

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



TAXONOMIA DE SUELOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIOLOGO

PRESENTA

Jorge Enrique Gama Castro

México, D. F.

1 9 8 5



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

| | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| I. Desarrollo Histórico de la Clasificación de Suelos | 1 |
| 1. Introducción | 2 |
| Objetivos | |
| 2. Historia de la Clasificación de los Suelos en el Mundo | 3 |
| 2.1 Cultura China | 3 |
| 2.2 Cultura Egipcia | 4 |
| 2.3 Cultura Maya | 4 |
| 2.4 Cultura Hebrea | 5 |
| 2.5 Culturas Espartana, Griega y Romana | 6 |
| 2.6 Epoca Contemporánea (Tablas I, II, III, IV, V, VI y VII). | 7 |
| 3. Períodos de la Clasificación de Suelos | 20 |
| 3.1 Era Pretécnica | 20 |
| 3.2 Período Técnico Inicial | 21 |
| 3.3 Período de la Fundación de la Pedología (Dokuchaiev) | 21 |
| 3.4 Período Americano Inicial | 22 |
| 3.5 Período de Marbut | 22 |
| 3.6 Período Moderno Cuantitativo | 23 |
| 3.7 Era Ultra Moderna | 25 |
| | |
| II. Clasificación de Suelos | 27 |
| 4. La Clasificación como medio Científico | 27 |
| 5. Unidades para la Clasificación y Cartografía de Suelos | 28 |
| 5.1 Unidad Taxonómica | 28 |
| 5.2 Unidad Cartográfica | 29 |
| 5.3 Guía General de algunos Sistemas de Clasificación de Suelos (Tabla VIII) | 30 |
| | |
| Referencias Bibliográficas | |

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| III. Sistema de Clasificación | 32 |
| 6. Sistema de Clasificación Ruso | 32 |
| 6.1 Conceptos Fundamentales de la Génesis de Suelos en la Clasificación Rusa | 34 |
| 6.2 Categorías Taxonómicas (Tabla IX) | 36 |
| 6.3 Clasificación Rusa (Tabla X) | 41 |
| 7. Sistema de Clasificación Francesa de Suelos (Tabla XI) | 43 |
| 7.1 Horizontes de Diagnóstico (Tabla XII) | 46 |
| 7.2 Categorías Taxonómicas y sus Correlaciones (Tabla XIII) | 49 |
| 7.3 Análisis y Comentarios | 52 |
| 7.4 Clasificación de Suelos Francesa | 53 |
| 8. Sistema Comprensivo de la Clasificación de Suelos-7a. Aproximación 1960 "Taxonomía de Suelos 1975" U.S.D.A. | 64 |
| 8.1 Categorías Taxonómicas de la 7a. Aproximación 1975, U. S. D. A. | 65 |
| 8.2 Diagnósis y Clasificación de los Ordenes (Tabla XIV-XV) | 68 |
| 8.3 Nomenclatura | 73 |
| 8.4 Horizontes de Diagnóstico | 73 |
| 8.4.0 Mólico | 74 |
| 8.4.1 Umbrico | 75 |
| 8.4.2 Hístico | 75 |
| 8.4.3 Ocrico | 76 |
| 8.4.4 Argílico | 76 |
| 8.4.5 Nátrico | 77 |
| 8.4.6 Cámbico | 77 |
| 8.4.7 Espódico | 78 |
| 8.4.8 Oxico | 79 |
| 8.5 Horizontes pedogenéticos y secundarios de diagnóstico | 80 |
| 8.5.0 Cálxico | 81 |
| 8.5.1 Gypsico | 81 |
| 8.5.2 Sáfico | 82 |
| 8.5.3 Plíntico | 82 |
| 8.5.4 Gleyico | 83 |

