

Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA GENESIS DEL "TALPETATE"

Presentado por Eduardo J. Marín Castillo, en la III REUNION DE GEOLOGOS DE AMERICA CENTRAL, celebrada en San José, Costa Rica, del 15 al 20 de febrero de 1971.

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA GENESIS DEL "TALPETATE"

Por: Eduardo J. Marín Castillo *
Eliseo Ubeda González **
José Viramonté Ctero ***

R E S U M E N

Se realiza un estudio tendiente a esclarecer la génesis de un Material popularmente denominado como "Talpetate", existente en algunos suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas de la Costa del Pacífico de Nicaragua.

Se discute, desde un punto de vista geológico - pedológico, la naturaleza de este material, el cual presenta numerosos problemas para su génesis y clasificación. Asimismo, este material causa limitaciones en la utilización de estos suelos.

Se describen las características Macromorfológicas del "Talpetate", la distribución de los suelos que lo contienen; la clasificación genética de los mismos, adjuntándose perfiles representativos y análisis de caracterización de algunos de ellos.

Se realizan estudios Micromorfológicos y químicos, tendientes a esclarecer la identidad del material, describiéndose al mismo como formado en su mayor parte por vidrio basáltico, en diferentes estadios de transformación. Se señala asimismo la similitud composicional de todos los Talpetates estudiados.

En base a los diferentes estudios tanto de campo como de Laboratorio, se concluye que el "Talpetate" es un tipo de Toba mixta basáltica, la cual debido a su escasa potencia y posición en el perfil, se encuentra en diferentes grados de edafización.

* Jefe del Departamento de Suelos MAG/CATASTRO

** Jefe del Departamento de Química del Servicio Geológico Nacional

*** Petrógrafo del Servicio Geológico Nacional

C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
Introducción-----	1
Características Morfológicas del "Talpetate"-----	3
Distribución de los Suelos con "Talpetate"-----	5
Descripción Macroscópica de las Muestras-----	6
Estudio Petrográfico-----	7
Descripción Petrográfica-----	7
Estudio Químico-----	11
Conclusiones-----	13
Análisis Químicos-----	15
Pérdidas de agua (Perfil Zambrano)-----	16
Relaciones Na/K-----	17
Características Morfológicas de Algunos Suelos con Talpetate-----	18
Clasificación Taxonómica de los Suelos con "Talpetate"-----	24
Fotografías Microscópicas del "Talpetate"-----	26 y 27
Fotografías de Campo-----	28
Micromonolitos Gráficos de Algunas Series con "Talpetate"-----	29
Mapa de Distribución de los Suelos con "Talpetate"-----	30
Literatura Consultada-----	31

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA GENESIS DEL "TALPETATE"

Eduardo María, Eliseo Ubeda, José Viramonte

INTRODUCCION

El presente trabajo es un estudio preliminar, tendiente a resolver algunas características composicionales y genéticas de un material popularmente conocido con el nombre de "Talpetate". Este material existe dentro de los perfiles de numerosos suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas de la Costa Pacífica de Nicaragua.

Este material ha sido objeto de muchas especulaciones por autores de diversas disciplinas (Pedólogos, Edafólogos, Agrónomos, Geólogos, Químicos, Cristalógrafos, etc.) como los trabajos de R. Valencia (1960), N. Eikemberger (1965), Harper y Vessel (1970), Ubeda y Viramonte (1970), etc. Estos estudios han enfocado el problema desde el punto de vista de sus disciplinas, no llegándose en ningún caso a conclusiones definitivas, acerca de la génesis y composición de este material.

En el presente trabajo, se coordina el esfuerzo de Técnicos de diferentes disciplinas presentando así un enfoque integral del problema. Esto fue posible por las facilidades de laboratorio brindadas por el Servicio Geológico Nacional de Nicaragua y por el apoyo de Campo suministrado por el Programa de Catastro e Inventario de Recursos Naturales de Nicaragua, a los cuales dejamos constancia de nuestro agradecimiento.

El material conocido como "Talpetate", presenta una serie de problemas Geológico-Pedológico-Edafológicos, debido a su particular localización, relación con los materiales infra y suprayacentes, su color, textura, estructura, potencia, dureza, etc., características que en conjunto, identifican a este tipo de material.

El "Talpetate" ha sido hasta la fecha un interrogante acerca de que si es un material Geológico o un horizonte del suelo (Duripán), cosa que no ha bia podido ser aclarada, por estudios parciales del problema.

En el presente trabajo, se realizaron detallados estudios de campo, a fin de establecer sus relaciones con los demás materiales, su distribución areal, profundidad, potencias, estructura, color, compactación y demás características de campo. Basado en estos estudios se seleccionaron localidades típicas, realizándose un estudio químico-petrográfico, sobre muestras - provenientes de dichos perfiles. Asimismo, se realizaron análisis de otros materiales que, en el progreso del estudio se observó podrían estar relacionados con el "Talpetate", lo cual fue confirmado posteriormente. Estas diversas técnicas aplicadas, demostraron ser las mejores vías para llegar a una aproximación a la solución de este problema.

CARACTERÍSTICAS Y CENÓLOGICAS DEL "TALPETATE"

Los suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas se distribuyen por toda la región costanera del Pacífico de Nicaragua, comprendidos dentro de la Formación Geológica de "Las Sierras" del Cuaternario Volcánico Reciente.

