	53.5	67.2	29.6	3.2	Migajón Arenoso	6.9	5.3	1.24	22.6	4.09	2.17	7.0	7.0	2.88	nd	XXX
	70-80	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	1.02	2.26	54.8	64.8	28.0	7.2	Migajón Arenoso	7.5	6.2	1.10	24.6	4.56	2.39	7.0	8.0	0.53		XXX
	80-90	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	1.03	2.29	55.0	60.8	36.0	3.2	Migajón Arenoso	7.8	6.5	0.96	23.4	4.06	2.69	8.0	8.0			XXX
	90-100	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	0.95	2.28	58.3	64.8	27.6	7.6	Migajón Arenoso	8.2	6.9	0.89	24.2	4.78	4.60	8.0	10.0			XXX
C ₁	100-110	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	1.00	2.19	54.3	61.2	31.6	7.2	Migajón Arenoso	8.4	7.1	0.41	25.8	1.12	2.17	8.0	10.0			XXX
	110-120	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	0.98	2.22	55.8	60.8	33.6	5.6	Migajón Arenoso	8.2	7.0	0.96	26.2	0.28	3.17	9.0	9.0			XXXX
	120-130	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	0.79	2.32	57.3	56.6	36.0	7.2	Migajón Arenoso	8.2	6.9	0.98	25.0	0.33	2.30	6.0	12.0			XXXX
	130-140	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	0.98	2.29	57.2	56.8	36.0	7.2	Migajón Arenoso	8.1	6.9	0.69	25.6	0.46	2.21	8.0	12.0			XXXX
	140-150	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	0.95	2.14	55.6	54.8	37.6	7.6	Migajón Arenoso	8.1	6.9	0.96	26.4	0.84	2.30	8.0	14.0			XXXX
C ₂	150-160	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	0.92	2.14	57.0	55.2	47.6	7.6	Migajón Arenoso	8.1	6.9	0.55	26.2	0.76	3.17	13.0	10.0			XXXX
	160-170	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	0.91	2.13	57.2	56.6	38.0	5.2	Migajón Arenoso	8.1	7.0	0.41	26.8	0.76	1.65	13.0	10.0			XXXX
	170-180	10YR 6/4 pardo amg zillo brillante	10YR 3/3 pardo oscuro	1.00	2.31	56.7	60.8	35.6	3.6	Migajón Arenoso	8.2	7.2	0.55	25.8	1.20	1.34	12.0	12.0			XXXX

Grafica No.8



Los resultados de los análisis físico-químicos del perfil No. IX se muestran en el cuadro No. IX y en la gráfica No. 9.

El color del suelo en seco de éste perfil varía pardo oscuro (10 YR 3/3) de 0-40 cm, pardo oscuro (10 YR 4/3) de 40 -50cm pardo oscuro amarillento (10 YR 4/4) de 50- 70 cm, pardo amarillento (10 YR 5/4) de 70- 80 cm, pardo brillante amarillento (10 YR 6/4) de 80- 90 cm, amarillo pardusco (10 YR 6/6) de 90- 150 cm, amarillo pardusco (10 YR 6/8) de 150- 200 cm. En húmedo el color es: Negro (10 YR 2/1) de 0 a 40 cm, pardo oscuro (7.5 YR 3/2) de 40 a 70 cm, pardo oscuro (10 YR 4/3) de 70 a 90 cm, pardo oscuro amarillento (10 YR 3/4) de 90 a 150 cm, pardo oscuro amarillento (10 YR 4/4) de 150 a 200 cm.

La densidad aparente varía de 0.70 a 1.16 g/cc, observándose que estos datos aumentan conforme la profundidad.

La densidad real varía de 2.10 a 2.37 g/cc, cuyos valores se distribuyen casi homogéneamente.

En el perfil el porcentaje de porosidad varía de 49.3 a 66.6%, siendo más poroso en las capas superficiales.

La textura de este perfil es muy variable correspondiendo a migajón arenoso de 0- 60 cm, migajón limoso de 60- 70 cm, migajón arenoso de 70- 80 cm, arena migajosa de 80- 100 cm, migajón arenoso de 100- 120 cm, arena migajosa de 120 a 130 cm, y migajón arenoso de 130 a 200 cm.

El porcentaje de arena varía de 39.2 a 73.0%, el de limo de 25.2 a 58.8% y el de arcilla de 1.4 a 3.6%.

El pH varía de 6.6 a 7.2, cuyos valores bajos corresponden a las capas superficiales y los altos a las capas profundas, observando que el pH de este perfil en agua es neutro. Con cloruro de potasio el pH varía de 5.5 a 5.7.

La materia orgánica presenta una variación de 0.35 a 10.83% observándose que los valores más altos corresponden a la superficie y posteriormente disminuyen al aumentar la profundidad.

La C.I.C.T., varía de 17.6 a 38.4 meq/100 gr, cuyo valor mínimo se encuentra en la última capa y los valores más altos en las primeras.

El contenido de potasio varía de 0.24 a 1.53 meq/100 gr, además en algunas capas no se detectó la presencia de potasio.

El contenido de sodio varía de 0.17 a 1.66 meq/100 gr, pero es tos datos solo corresponden a las capas intermedias, ya que en la superficie no se detectó la presencia del sodio.

Los datos del magnesio varían de 4 a 8 meq/100 gr, observándose se los valores más altos en las capas superficiales.

El calcio varía de 2 a 13 meq/100 gr, observándose que los valores más altos corresponden a la superficie, y posteriormente disminuyen conforme aumenta la profundidad.

El fósforo varía de 1.58 a 17.49 Kg/Ha, cuyos valores se distribuyen irregularmente, pero el valor más alto se localizó en la capa 10-20 cm.