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 8.5.6 Durípan | 83 |
| 8.5.7 Concrecionario | 84 |
| 8.5.8 Petrocálcico | 84 |
| 8.5.9 Petrogypsico | 85 |
| 8.6 Pedoclimas | 86 |
| 8.7.1 Régimen de Temperatura del Suelo (Tabla XVI) | 87 |
| 8.8.2 Régimen de Humedad del Suelo (Tabla XVII) | 88 |
| 8.8 Distribución Geográfica de los Suelos en el Mundo (Ilust. 4) | 91 |
| 8.9.1 Clasificación de Suelos USDA (Tabla XVIII) | 94 |
| 9. Sistema FAO-UNESCO | |
| 9.1 Antecedentes | 97 |
| 9.2 Modificaciones al Sistema FAO-UNESCO (Tabla XIX) | 99 |
| 9.3 Horizontes de Diagnóstico (Tabla XX) | 101 |
| 9.4 Categorías Taxonómicas | 104 |
| 9.4.1 Fase | 104 |
| 9.4.2 Clase Textural | 105 |
| 9.4.3 Clases de Pediente | 106 |
| 9.4.4 Adición | 107 |
| 9.4.5 Nomenclatura Simbólica | 110 |
| 9.4.6 Clave de Clasificación FAO-UNESCO | 113 |
| 9.4.7 Comentarios | 119 |
| 10. Sistema Natural de Kubierna | 120 |
| 10.1 Sistema Natural | 120 |
| 11. Clasificación Ecológica de Duchaufour | 123 |
| IV. Correlaciones Taxonómicas | 124 |
| 12. Introducción y Manejo del Cuadro de Correlaciones | 125 |
| 12.1 Cuadro de Correlaciones | 127 |
| 12.2 Comentarios | 128 |

| | <u>Página</u> |
|---------------------------|---------------|
| V. Resumen y Conclusiones | 131 |
| VI. Comentarios Finales | 137 |
| VII. Bibliografía General | 138 |
| VIII. Apéndice | 147 |

L DESARROLLO HISTORICO DE LA CLASIFICACION DE SUELOS.

1. Introducción.

El suelo es un recurso natural fundamental para la humanidad, es obvia la importancia del conocimiento científico de él, todos necesitamos conocer más sobre este, porque directa o indirectamente la mayoría de los otros recursos emanan o derivan del suelo. (cita 1.)

Todos somos usuarios de este recurso, es probable que la mayoría nos hemos convertido en "explotadores" al abordar sin ningún cuidado el concepto "Producción o Productividad del Suelo", de hecho; las concepciones más generales que conciernen al suelo en su mayoría, las situamos dentro de la Pedología Agrícola, olvidando impulsar la investigación de la ciencia base o Pedología General, esto ha traído, en consecuencia, graves problemas en producción agrícola, demeritamiento y contaminación de suelos, destrucción parcial o total en grandes áreas de este recurso, inadecuada aplicación de sistemas agrícolas, y lo más grave aún, una supuesta división intolerable entre lo "Agrológico" como técnica aplicada e independiente y lo "Pedológico" como ciencia pura sometida únicamente a las disciplinas científicas.

De esta supuesta división entre lo práctico y lo científico han emanado una serie de graves consecuencias que han retrasado o impedi

do en algunos casos el avance de los conocimientos sobre los suelos pre sentes en nuestro país y que se agudiza por la carencia de los especialis tas.

OBJETIVOS:

I. El presente trabajo tiene como temática objetiva tratar uno de los problemas de actualidad y revisar brevemente en algunos casos la buena orientación científica y práctica para el estudio del suelo, y en muchos casos, la formulación, correlación e interpretación de los traba jos de clasificación, que sobre los suelos se efectúan en nuestro país.

II. El segundo objetivo consiste en establecer las correlaciones a nivel de Grandes Grupos de suelos o sus equivalentes taxonómicos, y principalmente se pretende relacionar a este nivel las Clasificaciones: Rusa, Francesa, 7a. Aproximación y FAO, aunque en algunos casos establece correlaciones con otros sistemas Taxonómicos.