Algunos de estos suelos se caracterizan por presentar dentro de su perfil un material denominado popularmente con el nombre de "Talpetate", material que será definido posteriormente contribuyendo así a esclarecer su origen y clasificación.

El "Talpetate" desde el punto de vista macro-morfológico es un material bastante liviano y de dureza variable de acuerdo al estado de alteración en que se encuentre.

Su color es bastante variable, pues se encuentran desde pardo amarillento claro (10YR 6/4), hasta pardo grisáceo claro (2.5Y 6/2)*, generalmente presentan abundantes puntuaciones de color amarillento y rojizo. Cuando suceden enriquecimientos de óxidos de hierro, el color del Talpetate se torna más rojizo, principalmente entre las paredes de las ranuras verticales, ocasionadas por las fracturas del material.

La disposición como se encuentra dentro del perfil, es en forma de estratos que se localizan a mediana profundidad, corrientemente entre los 20 y 70 centímetros de la superficie. Generalmente este estrato se presenta en forma discontinua y fuertemente fracturado, y en muy raros casos en forma continua. La potencia del estrato es también variable, en los casos más frecuentes es de 30 a 60 centímetros de espesor, aunque en algunos casos la potencia llega a alcanzar más de un metro de espesor. El estrato de Talpetate generalmente acompaña paralelamente las ondulaciones del terreno.

* Tabla de colores de Munsell

El clima monzónico de la Costa del Pacífico de Nicaragua y el brusco - contraste que existe entre unos seis meses secos y unos seis meses húmedos, ocasiona una fuerte compactación del suelo durante la estación seca, mientras que en la húmeda el material se ablanda por el humedecimiento, produciéndose pequeños cambios en el volumen que causan resquebrajamiento y percolación del material yacente sobre el estrato de Talpetate.

En los suelos que se hayan ocupando posiciones fisiográficas de terrazas aluviales, marinas o lacustres, el Talpetate se encuentra descansando - directamente sobre un suelo enterrado, en cambio en los suelos que se localizan en las Sierras de Managua y sus estribaciones y Meseta de Carazo, el Talpetate se encuentra descansando sobre diversos materiales piroclásticos.

El Talpetate desde el punto de vista Edafológico se ha considerado como un Hardpan aunque en algunos casos en la parte superior del mismo se han notado indicios de la formación de un Duripán, principalmente en los dos - primeros centímetros. (Vessel y Harper, comunicación verbal).

Desde el punto de vista agronómico, cuando el Talpetate se localiza a poca profundidad y en forma continua, presenta un serio problema para el desarrollo de los cultivos, ya que limita seriamente la profundidad efectiva del suelo.

DISTRIBUCION DE LOS SUELOS CON "TALPETATE"

En la región costanera del Pacífico de Nicaragua, que es donde se distribuyen los suelos desarrollados de cenizas volcánicas, se identificaron durante el Levantamiento Detallado de Suelos efectuados por el Departamento de Suelos del Ministerio de Agricultura integrado al Programa de Catastro e Inventario de Recursos Naturales, 119 Series de Suelos y Tierras Misceláneas que cubren una superficie aproximada de 16,000 kilómetros cuadrados.

Los suelos con Talpetate comprenden 20 series de suelos que cubren una superficie aproximada de 2,400 kilómetros cuadrados y se distribuyen en la zona central de la región del Pacífico, entre la zona de influencia de los volcanes de la Península de Chiltepe y el Volcán Mombacho, los cuales limitan un eje de 65 kilómetros de longitud de dirección N.W. a S.E.; un poco al sur del centro de este eje se localiza el complejo volcánico de Masaya que probablemente también fueron los responsables de la formación de este material.

Es importante observar que entre el eje antes mencionado y la Punta Huete en la costa norte del Lago de Managua, se encuentran suelos con Talpetate pero asociados con Vertisoles y suelos Hidromorfos en los cuales la potencia del estrato de Talpetate es sumamente débil, de tal forma que en los suelos sometidos a menegos intensivos, ha sido destruido y sacado a la superficie por la acción de los arados.

La distribución más uniforme y más representativa de los suelos con Talpetate se localiza entre las perpendiculares del eje formado por los volcanes antes mencionados y el Océano Pacífico. En estos suelos la potencia del estrato de Talpetate varía entre los 0.30 y 1.00 Mt. (Ver mapa de distribución).

DESCRIPCION MACROSCOPICA DE LAS MUESTRAS

Material elástico, con variaciones granulométricas fuertes, medianamente compactado, con frecuentes microestratos y estructuras nodulares. Colores que varían desde gris a amarillo pasando por rojo oscuro y pardo rojizo (en seco) frecuentemente aparecen fósiles vegetales (gramíneas) como así también cavidades de viejas raíces generalmente rellenas con material edafizado, y en algunas existen raíces bien conservadas.

En ciertos casos el Talpetate presenta estratificación bien marcada y en otros, aparecen en forma masiva, como así también dentro de una misma unidad aparecen partes masivas y partes estratificadas.

Con agua, el material es débilmente plástico y en ciertos casos llegan a medianamente plásticos, y en seco el material es generalmente duro.

Las potencias del Talpetate, son variables oscilando desde escasos centímetros hasta 60 cm. aprox. llegando en ciertos casos hasta 1 mt. como máximo. El contacto con los materiales suprayacentes o infrayacentes es neto en todos los casos estudiados, existiendo aparentemente una discordancia paralela entre ellos. En ciertos perfiles, aparecen 2 y hasta 5 horizontes de Talpetate intercalados con diversos materiales.