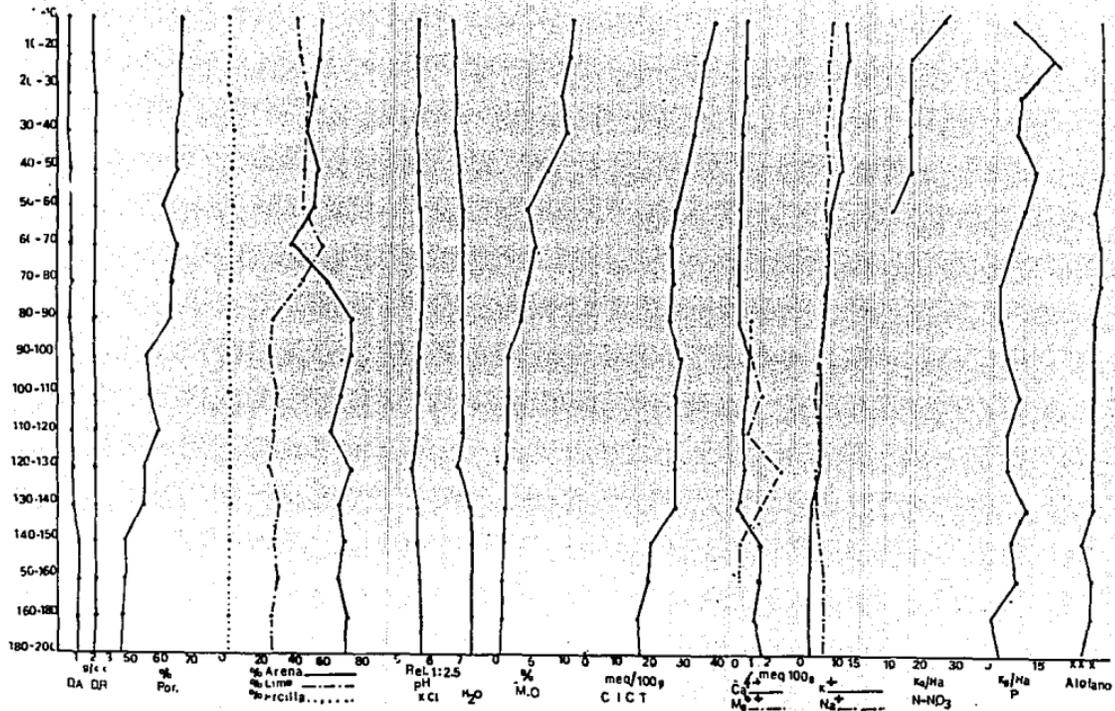
Con respecto a los nitratos los datos varían de 11.86 a 26.25 Kg/Ha, observándose una disminución de éstos conforme aumenta la profundidad.

Para el caso del alufano es alto en las capas superficiales y posteriormente va disminuyendo conforme va aumentando la profundidad.

CUADRO No. 1A
 RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL PLANIF No. 1A
 LOCALIZADO A SUR DEL PUEBLO DE SAN LORENZO TLANCHICUA a
 Km. AL SURESTE DE LA VILLA DE MILPA ALTA D. F. A UNA AL
 TITULO DE 2,700 m.c.m.m. SUELO DERIVADO DE CLAYAS VOLCANICAS,
 CON CLIMA SECHADO. SUBALPINO.

SUBSERIE/NTES	PROFUNDIDAD (cm)	SECO	COLOR HUMEDO	D.H. g/cc	D.R. g/cc	POROSIDAD %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	pH H ₂ O MCL MOL/L	H.D.O. %	C.I.C.T. mg/100g	N* mg/100g	Ng* mg/100g	Ng** mg/100g	Cg** mg/100g	P mg/Me.	K-NO ₃ mg/Me.	ALOFANO	
A ₁₁	0-10	IDVR 3/3 perdo os curo	IDVR 2/1	0.70	2.10	56.6	56.8	41.6	1.6	Nigajón Arenoso	6.6	5.6	10.63	38.4	0.64	0	6.0	12.0	6.09	26.25	XXX
	10-20	IDVR 3/3 perdo os curo	IDVR 2/1 negro	0.73	2.16	66.2	54.8	43.6	1.6	Nigajón	6.7	5.6	10.48	35.6	0.55	0	7.0	13.0	17.49	16.20	XXXX
	20-30	IDVR 3/3 perdo os curo	IDVR 2/1 negro	0.76	2.24	66.0	50.8	47.6	1.6	Nigajón Arenoso	6.7	5.6	9.41	34.0	0.52	0	7.0	11.0	8.85	16.24	XXXX
A ₁₂	30-40	IDVR 3/3 perdo os curo	IDVR 2/1 negro	0.77	2.23	65.4	46.8	47.6	3.6	Nigajón Arenoso	6.7	5.5	9.93	33.2	0.33	0	6.0	10.0	7.80	16.16	XXXX
	40-50	IDVR 4/3 perdo os curo	7.5VR 3/2	0.77	2.23	63.7	53.0	49.0	2.0	Nigajón Arenoso	6.8	5.6	7.92	30.4	0.30	0	7.0	11.0	12.63	16.31	XXXX
	50-60	IDVR 4/4 perdo os rillo os- curo	7.5VR 3/2	0.87	2.26	61.5	51.2	45.2	3.6	Nigajón Arenoso	6.9	5.6	4.20	27.0	0.30	0	6.0	7.0	9.94	11.06	XXXX
A ₃	60-70	IDVR 4/4 perdo os rillo os- curo	7.5VR 3/2	0.80	2.31	63.3	39.2	56.8	2.0	Nigajón Limoso	6.9	5.7	5.508	26.4	0	0	7.0	7.0	6.0	..4	XXXX
	70-80	IDVR 5/4 perdo os rillo	IDVR 4/3 perdo os curo	0.83	2.29	63.7	58.4	44.4	2.0	Nigajón Arenoso	6.9	5.7	4.33	26.0	0	0	7.0	7.0	2.97		XXXX
	80-90	IDVR 6/4 perdo os rillento brillante	IDVR 4/3 perdo os curo	0.83	2.28	63.5	72.4	26.2	1.4	Arena Nigajón	6.9	5.7	3.07	23.2	0	0.78	6.0	6.0	3.64		XXX
C ₁	90-100	IDVR 6/6 perdo os rillento	IDVR 3/4 perdo os rillento	0.99	2.29	56.7	72.8	25.2	2.0	Arena Nigajón	6.9	5.6	1.25	29.0	0.92	0.99	5.0	5.0	5.03		XXX
	100-110	IDVR 6/6 perdo os rillo os- duce	IDVR 3/4 perdo os rillento oscuro	1.00	2.36	57.6	66.8	29.6	3.6	Nigajón Arenoso	6.9	5.6	1.25	27.2	0.67	1.66	4.0	5.0	6.26		XXX
	110-120	IDVR 6/6 perdo os rillento perducco	IDVR 3/4 perdo os rillento oscuro	0.94	2.37	60.3	60.4	28.0	1.6	Nigajón Arenoso	6.9	5.6	1.31	27.6	0.24	0.67	5.0	5.0	5.21		XXX
C ₂	120-130	IDVR 6/6 perdo os rillento perducco	IDVR 3/4 perdo os rillento oscuro	1.00	2.29	56.3	73.0	23.4	1.6	Arena Nigajón	6.8	5.4	1.25	27.8	0.58	2.60	5.0	4.0	5.95		XXX
	130-140	IDVR 6/6 perdo os rillento perducco	IDVR 3/4 perdo os rillento oscuro	1.00	2.29	56.3	66.8	31.6	1.6	Nigajón Arenoso	7.1	5.6	1.11	27.8	0	1.23	4.0	3.0	11.67		XXX
	140-150	IDVR 6/6 perdo os rillento perducco	IDVR 3/4 perdo os rillento oscuro	1.13	2.30	50.8	68.2	29.2	1.6	Nigajón Arenoso	7.2	5.6	0.63	20.0	1.53	0.17	5.0	2.0	6.90		XX
C ₂	150-160	IDVR 6/6 perdo os rillento perducco	IDVR 4/4 perdo os rillento oscuro	1.13	2.32	50.4	66.8	31.6	1.6	Nigajón Arenoso	7.2	5.7	0.63	19.6	1.50	0	6.0	2.0	0.12		XXX
	160-180	IDVR 6/6 perdo os rillento perducco	IDVR 4/4 perdo os rillento oscuro	1.15	2.27	49.3	71.2	27.2	1.6	Nigajón Arenoso	7.2	5.7	0.56	16.0	1.16	0	6.0	2.0	1.58		XXX
	180-200	IDVR 6/6 perdo os rillento perducco	IDVR 4/4 perdo os rillento oscuro	1.16	2.30	49.5	71.0	27.6	1.6	Nigajón Arenoso	7.2	5.7	0.35	17.6	1.50	0	6.0	2.0	2.99		XX