III. El tercer objetivo radica en el hecho de que en este trabajo se ha intentado mencionar y resumir varios de los más importantes concep tos que son necesarios de conocer y manejar la Taxonomía de los suelos, asimismo, se ha copilado en este trabajo varios conceptos y estudios sobre Clasificación, que en la actualidad se encuentran publicados en varios libros y revistas científicas, algunas de las cuales resultan muy difíciles de conseguir.

3.

IV. El último objetivo y tal vez; el más importante, desde el punto de vista personal, consistió en tratar de hacer un reconocimiento y homenaje a través de este escrito a todos los investigadores de suelos tanto Nacionales como Internacionales que han dedicado una gran parte de su vida al estudio de este importantísimo recurso.

2. Historia de la Clasificación de los Suelos en el Mundo.

Con muy pocas excepciones, no es posible establecer con exactitud la fecha en que se constituyen las primeras clasificaciones de suelos en virtud de que tales sucesos no han sido registrados de manera metódica en el desarrollo histórico, sin embargo, casi todos los estudios del tema aportan evidencias que permiten conformar un cuadro cronológico sobre el desarrollo y evolución de los principales sistemas de Taxonomía de suelos que fueron empleados y que algunos de ellos, con ciertas modificaciones, se siguen empleando. Así podemos establecer este cuadro:

2.1. Cultura China. (Siglo XX A.C.)

Se supone que es en China donde se utiliza por primera

4.

vez un sistema morfológico que reconoce, denomina y clasifica a los sue- los desde hace 4 000 años, basando principalmente su clasificación en el color y matiz del suelo; así como en su estructura y textura, desde luego, se trataba de una clasificación muy sencilla y primitiva que incluía además sistemas para la formación de horizontes antrópicos dedicados al cultivo de arroz. Esta Clasificación perduró a través de muchos siglos y algunos de sus conceptos fueron compilados y reunidos perdurando su uso hasta los tiempos romanos. (cita I. 7).

2.2. Cultura Egipcia. (Siglo XV A. C.)

Dado que en su enorme mayoría la agricultura de este pueblo se desarrolló en las márgenes del Río Nilo, es comprensible que sus Sistemas de Clasificación de suelos se basaran principalmente en criterios de textura y humedad del suelo, estableciendo una división rudimentaria sobre los tamaños de partícula y porcentaje de humedad que estos suelos aluviales presentaban dado que las condiciones citadas son las características de suelos de origen aluvial reciente.

Durante este período también establecieron los primeros sistemas de ingeniería agrícola que pretendían ubicar a los suelos según respondieran al manejo para decidir que cosechas y qué prácticas eran mejores para las clases particulares de suelo que se presentaban. (cita) (I. 6).

2.3. Cultura Maya. (Siglo III d. C.)

Durante el florecimiento del Imperio Maya se registra

el origen de una clasificación que tiende a ocuparse de manera objetiva de la génesis, morfología, ubicación y denominación de los suelos. Está tan bien realizada, que aún hoy en día presenta validez como sistema taxonómico dadas sus múltiples bases pedológicas, sobre todo porque tiende a ser una clasificación natural aplicada a los suelos de la Península de Yucatán. Durante el florecimiento maya se clasificaron los suelos y se les dotó en algunos casos, según los elementos obtenidos de esta clasificación, de algunas obras de infraestructura tales como canales de riego y controles de erosión, los cuales son evidentes en fotografías e imágenes de radar tomados recientemente.

Se puede considerar que dados los principios y caracteres de los taxa que contiene esta clasificación se asemeja al sistema de clasificación actual de suelos ruso, aunque guardando las debidas proporciones, ya que la clasificación maya es una clasificación para suelos tropicales de clima húmedo y cálido, mientras que la rusa comprende diferentes tipos climáticos y edafológicos.