En algunos horizontes, el "Talpetate" aparece discontinuo mostrando un nivel formado por trozos dispersos de Talpetate algunas veces redondeados.

Asimismo, en algunos perfiles aparecen trozos y nódulos de diferentes tamaños dispersos a través de todo el perfil.

Las estructuras nodulares son muy comunes, existiendo horizontes que prácticamente están formados por ellos, los cuales oscilan entre 0.5 cm. a 2 cm. de ϕ , pudiéndose sacar fácilmente ya que siempre presentan disyunción esferoidal. En otros casos, los nódulos, están dispersos en la masa del Talpetate, existiendo relaciones variables entre nódulos y matriz.

La observación de numerosos perfiles, revela que estos son variables en cuanto a la disposición, color, potencia y número de horizontes de Talpetate, pero no obstante ello, siempre mantiene características generales que lo definen o reconocen fácilmente.

ESTUDIO PETROGRÁFICO:

Se realizaron secciones delgadas de diferentes muestras de Talpetate, correspondientes a diversos perfiles estudiados. Para dicho efecto se utilizaron técnicas especiales de cementación, desarrolladas por uno de los autores, un microscopio Petrográfico, (Zeiss) (Standard Pol) una lupa binocular, como así también métodos de inmersión con líquidos de índices de refracción conocidos.

Las diversas muestras estudiadas mostraron algunas variaciones tanto composicionales como texturales, pero en ningún caso estas diferencias fueron suficientemente radicales como para clasificar a estos materiales como diferentes.

Estas variaciones, en general son texturales, afectando muy poco al aspecto composicional. Es por ello, que se pudieron determinar, ciertas características particulares, de este material llamado "Talpetate", lo cual permitió definirlo desde el punto de vista descriptivo.

Por esta razón en este estudio no se incluyen las descripciones particulares de cada muestra sino que se realiza una descripción general de los rasgos que caracterizan a este material.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA:

El "Talpetate" está constituido fundamentalmente por partículas de vidrio basáltico, trozos de plagioclasas, fragmentos líticos basálticos, escasos piroxenos y minerales opacos.

Las proporciones de estos materiales son variables, pero como promedio aproximado se pueden dar las siguientes:

COMPONENTES ESENCIALES:

Fragmentos de vidrio: (10%) fragmentos basálticos: (20%) Plagioclasas: (15%), Matriz (Partículas de vidrio y cemento) (50%).

COMPONENTES ACCESORIOS:

Firoxenos: (2%)
Opacos : (3%)

Los fragmentos de vidrio, que pueden variar entre 1.5 cm. a 0.2 cm. de ϕ , aparecen frecuentemente con estructura vesicular, con gran cantidad de burbujas incluidas en su masa. Este material, onnipresente en el Talpetate, presenta ciertas características las cuales confieren algunas de las particularidades definitivas del Talpetate. El vidrio, tanto el de los fragmentos mayores como el que constituye la matriz, puede aparecer fresco o en todos los grados de transformación pseudomórfica a plágocita o incluso, rebasar esta transformación para comenzar a dispersarse y formar materiales arcillosos.

Esta transformación, se ha podido observar en todos los pasos de su evolución, y comienza desde los bordes hacia el centro, dejando a su paso una serie de anillos concéntricos, observándose a veces relictos del material original en el centro de los fragmentos en transformación.

El vidrio en su estado fresco, es de color verde grisáceo, con un índice de refracción de Nd. 1.58 aproximadamente, lo cual lo caracteriza como de tipo basáltico (básico). La plágocita presenta índices de refracción variables, pero en todos los casos es menor que el índice del Báltico.

A este fenómeno de alteración, se deben los diferentes colores del "Talpetate", ya que la palagonita presenta colores rojo oscuro y anaranjados, y una vez que comienza su dispersión y alteración, adopta colores amarillentos.

Como es fácil de comprender las variaciones de color del "Talpetate" se debe a este particular fenómeno, correspondiendo los colores grises a los estados iniciales de la transformación, los rojos claros a un estado más avanzado, los rojos oscuros a la culminación del proceso y los amarillentos a los estadios posteriores de la alteración. Aparentemente, y esto requiere mayor estudio y análisis, en este proceso de transformación existe una pérdida por disolución de sílice la cual se redeposita en los intersticios de la matriz y sería la responsable de la cementación y dureza que presentan estos materiales. Con gran aumento se pueden observar intersticios rellenos por un material isotropo de bajo índice (opal?).

En este proceso existe una hidratación del vidrio y una pérdida de sílice, con el consecuente enriquecimiento residual en R_2O_3 . La Flagiclasa, se presenta en trozos o como cristales cuadrados, variando sus proporciones en términos amplios. En general, la composición es de tipo andesítico ($Ab_{60} An_{40}$) pero puede llegar a ser tan básica como bytownita. ($Ab_{20} An_{80}$).

Frecuentemente, este mineral aparece con fuerte zonamiento y con marcas posisintética y de tipo Carlsbad.

Los fragmento líticos en general de tipo basáltico, se presentan con diversas estructuras y texturas (porfídicas, vesiculares, escoriáceas, etc.) y los tamaños varían fuertemente (entre 2.5 cm. a .2 cm. de diámetros), como así también sus grados de alteración.