Grafica No. 9



Los resultados de los análisis físico-químicos del perfil No. X, se muestran en el cuadro No. X y en la gráfica No. 10.

Se puede observar que el color en seco es: de 0 a 120 cm, pardo olivo brillante (2.5 y 5/4), de 120 a 200 cm, pardo amarillento (10 VR 5/4). En húmedo el color es de: 0 a 200 cm pardo grisáceo muy oscuro.

La densidad aparente presenta una variación de 1.00 a 1.29 g/cc, observándose los valores más bajos en las capas profundas del perfil.

La densidad real varía de 2.37 a 2.54 g/cc, cuyos valores altos corresponden a las capas superficiales.

El porcentaje de porosidad varía de 45.5 a 58.6%, distribuyéndose los porcentajes de una manera irregular, pero los altos porcentajes corresponden a las capas profundas del perfil.

La textura de éste perfil corresponde a migajosa y migajón arenoso. El porcentaje de arena varía de 51.6 a 74.8%, el de limo de 23.2 a 37.2 y el de arcilla de 2 a 14%.

El pH en agua varía de 6.3 a 7.9, donde los valores más altos se localizan en la parte más profunda del perfil, y con el cloruro de potasio de 5.0 a 6.5.

La materia orgánica presenta una variación de 0.01 a 1.30% éste último valor le corresponde a la capa superficial de 0 a 10 centímetros.

Los datos de la C.I.C.T., varían de 11.2 a 20.0 meq/100 gr, observándose una distribución heterogénea.

El contenido de potasio varía de 0.06 a 1.10 meq/100 gr, observándose una distribución irregular y en las capas intermedias no se detectó la presencia del potasio.

El sodio varía de 0.36 a 3.13 meq/100 gr, cuyos valores se distribuyen heterogéneamente, y en algunas capas no se detectó la presencia del sodio.

El contenido de magnesio varía de 6 a 15 meq/100 gr, detectándose los valores altos en las capas profundas.

El calcio varía de 1 a 5 meq/100 gr, observándose los valores altos en las capas superficiales y posteriormente disminuyen conforme aumenta la profundidad del perfil.

Para el caso del fósforo los datos varían de 0.99 a 10.56 Kg/Ha, cuyos datos se distribuyen heterogéneamente.

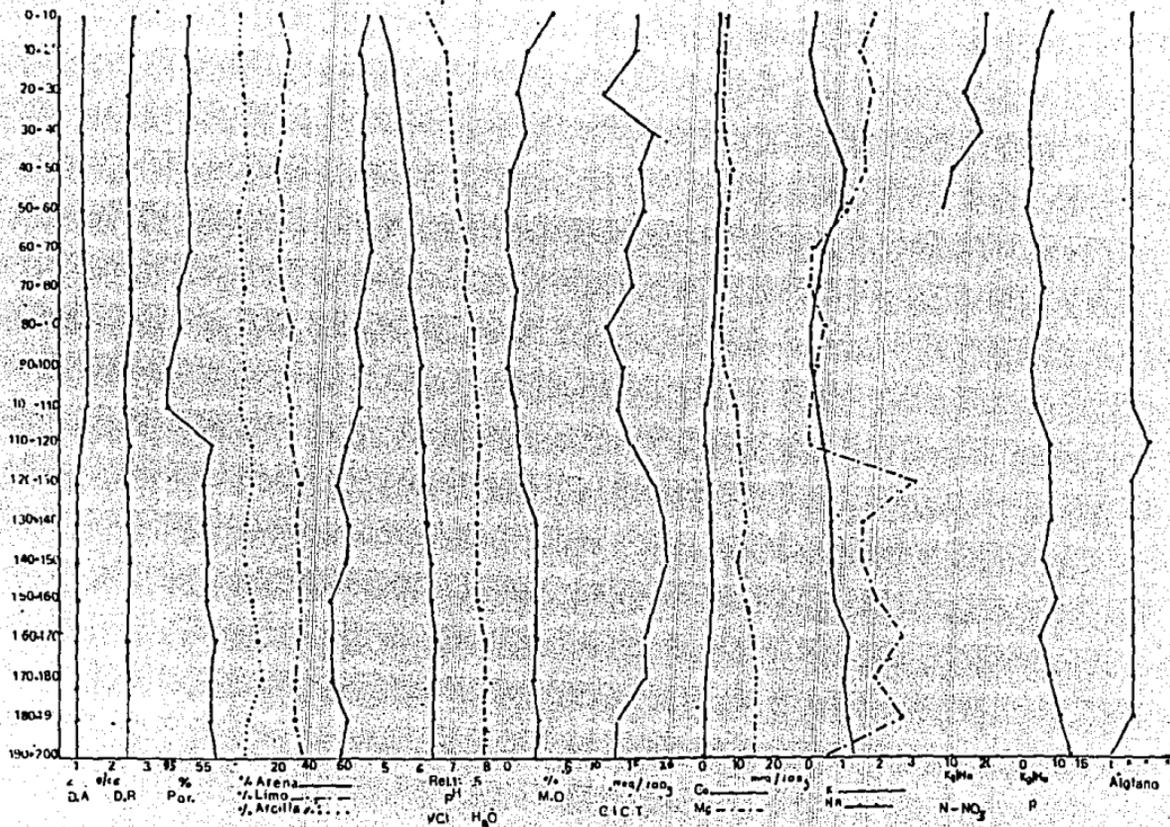
El contenido de nitratos de este perfil varía de 7.47 a 19.05 Kg/Ha, observándose una disminución de éstos conforme aumenta la profundidad.

Con respecto al alopino es bajo el contenido a través del perfil.

COUNTRYSIDE Ag. &
 CONSULTING & ANALYSIS SERVICES, INC. MEMPHIS, TN
 11716 W. 2,100 S.W. 4th, SUITE 2000, MIAMI, FL 33156
 TEL: 305-444-1111 FAX: 305-444-1112
 E-MAIL: INFO@COUNTRYSIDEAG.COM

SUBSIDY/DATE	PROFUNDIDAD (C)	SECC	CLON	MARCO	D.R. g/ce	D.R. g/ce	PURIFICADO %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	TEXTURA	W ₁₀₀ g/100g	W ₆₀ g/100g	C.I.C.I. g/100g	n ^o req/100g	W ₁₀₀ req/100g	W ₆₀ req/100g	C _u mg/100g	P mg/100g	N-NO mg/100g	ALFAND
A ₁₁	0-10	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.22	2.54	51.9	70.4	23.2	2.4	Arroyo Nigajón	6.3 5.0	1.30	16.0	0.21	1.07	7.1	5.0	7.67	19.05	1	
	10-20	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.23	2.51	50.2	68.8	29.3	2.0	Nigajón Arroyo	6.8 5.3	0.64	15.8	0.16	1.41	6.2	4.0	4.01	18.87	1	
	20-30	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.22	2.54	51.9	70.8	25.0	4.0	Nigajón Arroyo	6.9 5.4	0.37	11.4	0.15	1.77	6.0	4.0	2.94	13.33	1	
	30-40	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.18	2.43	51.0	70.4	25.2	4.0	Nigajón Arroyo	7.0 5.5	0.57	10.0	0.41	1.56	6.0	4.0	1.20	10.07	1	
A ₁₂	40-50	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.21	2.46	50.8	70.4	23.6	6.0	Nigajón Arroyo	7.1 5.7	0.14	16.0	1.07	1.56	8.0	4.0	1.72	9.41	1	
	50-60	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.20	2.49	51.8	70.0	25.6	2.4	Arroyo Nigajón	7.2 5.8	0.01	16.4	0.32	1.14	7.0	4.0	2.99	7.17	1	
	60-70	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.21	2.51	51.7	74.8	23.2	2.0	Arroyo Nigajón	7.4 5.9	0.01	14.4	0.46	0	7.0	4.0	3.26	1.1	1	
	70-80	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.23	2.50	48.4	70.4	25.2	4.0	Nigajón Arroyo	7.3 5.8	0.30	15.2	0.30	0	7.0	4.0	5.03	1	1	
C ₁	80-90	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.21	2.52	48.0	64.0	31.6	2.4	Nigajón Arroyo	7.6 6.0	0.23	11.4	0	0.46	5.0	3.0	4.23	1	1	
	90-100	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.28	2.37	45.8	64.4	27.2	4.4	Nigajón Arroyo	7.6 6.1	0.08	13.4	0	0.36	6.0	3.0	2.37	1	1	
	100-110	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.29	2.37	45.5	68.6	29.4	2.0	Nigajón Arroyo	7.7 6.1	0.30	13.2	0.21	0	10.0	1.0	3.8	1	1	
	110-120	2.59 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.17	2.48	52.8	60.4	31.6	8.0	Nigajón Arroyo	7.8 6.2	0.36	15.0	0.34	0	10.0	1.0	7.93	1	1	
	120-130	10W 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.08	2.42	55.3	56.4	35.6	8.0	Nigajón Arroyo	7.7 6.2	0.93	18.4	0.61	13.13	11.0	2.0	7.74	1	1	
	130-140	10W 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.08	2.44	53.7	62.4	36.6	4.0	Nigajón Arroyo	7.7 6.3	0.88	19.4	0.67	1.56	12.0	3.0	7.80	1	1	
	140-150	10W 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.07	2.46	56.3	60.8	35.2	4.0	Nigajón Arroyo	7.7 6.4	0.90	20.0	0.76	1.56	10.0	3.0	5.41	1	1	
	150-160	10W 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.05	2.42	56.6	61.6	35.2	8.0	Nigajón Arroyo	7.7 6.4	0.86	18.2	0.89	1.81	12.0	3.0	9.19	1	1	
	160-170	10W 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.00	2.41	58.3	53.4	35.6	12.0	Nigajón Arroyo	7.9 6.5	0.80	17.0	1.10	2.60	14.0	2.0	4.82	1	1	
	170-180	10W 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.02	2.43	58.3	53.4	35.6	14.4	Nigajón Arroyo	7.9 6.5	0.80	17.1	1.04	1.60	15.0	1.0	7.35	1	1	
	180-190	10W 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.00	2.42	58.3	60.4	33.6	6.0	Nigajón Arroyo	7.8 6.5	0.95	15.2	1.10	2.60	15.0	1.0	10.56	1	1	
	190-200	10W 5/A param sil vo drilling to	10W 3/2	1.01	2.44	58.6	58.0	37.2	4.4	Nigajón Arroyo	7.8 6.5	0.86	12.8	1.23	0.36	15.0	1.0	13.17	Trace	1	

Grafica No 10



VIII DISCUSION.

El área de estudio en principio data del Terciario Medio con una antigüedad de 30 millones de años, situada en la parte sur de la Cuenca del Valle de México, se puede establecer que el vulcanismo presente se formó por la fractura Clarión, la cual en pleno Cuaternario alcanzó su máxima actividad y produjo la barrera denominada Sierra de Chichinautzin, que se caracteriza por presentar una composición andesítica y basáltica y formada hace más o menos un millón de años, la juventud que muestra esta zona se refleja por la presencia de conos cineríticos y derrames de lava, uno de los conos es el del teutli, el cual se formó por una actividad del tipo Hawaiano.

La zona presenta una topografía generalmente abrupta; La parte sur es la más accidentada, donde se encuentran montañas, pedregales y hondanadas, y en la parte norte se localizan valles y declives. Por esta fisiografía en la zona sur la actividad antrópica ha sido menor, también se presentan corrientes lávicas frescas casi sin muestras de intemperismo, sin embargo la zona norte presenta más erosión debido a la tala de árboles.

En cuanto al clima es templado con veranos frescos y lluvias durante el verano y principios de otoño; la temperatura varía de los 17°C hasta los 10°C. Generalmente se presentan vientos dominantes de dirección noroeste-suroeste y con variación en invierno en que sopla de sur a norte. Por otro lado la precipitación varía de 800 mm a 1,500 mm anuales.

Por la topografía que muestra la zona se ha propuesto que se

pueden presentar microclimas, también por la dirección de los vientos, la humedad y la diferencia de insolación que recibe la zona.

Por las características antes mencionadas, los suelos presentes en esta zona son derivados de cenizas volcánicas, por lo tanto se les ha clasificado como Inceptisoles, los cuales presentan como material de origen a rocas andesíticas y basálticas.

Los Inceptisoles presentan gran abundancia de cenizas volcánicas, son inmaduros, conservan las características fundamentales del material de origen.