Los Firoxenos, (en general augíticos) aparecen algunas veces y otras no están presentes, pero cuando lo hacen presentan buen estado de conservación.

Estos materiales a nuestro entender, forman el "Esqueleto" del material no interviniendo casi en el proceso evolutivo del Talpetate. La textura es sumamente variable, incluso en una misma unidad. Estos cambios, son en general en el aspecto granulométrico ya que los bloques, fragmentos y cristales que forman el esqueleto del material pueden variar dentro de amplios márgenes. Pero existe un tipo de estructura que le es muy particular y que aparecen frecuentemente y es la de tipo nodular. Estos nódulos, que desgraciadamente no han podido ser estudiados a fondo, presentan típicas características de "Pelletización" o agregación concéntrica alrededor de fragmentos mayores.

Estos nódulos, a nuestro juicio de desarrollo epigenético aparecen con un tamaño variable llegando los más desarrollados a 2 cms. de diámetro. La estructura es netamente concéntrica y desarrollada en general sobre un núcleo clástico que puede ser un fragmento lítico o un trozo de vidrio. Los nódulos, presentan exfoliación concéntrica y en algunas muestras aparecen fracturados y quebrados posiblemente por un proceso posterior. Sobre estos nódulos, no se ha podido realizar un estudio completo el cual quedará para un análisis posterior, ya que esta es una característica de los materiales estudiados, pero parecen ser una fase del proceso de transformación del Talpetate.

La estructura de una unidad de Talpetate, como ya dijimos anteriormente puede ser estratificada o masiva. En algunos casos existen microestratos y se aprecia microscópicamente una lineación en sus componentes clásticos mayores.

La matriz del material está formada por una trama de pequeñas partículas de vidrio basáltico que como los fragmentos mayores están afectados por el proceso de transformación apalagóita. En la matriz aparece muchas

veces pequeños trozos de plagioclasa, cristales de opacos (magnetita?) y un material turbio que no se resuelve al microscopio y que posiblemente puede ser arcilla?. El vidrio de la matriz, se transforma más rápidamente por su tamaño menor que el de los fragmentos vítreos mayores, y es común observar el vidrio de la matriz de color amarillento mientras que los trozos mayores de vidrio son de colores rojo oscuro. De todo lo expuesto anteriormente se concluye que el "Talpetate" petrográficamente es una toba mixta de Palagonita y representa los diversos estudios de alteración de una toba mixta basáltica original.

ESTUDIO QUIMICO:

Para realizar este tipo de estudio se seleccionaron dos perfiles representativos, uno de los cuales presenta el Talpetate suprayacente a una toba de composición similar al Talpetate (Perfil localizado entre Zambrano y Cofradías) y otro donde el Talpetate se encuentra descansando directamente sobre un suelo enterrado (Perfil de los Cedros).

Se realizaron en estos perfiles análisis químicos totales para observar el comportamiento del Talpetate con relación a los otros materiales constituyentes del perfil. Los análisis químicos, revelan primeramente que los diferentes "Tipos" de Talpetate son químicamente similares, variando su composición global en términos estrechos. Además, caracterizan a este material como derivado de materiales de composición básica lo cual confirma las observaciones petrográficas antes mencionadas.

Tanto de los análisis químicos como de las relaciones SiO_2/R_2O_3 del Talpetate, toba inalterada y vidrio transformado a Palagonita, se desprende que este último es el que ha sufrido un mayor grado de desilicificación, estando el Talpetate afectado en menor grado por este proceso. Si se considera que el Talpetate está formado por más del 60% de vidrio transformado

a Palagonita, tanto el % de SiO_2 como la relación $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$, sería aparentemente mucho más alta de lo que cabría esperar. Este fenómeno, da cabida a la interpretación de que parte de la sílice perdida por el vidrio, ha quedado oculta dentro del esqueleto del material en forma de cemento (Opalo?), y sería la causa de la dureza de éste. De las relaciones Na/K de los materiales de Zambrano-Cofradías, se puede observar que existe una variación desde el tope a la base la cual encaja perfectamente en un diagrama de lixiviación de álcalis en climas tropicales con estación seca. El mismo grado de variación puede observarse en el perfil de los Cedros, el cual se interpreta como formado por dos unidades depositadas en períodos diferentes, pero que han seguido una evolución similar.

La relación anormalmente alta que se observa en la base de la unidad superior, parece explicarse por la presencia de suelos ricos en álcalis en la superficie del perfil, los cuales habría enriquecido al Talpetate, por lixiviación.

Todos estos procesos descritos anteriormente, llevan consecuentemente a un enriquecimiento residual de los R_2O_3 y a una disminución de la sílice y álcalis, como fácilmente se observa en los análisis y las relaciones adjuntas. Asimismo, se pudo verificar, que el grado de hidratación del vidrio, llega su máximo cuando éste se halla totalmente transformado en Palagonita.

CONCLUSIONES:

De todas las consideraciones antes señaladas se pueden sacar algunas conclusiones de interés para esclarecer el problema de la clasificación y génesis del Talpetate.

De los muchos análisis químico-petrográficos realizados se puede afirmar, que existe una uniformidad notable en la composición mineralógica y química de los Talpetates, por lo cual, se concluye que no existen "diferentes variedades del mismo, sino solamente diferentes estadios de evolución de un material común. Por lo tanto, se puede abarcar a todos estos materiales con la clasificación de Toba Mixta Falagónica, derivada de la transformación de una Toba Mixta Basáltica original.

Del estudio de campo y de las consideraciones petrográficas, se puede concluir que la génesis de estos materiales ha sido realizada por acumulación de piroclastos básicos de proyección aérea ricos en partículas de vidrio, en ambientes subaéreos o accidentalmente en ambientes ácuos de poca profundidad, con escasa o nula contaminación de materiales terrígenos.

Existe una similitud entre el Talpetate y algunos tipos de tobas pertenecientes a la "Formación Las Sierras", salvo que éstas no presentan mayor alteración. Esta similitud, induce a pensar la existencia de un origen similar para ambos materiales.

El Talpetate, es casi siempre un material discordante dentro del perfil, aunque en los casos en que este se encuentra descansando sobre tobas, existe una similitud composicional y una transición química entre ellos posiblemente derivada de esa misma similitud.

La particular evolución que presenta el Talpetate, es interpretada como debido a la poca potencia que presenta a su estructura, textura, composición y cercanía a la superficie lo cual permite una fácil alteración de este material.

Todas las características de este material, parecen señalar que éste ha sido originado por piroclastos derivados de erupciones volcánicas poco violentas, cosa característica de volcanes de composición básica. Aparentemente, y a saber por la uniformidad de la composición, su particular distribución, limitada a un área relativamente pequeña, y a la presencia de varios horizontes de Talpetate a lo largo de los perfiles, hace pensar en que estos materiales han sido derivados de un mismo foco eruptivo o de un mismo complejo volcánico de igual composición.

La distribución areal del Talpetate, y su variación de espesor a lo largo de un eje de dirección SW-NE, es interpretada como derivada de la acción de los vientos predominantes de la región los cuales soplan de NE a SW, por lo cual, los espesores son mayores al SW del eje volcánico Chiltepec-Kombacho. Por último, desde el punto de vista químico, se puede concluir, que el Talpetate es una roca afectada por un incipiente y particular proceso de laterización, el cual enriquece residualmente al material en R2O3.

Por todas estas consideraciones precedente creemos que se ha contribuido a dilucidar en parte algunos de los interrogantes que el Talpetate ha planteado a lo largo de muchos años.

ANÁLISIS QUÍMICOS

	A	B	C	D	V	1	2	3	4
SiO ₂	42.00	42.50	44.25	50.50	29.56	44.62	45.25	44.40	46.7
Al ₂ O ₃	22.50	22.00	19.25	17.50	28.92	23.48	26.12	25.24	26.1
Fe ₂ O ₃	12.17	12.61	9.75	3.80	13.57	13.96	13.87	13.90	13.8
FeO	2.32	1.52	4.01	7.84	2.06	--	--	--	--
MnO	0.25	0.30	0.20	0.06	0.02	0.22	0.33	0.23	0.2
MgO	2.80	2.40	2.90	3.80	1.70	1.12	1.40	1.68	1.4
CaO	3.08	2.52	5.46	6.72	0.98	3.29	1.83	2.36	2.0
N ₂ O	0.94	0.67	1.48	2.49	0.15	0.60	1.13	0.40	0.3
K ₂ O	0.74	0.46	0.95	1.33	0.24	0.54	0.38	0.34	0.2
TiO ₂	1.50	1.40	1.30	1.05	1.50	1.26	1.54	1.50	1.5
P ₂ O ₅	0.15	0.25	0.14	0.14	0.24	0.21	0.25	0.35	0.2
H ₂ O	8.61	9.50	5.38	1.97	14.56	6.07	6.70	6.53	6.7
TOTAL	100.48	100.45	97.71	98.02	99.85	100.04	100.20	100.13	100.8

Referencias:

- A: Talpetate (Zambrano y Cofradía)
- B: Toba muy alterada (Zambrano y Cofradía)
- C: Toba medianamente alterada (Zambrano y Cofradía)
- D: Toba inalterada (Zambrano y Cofradía)
- V: Vidrio totalmente transformado a Palagonita
- 1: Talpetate parte de arriba Los Cedros (Unidad Superior)
- 2: Talpetate parte del medio superior Los Cedros (Unidad Superior)
- 3: Talpetate parte del medio inferior Los Cedros (Unidad Inferior)
- 4: Talpetate parte de abajo Los Cedros (Unidad Inferior)

PERFIL ZAMBRANO COFRADIA

Pérdidas de agua

	% 100°C	% 450°C	% 650°C	% 950°C H ₂ O	+(Total)
A	8.07	7.20	.73	.68	8.61
B	6.40	7.45	1.14	.91	9.50
C	4.06	4.43	.55	.40	5.38
D	1.70	1.46	.29	.22	1.07
Vidrio Alt.	10.96	12.13	1.84	1.59	14.56

Referencias:

- No. A = Talpetate (Zambrano y Cofradía)
 No. B = Toba muy alterada (Zambrano y Cofradía)
 No. C = Toba medianamente alterada (Zambrano y Cofradía)
 No. D = Toba Inalterada (Zambrano y Cofradía)
 No. V = Vidrio Transformado a Palagonita

RELACIONES Na/K

Muestra No.	A	B	C	D	V	1	2	3	4
Relación Na/K	1.27	1.45	1.55	1.87	0.62	1.11	2.97	1.17	1.21

RELACIONES $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$

Muestra No.	A	B	C	D	V	1	2	3	4
Relación $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$	1.08	1.13	1.27	1.63	0.66	1.15	1.09	1.09	1.13

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE ALGUNOS SUELOS CON TALPETATE

(Ver Mapa de Localización)

Para los fines del presente trabajo, fueron estudiados en detalle el Talpetate de las siguientes series de Suelos: Masaya, Masatepe, Los Cedros y Zambrano.