Se localizan en depresiones y tierras con pendientes, con alto contenido de materia orgánica los subhorizontes de la superficie, con pH ácido o medianamente ácido, el color es oscuro, textura ligera o moderadamente ligera, la densidad aparente es baja y muy alto el contenido de alúfano.

Los andisoles se localizan en lugares templados con vegetación de bosque, aunque puede haber gran variedad. Según las características topográficas de la zona, el clima, la altitud y la actividad humana por ejemplo, se observa la presencia de pino-encino a una altitud de 2,650 m s n m , donde tenemos la presencia de vegetación inducida como el capulín y el pirú, en la zona con valles y declives menores se muestra una vegetación secundaria donde predominan las comuestas, las leguminosas, las gramíneas y los tepozanes.

Dentro de la vegetación cultivada tenemos al nopal como cultivo predominante, después al maíz y en una menor producción, otros cultivos como frijoles, lechuga, calabaza y el chayote entre otros, tam

bién entre los árboles frutales se encuentran con frecuencia el higo, chabacano, durazno y ciruela y por último el maguey que en tiempos pasados tuvo un gran auge.

Los suelos de ésta zona presentan las características anteriores y en los perfiles se observan en general los siguientes subhorizontes: A_1 , A_2 , A_3 , C_1 y C_2 .

El A_1 es un horizonte mineral que se forma en la superficie o adyacente a ella con acumulación de materia orgánica humificada, muy asociada con la fracción mineral. El suelo es oscuro debido al alto porcentaje de materia orgánica el cual se derivó de residuos vegetales y animales que se depositaron en la superficie del suelo o dentro del horizonte.

El A_2 también es un horizonte mineral, el cual ha perdido axcilla, hierro o aluminio, este horizonte se diferencia del A_1 por el color más claro y el contenido más bajo de materia orgánica.

El A_3 es un horizonte transicional, denominado por sus propiedades características de A_1 ó A_2 .

El horizonte C es una capa mineral que excluye la roca madre, la cual puede ser igual o diferente al material del que se supone que se formó el suelo, además este horizonte ha sufrido poca interperización, en relación con la roca madre que no ha sufrido ninguna alteración, algunos perfiles de esta zona presentaron en este horizonte rafces, las cuales eran muy escasas.

El C_1 es una capa mineral donde el material del que se supone que se formó el suelo aparece disgregado y fácilmente se rompe.

El C₂ es un horizonte que se caracteriza por ser gravoso, pegregoso, donde el material de origen se rompe a mayor presión.

Dentro del Orden Inceptisol se encuentra el suborden Andept y los Grandes grupos: Dystrandept y Eutrandept.

El perfil No. 9 caracteriza al Gran grupo Dystrandept con un epipédón úmbrico en transición hasta los 17.5 cm y son tixotrópicos en algunos horizontes.

Este perfil, se colectó al Sur de San Lorenzo Tlacoyucan a 2,700 m n s m y se divide en los siguientes subhorizontes: A₁₁ de 0 a 20 cm, A₁₂ de 20 a 50 cm, A₁₃ de 50 a 90 cm, C₁ de 90 a 240 cm, y el C₂ de 140 a 200 cm. El color en seco de este perfil varía de pardo oscuro en los 50 centímetros, posteriormente cambia a pardo brillante amarillento y por último a pardo amarillento. El pH en agua es moderadamente neutro, la densidad aparente es baja variando de 0.70 a 1.16 gr/cc y la densidad real varía de 2.10 a 2.37 gr/cc, la textura que presenta este horizonte es muy variable siendo migajón arenoso, migajón limoso y arena migajosa, el porcentaje de arena es alto variando de 39.2 al 73%, en la superficie el porcentaje de arena es moderadamente alto y aumenta conforme aumenta la profundidad del perfil y el porcentaje de arcilla es muy bajo variando de 1.4 a 3.6%, la materia orgánica en el subhorizonte es muy alta y disminuye su porcentaje conforme aumenta la profundidad del perfil variando de 10.83 a 0.35%, la C.I. C.T., también es alta y varía de 17.6 a 38.4 meq/100 gr, el contenido de magnesio es moderadamente bajo variando de 4 a 8 meq/100 gr y el contenido de fósforo se distribuye irregularmente variando de 1.58 a 17.45 Kg/Ha, con respecto al contenido de sulfato es alto variando de muy alto a medio.

El gran grupo Eutrandept se caracteriza por presentar horizontes superficiales que contienen más del 1% de materia orgánica y además la retención de humedad se debe a la materia orgánica y alófono en algunos horizontes.

En este Gran Grupo quedan clasificados los perfiles colectados en las cotas 2,310 y 2,650 m s n m.

Los perfiles comprendidos en estas cotas son el 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, y 10 De acuerdo a la profundidad del horizonte A_{11} y A_2 se les agrupo en tres bloques.

En el primer bloque tenemos al perfil No. 1, colectado a 2,640 m s n m al Oeste de San Bartolomé Xocomulco. Dicho perfil presenta los siguientes subhorizontes:

- A_{11} 0 - 10cm
- A_{12} 10 - 30cm
- C_1 30 - 90cm
- C_2 90 - 130 cm

El perfil antes mencionado muestra un color en seco de pardo muy pálido, el pH en agua es ligeramente ácido, y su densidad aparente es media y varían de (1.07 a 1.08 gr/cc). Su textura es arena migajosa de los 0 a 30 cm con los mayores contenidos de arena 80.6% y migajón arenosa de 30 a 130 cm con porcentajes de arena altos que varían de (63.4 a 74%) y el porcentaje de arcilla es bajo oscilando entre (6.4 y 16.8%).

El bajo contenido de materia orgánica es baja (0.47 a 0.89%) y el de arcilla se corresponden con los valores bajos de C I C T. (12.2 a 16-meq/100 gr) al igual que el contenido de bases (Calcio de 7 a 9 meq/100 gr) y magnesio 1 a 6 meq/100 gr).

El contenido de fósforo es medio y presenta una variación de 11.42 a 33.13 Kg/Ha, el contenido de alúfano varía de alto a muy alto.

En el segundo bloque agrupamos a los siguientes perfiles: 3, 5, 6 y 8.

El perfil No. 3 colectado a 2,350 m s n m al Norte de San Pedro Actopan presenta los siguientes subhorizontes:

A ₁₁	0 - 20 cm
A ₁₂	20 - 80 cm
C ₁	80 - 160cm
C ₂	160 - 200cm

El color del suelo en seco que muestra este perfil varía de pardo pálido a pardo brillante amarillento, el pH en agua aumenta en profundidad variando de ácido a ligeramente ácido (6.2 a 6.9) y la densidad aparente es baja variando de 0.75 a 0.98 gr/cc, y su densidad real varía de 1.86 a 2.35 gr/cc, su textura varía de migajón a migajón arenoso, el porcentaje en el A₁₁ corresponde a 45.6%, y aumenta dicho porcentaje en el A₁₂ 54%, con respecto a la arcilla aumenta en profundidad (12.8 a 26.8%) y disminuye en el subhorizonte C₂. La materia orgánica es baja en el A₁ (3.06) y corresponde con los valores medio de la C I C T (21.2) al igual que el contenido de bases:

calcio (15 meq/100 gr) y magnesio (5 meq/100 gr).