Serie	MASAYA
No. del Perfil.....	93
Clasificación del Suelo	Typic Durandcept
Descripción	E. Segueira - W.G. Harper
Material Criginario	Ceniza Volcánica
Clase de Drenaje	Bueno
Ubicación	Hoja topográfica Masaya, abscisas 99 y ordenadas 24.9
Altitud.....	200 a 240 metros s.n.m.
Relieve	Flano a casi plano
Zona de Vida	Ecosque Subtropical húmedo, transición a Subtropical cálido

PERFIL REPRESENTATIVO

Masaya franco, casi plano en pasto natural.

A ₁₁	0 - 17	cms.	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) y pardo amarillento (10YR 5/4) en seco; franco; bloques subangulares, finos moderados; ligeramente duro, friable, ligeramente plástico y ligeramente adherente; abundantes raíces muy finas; muchos poros intersticiales finos y muy finos; abundante actividad biológica; pH 6.6; límite claro y uniforme.
A ₁₂	17 - 36	cms.	Pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10YR-2.5/2) y pardo a pardo oscuro (10YR 4/3) en seco; franco arenoso fino a franco; bloques subangulares medios y finos, débiles; suave, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; abundantes raíces muy finas; muchos poros intersticiales muy finos; actividad biológica moderada; pH 6.9; límite claro y uniforme.
A ₃	36 - 56	cms.	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) y pardo amarillento (10YR-5/4) en seco; franco a franco limoso; bloques subangulares, medios y finos, débiles; suave, muy friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; abundantes raíces muy finas; muchos poros intersticiales muy finos; moderada actividad biológica; pH 6.8; límite claro y uniforme.

- B₁₁ 56 - 77 cms. Pardo oscuro (7.5YR 3/2) y amarillo pardusco (10YR-6/6) en seco; franco a franco limoso; bloques subangulares, medios, moderados; ligeramente duro, friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; moderada cantidad de raíces muy finas; muchos poros intersticiales muy finos; poca actividad biológica; pH 6.9; límite claro y uniforme.
- B₁₂ 77 - 90 cms. Pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) y amarillo (10YR 8/8) en seco; franco a franco limoso; bloques subangulares medios y finos; moderadamente fuertes; ligeramente duro, friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; moderada cantidad de raíces muy finas; muchos poros intersticiales muy finos; no hay actividad biológica; pH 6.9; límite abrupto y uniforme.
- IIC 90 - 102 cms. Rojo (2.5YR 4/8) y pardo fuerte (7.5YR 5/8) en seco; Talpetate (duripán), masivo, muy duro, muy firme; límite abrupto y uniforme.
- IIIA 102 - 120 a + Pardo oscuro (7.5YR 3/2) y pardo amarillento (10YR-5/4) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares, medios y finos, moderadamente fuertes; ligeramente duro; friable; plástico y adhesivo; muy pocas raíces finas; poros intersticiales muy finos; pH 6.9.

Serie.....	MASATEPE
No. del Perfil	94 S
Descripción	E. Marín, P. Romero, E. Secueira
Material Originario	Ceniza Volcánica
Clase de Drenaje	Bien drenado
Ubicación	H. T. : Masaya
Altitud	500 a 700 Metros
Relieve	Plano a ligeramente ondulado
Zona de Vida	Bosque Tropical Premontano Húmedo

PERFIL REPRESENTATIVO

Masatepe franco limoso, plano en cultivo en café.

- Alp C - 9 cms. Pardo muy oscuro (10YR 2/2) y pardo (10YR 5/3); franco; migajoso fino y muy fino; fuerte; suave, muy friable, ligeramente plástico y ligeramente adherente; abundantes raíces finas y muy finas, muchos poros intersticiales finos; abundante actividad biológica; pH 6.6; límite claro y uniforme.