El subhorizonte A₂ es muy bajo el porcentaje de materia orgánica y corresponde con los valores de la C I C T (16 meq/100 gr) al igual que el contenido de las bases (calcio 8 meq/100 gr u magnesio 2 meq/100 gr).

Con respecto al fósforo moderadamente bajo en el horizonte A (18.29 Kg/Ha), posteriormente disminuye en el horizonte C (7.29 Kg/Ha).

El contenido de alófono varía de medio a alto y muy alto.

El perfil No. 5 colectado a una altitud de 2,310 m n s m , se encuentra al sur de San Gregorio Atlapulco y muestra los siguientes - subhorizontes:

A₁₁ 0 - 40 cm

A₁₂ 40 - 90 cm

C₁ 90 - 140 cm

De acuerdo a los resultados obtenidos muestra las siguientes características; El color en seco varía de pardo grisáceo (horizonte A) a pardo (horizonte C), la densidad aparente es media (1.12 a 1.17 gr/cc) y la densidad real (2.48 a 2.56 gr/cc).

Con respecto a su pH en agua es ligeramente alcalino (7.2 a 7.6).

La textura de este perfil corresponde a la de migaón arenoso, su porcentaje de arena es alto variando de 62 a 78%, los porcentajes de arcilla son bajos (5.2 a 11.2%) al igual que el contenido de materia orgánica (1.26 a 1.87%).

Con respecto al contenido de bases son bajos el calcio en el sub horizonte A, presenta los siguientes valores (8 a 10 meq/100gr) y aumenta ligeramente en el subhorizonte A₂ (9 a 11 meq/100gr). Para el caso del Magnesio en el subhorizonte A₁₁ los valores varían de (5 a 6 meq/100gr) y disminuyen en el horizonte A₂ (4 a 5 meq/100gr), el contenido de fósforo es bajo variando de 3.11 a 12.43 Kg/Ha con respecto al contenido de alófono sólo se detectaron trazas.

El perfil No. 6 se colectó a 2,480 m n s m , al norte de San -

Lorenzo Tlacoyucan, presentando los siguientes subhorizontes:

A ₁₁	0 - 30 cm
A ₁₂	30 - 90 cm
A ₁₃	90 - 120 cm
C ₁	120 - 140 cm
C ₂	140 - 180 cm

El color del suelo en seco es ligeramente oscuro, variando de pardo, pardo amarillento y de brillante amarillento. Su pH en agua va ría ligeramente ácido a ácido, la densidad aparente es media presentando una variación de (1.05 a 1.22 gr/cc) y la densidad real presenta u na variación de (2.32 a 2.46 gr/cc).

La textura que muestra, corresponde a: arena migajosa y migajón arenoso relacionado con un alto porcentaje de arena que varían de (52.8 a 76.8%) los porcentajes de arcilla son bajos en los subhorizontes variando de (1.6 a 7.6%), al igual que la materia orgánica (0.81 a 2.84%) relacionada con la C I C T media (18.2 a 23 meq/100gr), el contenido de bases son bajas (Calcio de 1 a 4 meq/100 gr) y magnesio (8 a 20 meq/100gr). Con respecto al contenido de fósforo es medio variando de (2.36 a 19.60 Kg/Ha), el contenido de alufano en los primeros 40cm es alto y disminuye con la profundidad.

El perfil No. 8 se colectó a 2,500 m s n m , al noroeste de la población de Milpa Alta (centro) mostrando los siguientes subhorizontes:

A ₁₁	0 - 40 cm
A ₁₂	40 - 80 cm
C ₁	80 - 140 cm
C ₂	140 - 180 cm

El color del suelo en seco varía de pardo pálido a pardo brillante amarillento, el pH en agua varía en los subhorizontes: en el A₁₁ Alcalino (8.3), A₁₂ ligeramente ácido (6.9 a 7.1), C₁ y C₂ alcalino (8.1 a 8.4), su densidad aparente varía de baja a media (0.92 a 1.19 gr/cc) y la densidad real varía de (2.03 a 2.39 gr/cc), su textura es migajón arenoso debido a el alto porcentaje de materia orgánica (54.8 a 70.8), con relación a la arcilla los porcentajes son bajos oscilando entre (1.6 y 7.6%).

El porcentaje de materia orgánica varía de medio bajo en la superficie (3.86 a 3.10%) disminuyendo al aumentar la profundidad hasta 0.41%, relacionada con la C I C T, la cual es media (22 a 28.8 meq/100 gr), el contenido de bases oscilan de bajas a medias con relación al calcio (7 a 18 meq/100 gr) y magnesio (6 a 13 meq/100 gr).

Con respecto al fósforo se obtuvieron cantidades muy bajas (0.53 a 8.31 Kg/Ha) y el alúmina se muestra alto a muy alto a través del perfil.

En el tercer bloque agrupamos a los siguientes perfiles; el 2, 4, 7 y 10.

El perfil No. 2 se colectó a 2,650 m s n m, al sur de San Pedro Actopan, presentando los siguientes subhorizontes:

A₁₁ 0 - 10 cm
 A₁₂ 10 - 100 cm
 C₁ 100 - 160 cm

El color en seco varía de pardo olivo (horizonte A) a pardo olivo brillante horizonte C.

Su pH varía de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.6 a 7.3). Su densidad aparente es media variando de (1.00 a 1.25 gr/cc).

La clase textural varía en forma indistinta presentándose dos tipos de textura: migajón arenoso y arena migajosa, el porcentaje de arena es alto oscilando entre (52 y 15.2%) al igual que la materia orgánica (0.47 a 3.51%) relacionada con la C I C T , (12.2 a 14.4 meq/100 gr).

Con respecto al contenido de base S es bajo, en relación al calcio (7 a 12 meq/100 gr) y magnesio 3 a 8 meq/100gr). En relación al contenido de fósforo se muestra medianamente alto variando de (8.36 a 34.11 Kg/Ha.

Donde los valores más altos de materia orgánica, C I C T , Calcio y magnesio corresponden a la copa de 0 - 10 cm de profundidad, los los resultados de alófono se muestran altas.

El perfil No. 4 fué colectado a 2.300 m s n m al sur del poblado de San Gregorio Atlapulca, presentando los siguientes subhorizontes:

A ₁₁	0 - 40 cm
A ₁₂	40 - 120 cm
C ₁	120 - 160 cm
C ₂	160 - 200 cm

Su color en seco varía de pardo grisáceo (subhorizonte A₁₁), pardo (subhorizonte A₁₂) y pardo amarillento subhorizonte C₁ y C₂ y su pH varía de casi neutro a alcalino (6.9 a 8.8), la densidad aparente es media (1.05 a 1.16 gr/cc) y la densidad real de (2.33 a 2.66 gr/cc).