A ₁₂	9 - 26	cms.	Fardo muy oscuro (10YR 2/2) y pardo oscuro (10YR 3/3); franco con gravas finas; bloques subangulares medios y finos, débiles y bloquitos masivos; suave, muy friable, no plástico y no adherente; abundantes raíces muy finas; muchos poros intersticiales muy finos; abundante actividad biológica; pH 6.7; límite claro y uniforme.
C ₁	26 - 50	cms.	Fardo oscuro (7.5YR 5/2) y pardo a pardo oscuro - (10YR 4/3); franco arenoso; bloques subangulares medios y finos, fuerte con inclusiones de masivo; ligeramente duro, friable, no plástico, ligeramente adherente, abundantes raíces medias, finas y muy finas; frecuentes poros tubulares finos y muy finos; moderada actividad biológica; pH 6.8; límite claro y uniforme.
C ₂	50 - 69	cms.	Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) y pardo amarillento (10YR 5/6); franco limoso; bloques subangulares medios y gruesos, fuertes; ligeramente adherente; moderada cantidad de raíces finas y muy finas; frecuentes poros tubulares finos y muy finos; moderada actividad biológica; pH 7.0; límite abrupto y uniforme.
IIIC _{3m}	69 - 74	cms.	Pardo grisáceo oscuro (2.5Y 4/2); Talpetate extremadamente firme, extremadamente duro y fuertemente cementado; poco permeable al agua, impide el pase de raíces, logrando penetrar éstas por grietas ocasionales.
IIIC _{4m}	74-80-92	cms.	Amarillo rojizo (7.5YR 5/8); Talpetate extremadamente firme, extremadamente duro, fuertemente cementado; masivo; poco permeable al agua, impide el pase de raíces, logrando penetrar éstas por grietas ocasionales.
IIIC _{5m}	80/92-100	cms.	Fardo amarillento (10YR 4/8), Talpetate débilmente cementado con puntuaciones rojas (2.5YR 4/8); masivo; impide el pase de raíces excepto en grietas ocasionales.
IVC _{6m}	100 - 136	cms.	Fardo amarillento oscuro (10YR 4/4) con frecuentes puntuaciones finas de amarillo pardusco (10YR 6/8); Talpetate débilmente cementado; masivo; impide el pase de raíces excepto en grietas ocasionales.
VC ₇	136 - 150	cms.	Pardo amarillento oscuro (10YR 3/4); franco, masivo; ligeramente duro, friable, ligeramente plástico, ligeramente adherente; pocas raíces finas; muchos poros intersticiales muy finos.

SERIE	LOS CEDROS
No. del Perfil	20 S
Clasificación del Suelo	Durandept Típico
Descripción	F. Romero, E. Secueira
Material Originario	Ceniza volcánica y sedimentos aluviales
Clase de drenaje	Óptimo
Ubicación	H.T.: Managua
	Cs. : 57.6 - 33.4
Altitud	80 a 100 metros
Relieve	Bosque subtropical húmedo, transición muy seca

PERFIL REPRESENTATIVO

Los Cedros franco, plano, con pasto bajo riego.

A ₁₁	0 - 27	cms.	Fardo muy oscuro (1CYR 2/2) en húmedo y pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo muy oscuro - (1CYR 3.5/2) en seco; franco; masivo; duro, friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; muchas raíces muy finas, pocos poros intersticiales finos, abundante actividad biológica; pH 6.8; límite abrupto y uniforme.
A ₁₂	27 - 38	cms.	Fardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro, (1OYR 2.5/2) en húmedo y pardo oscuro a pardo (1CYR 3.5/3) en seco; franco; bloques subangulares finos, débiles; ligeramente plástico y ligeramente adherente; muchas raíces finas; muchos poros intersticiales finos; abundante actividad biológica; pH 7.1; límite abrupto y uniforme.
II _{Cm}	38 - 54 ^{1/}		Talpetate fragmentado (duripán)
III _A	54 - 66	cms.	Fardo amarillento oscuro (1OYR 4/4) en húmedo y pardo amarillento (1CYR 5/6F en seco; franco; bloques subangulares, finos y muy finos, débiles; ligeramente duro, friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; muchas raíces finas; muchos poros intersticiales, moderada actividad biológica; pH 7.1; límite abrupto y ondulado.

1/ Leve restricción al paso de las raíces; los colores en seco van de 1OYR 5/8 (pardo amarillento) a 7.5YR 3/3 (pardo rojizo oscuro). Los intersticios se encuentran con suelo del horizonte superior, con abundantes raíces y muy poroso.

IIIIC	66 - 77	cms.	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) en húmedo con puntaciones blancas, amarillentas y grisáceas; masivo y débilmente cementado y fragmentado en algunos sitios; muy poca actividad biológica; límite abrupto y ondulado.
IVB ₂	77 - 110	cms.	Pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo y pardo amarillento a amarillo pardusco (10YR 5.5/6) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares, medios, finos; duro, firme, plástico y adhesivo; pocas raíces finas; pocos poros finos; moderada actividad biológica; pH 7.1; límite abrupto y uniforme.
IVB ₃	110 - 120	cms.	Pardo a pardo oscuro, a pardo amarillento oscuro - (10YR 4/3.5) en húmedo y pardo pálido (10YR 6/3) - en seco; franco arcilloso; masivo a bloques subangulares, finos y medios, débiles; duro, firme, - plástico y adhesivo; pocas raíces finas; pocos poros intersticiales; poca actividad biológica; pH 7.2.

Serie	SAMBRAO
No. del Perfil	121
Clasificación del Suelo	Typic Durustoll
Descripción	W. G. Harper
Material Originario	Ceniza Volcánica
Clase de Drenaje	Buena
Ubicación	Hoja topográfica "Las Mercedes" entre abscisa 88.6 y ordenadas 40.3
Altitud	80 metros s.n.m.
Relieve	Casi plano a fuertemente ondulado (1.5 - 30%)
Zona de Vida	Bosque Tropical Seco

PERFIL REPRESENTATIVO

Sambrao, franco arcilloso a arcilloso casi plano, en cultivo de yuca.