La textura muestra variación de migajón a migajón arenoso, el porcentaje de arena es alto (57.2 a 79.6).

Con relación al porcentaje de arcilla es baja (5.2 a 13.4%), al igual que la materia orgánica (1 a 3.58%), relacionado con la C I C T (10.8 a 18 meq/100 gr).

Los contenidos de bases son bajos; calcio entre (10 y 14 meq/100 gr) y magnesio (3 a 11 meq/100 gr).

Los contenidos de fósforo son muy bajos de (2.34 a 13.42 Kg/Ha).

Los resultados obtenidos de alúfano son bajos en la superficie y altos al aumentar la profundidad.

El perfil No. 7 se colectó a 2,365 m s. n. m., al norte de la Villa de Milpa Alta, presentando los siguientes subhorizontes:

A ₁₁	0 - 50 cm
A ₁₂	50 - 120 cm
C ₁	120 - 170 cm
C ₂	170 - 200 cm

El color del suelo en seco es pardo (Subhorizonte A₁₁), pardo amarillento (A₂ y C), amarillo pardusco subhorizonte C₂.

Los valores de pH son casi neutros en la superficie (6.9 a 7.0) y tienden a ser alcalinos al aumentar la profundidad (7.2 a 7.9). La densidad aparente es media oscila entre (1.18 y 1.30 meq/100gr), la densidad real entre (2.34 y 2.65 meq/100gr) por lo tanto el porcentaje de porosidad presenta un 49.5% en la superficie y un 55% en el subhorizonte A₁₂. La clase textural corresponde a migajón arenoso debido al porcentaje alto de arena (58 a 74%), la arcilla se encuentra en un porcentaje variando de (2 a 8%) el porcentaje de materia orgánica disminuye gradualmente con la profundidad de (1.72 - 0.13%) relacionándose la C I C T la cual varía de 14 a 20 meq/100 gr y con el contenido de calcio que es bajo (12 a 5 meq/100 gr) y magnesio de (4 a 7 meq/100gr).

Con relación al fósforo es medio oscilando entre 10.53 y 21.38 Kg/Ha, los contenidos de alufano varían de bajos a altos y en una capa se detectaron trazas.

IX CONCLUSIONES

El presente estudio se realizó en la Villa de Milpa Alta D. F. en suelos derivados de cenizas volcánicas se muestrearon 10 perfiles en las costas de 2 300 y 2 700 msnm en zonas de cultivo de Opuntia sp y ca mays, excepto el perfil No. 9 donde la vegetación es de pino-en-cino.

Los suelos en general, son de color pardo oscuro correlacionados con bajos porcentajes de materia orgánica los pHs varían de ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, la textura en general es ligera debido al material de origen, el porcentaje de arena es alto y el de arcilla es bajo debido al poco intemperismo, la densidad aparente es baja característica de los Andosoles, así como el contenido de calcio y magnesio son bajos, el fósforo se encuentra con valores bajos y medios, y la característica predominante del Suborden es la presencia del alofano en contenidos muy altos.

Estos suelos son jóvenes la que solo presentan los horizontes AC poco desarrollados y con subhorizontes A₁₁, A₁₂, A₁₃, C₁ y C₂.

Por las características predominantes estos perfiles se clasifican de acuerdo al Soil Taxonomy (1975) dentro del Orden Inceptisol,

Dentro del Gran Grupo Eutrandedpt quedaron comprendidos los perfiles del 1 al 8 y 10.

Dentro del Gran Grupo Dystrandedpt quedó clasificado el perfil No. 9.

Los perfiles que se clasificaron el el Gran Grupo Eutrandedpt

se encuentra en proceso de Andosolización y aún no presentan las características del perfil típico del Orden Andisol, además por encontrarse cultivados se ha interrumpido el proceso, pero se presentan como características diferenciales; la presencia del alofano, alta porosidad, textura arenosa, pH ligeramente ácido a ligeramente alcalino (debido a la fertilización).

Según de climograma revisado correspondiente a la zona, se puede observar que se trata de un sistema homeotermo con baja oscilación de temperatura, el cambio es gradual y esto favorece el crecimiento óptimo del nopal.

Con relación a la altitud y a las propiedades del suelo como son la profundidad, la porosidad, textura, materia orgánica de los suelos, hacen que sean adecuados para dicho cultivo.

En la zona de estudio, se ha incrementado la producción del nopal para consumo como verdura, para usos en medicina, y cosmetología y para exportación, reportándose una producción de 163 515 toneladas al año.

La zona presenta problemas de retención de fósforo por la presencia del alofano esto se observó al cuantificar este elemento, es por esto que se agrega en la fertilización.

En lo referente a los contenidos de las bases para estos suelos son bajas o muy pobres principalmente por ser suelos derivados de cenizas volcánicas con bajos contenidos; de minerales potásicos y es por esto que también se agrega en la fertilización.

X RECOMENDACIONES

Realizar estudios más amplios con muestreos más intensivos, debido a la variabilidad del suelo y del cultivo.

Realizar análisis de retención fósforo en el suelo, para conocer la cantidad de fósforo disponible y los requerimientos del nopal.

Se requieren estudios de fertilidad en campo e invernadero para conocer las dosis adecuadas de nutrimentos para agregar al cultivo del nopal.

Se necesita experimentar con abonos orgánicos que puedan ser disponibles en la zona para mejorar el cultivo, cuantificar dosis y rendimiento.

Estudiar el control de las plagas que afectan principalmente al cultivo del nopal, su control químico, biológico ó integrado.

Estudiar la posibilidad de sembrar frutales para detener el suelo, en las zonas con pendientes pronunciadas y así evitar la erosión.