A P	C - 8	cms.	Pardo muy oscuro (10YR 2/2) y pardo oscuro (10YR-3/3) en seco; franco arcilloso a arcilloso; bloques subangulares finos, moderados y granular fino fuerte; duro, friable, plástico y adherente; abundantes raíces finas y muy finas; muchos poros tubulares intersticiales finos y muy finos; pH 6.4; límite abrupto y uniforme.
--------	-------	------	--

A ₁₂	8 - 17	cms.	Pardo muy oscuro (10YR 2/2) y pardo oscuro (10YR-3/3) en seco; franco arcilloso a arcilloso; bloques subangulares medios y finos, fuertes; muy duro, firme, muy plástico y adherente; abundantes raíces finas y muy finas; abundantes poros intersticiales finos y muy finos; pH 6.5; límite claro y uniforme.
B ₂₁	17 - 30	cms.	Pardo muy oscuro (10YR 2/2) y pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en seco; arcilloso; bloques subangulares medios y finos, moderados; muy duro, muy firme, muy adherente y muy plástico; pocas raíces finas y muy finas; muy pocos poros tubulares finos y muy finos; pH 6.1; límite claro y uniforme.
B ₂₂	30 - 38	cms.	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/2) y pardo rojizo oscuro (5YR 3/3) en seco; arcilloso; bloques subangulares, medios y finos, moderados a débiles; muy duro, firme, adherente y muy plástico; muy pocos poros tubulares finos y muy finos; pH 5.6; límite abrupto y ondulado.
B _{m1}	38 - 46	cms.	Pardo (10YR 4/3) y pardo claro (10YR 6/3) en seco; duripán (talpatate), muy duro a extremadamente duro, muy firme a extremadamente firme en húmedo y en mojado; sin raíces; muchos poros tubulares e intersticiales muy finos y discontinuos; permeabilidad moderada a lenta; límite abrupto y ondulado.
B _{m2}	46 - 56	cms.	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo; franco; mezcla de suelo con fragmentos de duripán gruesos a medianos y subangulares muy finos. El material del suelo es masivo, duro en seco, friable en húmedo, adherente y plástico; pocas raíces finas y muy finas; muchos poros intersticiales muy finos; límite abrupto y ondulado.
B ₃ B ₅	56 - 74	cms.	Pardo rojizo oscuro (5YR 4/4) y rojo amarillento (5YR 5/6) en seco; duripán (talpatate), masivo - que al quebrarse forma bloques angulares; muy duro a extremadamente duro en seco; muy firme a extremadamente firme en húmedo; muy pocos poros tubulares e intersticiales finos y muy finos; permeabilidad moderadamente lenta. Este horizonte es continuo pero presenta fisuras verticales, pocas a frecuentes; límite abrupto y ondulado.
IIC	74 - 90	cms.	Pardo grisáceo muy oscuro (2.5Y 3/3) en húmedo; arcilloso; masivo; duro, friable, adherente y plástico; pocas raíces muy finas; permeabilidad muy lenta; pH 5.5; límite abrupto y uniforme.

- IIIC 90 - 115 cms. Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; arcilloso, masivo; duro, friable, muy adherente, muy plástico; muy pocas raíces muy finas; muchos poros intersticiales finos; permeabilidad moderada; pH 5.8; límite abrupto y uniforme.
- R 115 a + cms. Pardo grisáceo muy oscuro (2.5YR 3/2) en húmedo; toba extremadamente dura de permeabilidad muy lenta.

CLASIFICACION DE LOS SUELOS CON TALPETATE

Las series de suelos que presentan Talpetate, fueron clasificadas de acuerdo al Sistema Americano de Clasificación (Séptima aproximación) de 1960 y los suplementos de Marzo de 1967 y Mayo de 1970.

ORDER	SUBORDER	GREAT GROUP	SUBGROUP	FAMILY*	SERIES
INCEFTISOLA	ANDEPT	DURANDEPT	Typic	Ashy	Los Cedros (CD)
			Durandept:		
			Typic	Ashy	El Guanacaste (EG)
			Durandept:		
			Typic	Medial	Ruiste (HT)
			Durandept:		
			Typic	Ashy	La Granadilla (LG)
			Durandept:		
			Typic	Ashy	San Marcos (MC)
			Durandept:		
			Typic	Ashy	Montelimar (MN)
			Durandept:		
			Typic	Ashy	Masatepe (MS)
			Durandept:		
Typic	Ashy	Masaya (MY)			
Durandept:					
Typic	Ashy	Facaya (FY)			
Durandept:					
Typic	Ashy	Santo Domingo (SD)			
Durandept:					
Typic	Ashy,	San Lorenzo (SZ)			
Durandept:	over clay:				
Entic	Ashy	Cofradías (CF)			
Durandept:					

* Todas las series son Isohipotérmicas.

ORDER	SUBORDER	GREAT GROUP	SUBGROUP	FAMILY*	SERIES
MOLLISOL	USTOLL	ARGIUSTOLL	Typic	Fine,	Chiltepe (CL)
			Argiustoll	montmorillonitic	
			Duric	Fine,	Bella Cruz (BC)
			Argiustoll	montmorillonitic	
			Duric	Fine,	San Luis (SL)
			Argiustoll	montmorillonitic	
		DURUSTOLL	Typic	Fine,	Diriamba (DI)
			Durustoll	montmorillonitic	
			Typic	Fine	Astrano (ZA)
			Durustoll		
		HAPLUSTOLL	Duric	Fine Loamy,	Nejapa (NJ)
			Haplustoll	montmorillonitic	
			Duric	Fine,	Sinaloa (SA)
			Haplustoll	montmorillonitic	
			Vertic	Fine,	Chilamatillo (C)
			Haplustoll	montmorillonitic	

* Todas las series son Isohipotérmicas.