XI BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, H.N. 1965. Suelos de Ando, Génesis, Morfología y Clasificación. Serie de Investigaciones No. 6 E.N.A. Colegio de Post graduados, Chapingo, México. 25 pp
- Aguilera, H.N. 1969. Geographic Distribution and Characteristics of Volcanic Ash Soils in México. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. A-6
- Allende, L.R. 1968. Introducción al estudio de suelos derivados de cenizas volcánicas o de ando del volcán la Malinche. Tesis profesional. Fac. de Ciencias U.N.A.M. 10-13 pp
- Arellano, A. R. V. 1953. Estratigrafía de la Cuenca de México. Memoria del Congreso Científico Mexicano Vol. III: 172-186 pp
- Barrientos, P.F. 1964. Multiplicación Vegetativa del Nopal a partir de fracciones mínimas de una planta. Departamento de fruticultura 1978. 20 pp
- Barrientos, P.F. 1981. El Nopal (*Opuntia* sp) su mejoramiento y Utilización en México. Folleto informativo No. 270 UACH 20pp
- Becerra, R.S. 1975. Eficiencia fotosintética del Nopal (*Opuntia* sp) en relación con la orientación de sus cladodios. UACH 32-36 pp
- Bornemiza, E. y R. Pineda 1969. Minerales Amorfos y Mineralización de Nitrógeno en Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas. Panel sobre Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. B-7.
- Boul, S.W.: F.O. Holz; R.J. Mc. Craiken 1981. Génesis y Clasificación de suelos. Editorial Trillas pp 270-275.
- Bouyoucos, G.J. 1936. Direction for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method. Soils Sci. 42: 225-230 pp
- Bravo, H.H. 1978. Las Cactáceas de México. Edi. Universitaria pp 1-4 y 85-95
- CYDAGEM. 1980. Cultivo, Explotación y Aprovechamiento del Nopal. Folleto informativo No. 158 pp 29.
- Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. 1964. Hidrología de la Cuenca del Valle de México. Tomo I. Secretaría de Recursos Hidráulicos. pp 116 y 117.

- Cortés, A.L. 1966. Suelos de Ando en la República Mexicana. Soc. Méx. de la Ciencia del Suelo.
- Departamento del Distrito Federal. 1975, Monografía de Milpa Alta 8-20 pp
- Departamento del Distrito Federal. 1968, Colección Delegaciones Políticas 1968. pp 66-71
- Domínguez, R.V.I. y Aguilera H. N. 1984. Metodología de Análisis Físico-químicos de Suelos. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 34 pp
- Enciclopedia de México, 1975. Estudios Ecológicos del Volcán Popocatepetl. Edo. De México. Tesis de Biólogo. Facultad de Ciencias U.N.A. pp 63
- Fassbender, H.W. 1969. Deficiencia y Fijación del Fósforo en Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Turrialba. Costa Rica. 8-4.
- Fieldes, M. and K.W. Perrot. 1966. The nature of allopane in soils. Part III Rapid field and Laboratory test. N.Z.J. Science 9: 623-629 pp
- Foraythe, W.H., S. A. Gavande y M/ González 1969. Propiedades Físicas de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas. Panel sobre Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. 8-3
- Flores, V.C.A. y Aguirre, R.J.R. 1979. El Nopal como Forraje. Patronato de la UACH pp 11-37.
- García, C.N.E. 1970. Estudios Edafológicos de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas del Popocatepetl, Edo. de Puebla. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias U.N.A.M. pp 30-34
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köpen (Adaptación a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. U.N.A.M. pp 80-82
- García Velázquez A. 1977. Cultivo Nopal de Verdura. Chapingo, México pp 7
- Guajardo, V.R. 1967. Caracterización de algunos suelos de Ando de la Sierra Tarasca. Tesis de Maestro en Ciencias Agrícolas. Colegio de postgraduados, UACH. pp 26-28
- Granados, S. D. y Castañeda, P.A.D. 1991. El Nopal, Historia, Fisiología, Genética e Importancia Frutícula. Ed. Trillas pp 141-163

- Grajeda, G.J.E. 1978. Influencia de la poda sobre la producción intensiva del Nopal como Verdura (*Opuntia* sp) y su relación con la tasa de asimilación neta. UACH. pp 72 y 73.
- Hiroishi, S.M. del S. 1974. Estudio de Algunos perfiles de Suelos derivados de Cenizas Volcánicas de los Volcanes, Xitle, Teutil, Chichinutzin y Cerro de las Tres Cumbres. Tesis. U.N.A.M. pp 29, 30 y 34-36.
- INEGI. 1984. Carta Topográfica de Milpa Alta. Distrito Federal. Esc. 1:50 000
- INEGI. 1979. Carta Geológica de Milpa Alta. Distrito Federal Esc. 1:50 000
- INEGI. 1979. Carta Edafológica de Milpa Alta. Distrito Federal. Esc. 1:50 000
- INEGI. 1990. Atlas Climático de la Ciudad de México. Esc. 1:50 000
- INEGI. 1992. Cuaderno de Información Básica Delegacional. Esc. 1:50 000 pp 3-10 y 58- 60
- Instituto de Geografía, 1984. Atlas Geográfico de la Ciudad de México pp 300-304
- IMTA, 1990. Claves para la Taxonomía del Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. pp 325, 350-353
- Jackson, M.L. 1976. Análisis Químico de Suelos. Ed. Omega, Barcelona España. pp 97, 98, 225, 274-276, 301-303.
- López, G.J.J. 1977. Descripción y transformación del ecosistema de Opuntia streptacantha lemaire Buenavista Coah. pp 18-20
- Memoria, Centro Nacional del IMSS. 1973. Simposio sobre el desarrollo y utilización de maíces de alto valor nutritivo, Colegio de Postgraduados. UACH pp 9-17
- Memoria de Servicio Social. 1981. Explotación intensiva de nopal verde (Opuntia ficus-indica) a nivel de huerto familiar como alternativa de producción en el poblado de la compañía, Mpio. de Quecholac, Puebla. pp 15-24
- Martini, J.A. 1969. Distribución Geográfica y características de los Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de Centroamérica. Pa nel sobre Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. pp 10-12
- Mooser, F. 1961. Informe sobre la geología de la Cuenca del Valle de México y zonas colindantes. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. Oficina de estudios especiales.

- Munsell Soil Color Chart. 1954. Munsell Color Company. Ins. Baltimore, Maryland. U.S.A.
- PARFIT, R.L.; RUSSELL, M.; OR BELL, G.E. 1983. Weathering sequence of soils from volcanic ash involving allophane and halloysite, New Zealand. *Geoderma* 29: pp 41-57
- PARFIT, R. L.; SAIGUSA, M. 1985. Allophane and humus-aluminum in Spodosols and Andepts formed from the same volcanic ash beds in New Zealand. *Soil Sci* Vol. 139 (2): 149-155 pp
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México. pp 304-305.
- Rzedowski, J. y Rzedowski G. 1979. *Flora Fanerogámica del Valle de México*. Volumen I. CECGA, pp 50-51
- Schlaesfer, J.C. 1968. *Carta Geológica de México*. Serie 1:100 000. Hoja México, D. F. Instituto de Geología. U.N.A.M.
- Shimada, M.K. 1972. *Estudios de Algunos perfiles de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas y de Ando de Ajusco*. D. F. Tesis Profesional. U.N.A.M. pp 26-27
- Siemex, 1981. *Conjunto Codagem Metepec. Perspectivas, La Utilización de Nopal y Tuna*. pp 1-20
- U.S.D.A., 1975. *Agriculture Handbook, 436, Soil Taxonomy*.
- Villarreal, G.A. 1961. *El Nopal como forraje para el ganado*. pp 1-8