En la actualidad muchos trabajos de levantamiento de suelos en la Península de Yucatán emplean aún esta metodología. (cita I. 6)

2.4. Cultura Hebrea. (Siglo XII)

La historia describe a este pueblo en sus inicios como un pueblo de pastores, organizado en familias y tribus que carecían de

propiedad privada de la tierra y que no practicaban el comercio ni conocían la industria, pero que al asimilar las costumbres de los cananeos inician la etapa de economía monetaria y tenencia de la tierra y de este modo crearon en consecuencia, los primeros sistemas taxonómicos que clasificaban al suelo basados casi únicamente en características de potencial económico y producción agrícola y no en características morfológicas o genéticas del suelo; sin embargo, el color, la textura y la presencia o ausencia de sales determinaba la riqueza o precio de un suelo, lo que generó que cada 50 años se hiciera un reparto nuevo de tierras con el fin de compensar equitativamente a todos los integrantes del pueblo, y así se estableció también que cada 7 años había un año que se llamaba jubilar en el que prescribían todas las deudas que por conceptos de trabajo agrícola se hubieran contraído, sin embargo, esta última reforma nunca se cumplió. (cita I. 7)

2.5. Cultura Espartana, Griega y Romana.

Durante el lapso histórico en el que se desarrollan las culturas Espartana, Griega, Romana y, posteriormente, el gran período de la Edad Media se tienen muy pocos registros sobre las clasificaciones de suelos empleadas y, menos aún, de cómo éstas funcionaban. Sin embargo, en la historia de estas culturas aparecen algunos esbozos que permiten formular algunas hipótesis acerca de cuales fueron los empleados; así, en los escritos que se conservan de Licurgo, Plinio, Virgilio, Platón y algunos otros filósofos de esta época se avisa una gran

preocupación sobre la legislación de la propiedad y tenencia de los suelos con base de la producción y "riqueza" de éstos, creándose, en consecuencia, leyes que tienden a regularizar la distribución y el reparto equitativo pero no se muestran indicios claros de una división taxonómica de suelos que sirviera para justificar esa legislación. (cita I. 6)

2. 6. Epoca Contemporánea.

No es sino hasta hace 150 años que los avances de la ciencia geológica y química permiten colateralmente establecer las primeras clasificaciones de suelos que fueron concebidas con base del material parental como el principal factor genético formador, establecido además que el suelo era una roca pulverizada de varias clases como granito, arenisca, caliza y similares; y es así, que Fallou en 1862 formula una clasificación de suelos basada en el origen geológico y litológico de lo que ahora denominamos material parental y que a continuación se expone:

TABLA I

| CLASIFICACION DE SUELOS PROPUESTA POR FALLOU EN 1862 | |
|--|-----------------------------|
| 1. Clase - Suelos Residuales | 2. Clase - Suelos Aluviales |
| a. Suelos de rocas calizas | a. Suelos grávicos |
| b. Suelos de rocas feldespáticas | b. Suelos de marga |
| c. Suelos de rocas arcillosas | c. Suelos limosos |
| d. Suelos de rocas ricas en cuarzo | d. Suelos de moor |

Con base a esta clasificación se establecen otras más aunque todas de carácter netamente geológico donde se señalaban además cómo los procesos de meteorización habían modificado estos materiales

y cómo los procesos geológicos de formación del paisaje los habían utilizado en la construcción de las formas terrestres tales como morrenas, llanuras aluviales, mantos de loess e incluso terrazas marinas. (11)

Sin embargo, en 1886 Richthofen establece una clasificación de suelos que aunque sigue siendo eminentemente geológica ya muestra algunos esbozos que sugieren caracteres propios a la Edafología, tales como el concepto "Laterita" y Suelos Orgánicos", además incluye algunas bases ecológicas para delinear su clasificación que se muestra en la Tabla II.

TABLA II

| CLASIFICACION DE SUELOS PROPUESTA POR RICHTOFEN, 1886 | |
|---|-------------------------------------|
| Tipos de Suelos Residuales | Suelos Acumulados |
| a. Roca desintegrada | a. Sedimentos gruesos continentales |
| b. Roca profundamente intemperizada | b. Sedimentos finos continentales |
| c. Suelos aluviales | c. Depósitos químicos aluviales |
| d. Suelos coluviales | d. Suelos marinos |
| e. Laterita | e. Suelos de glaciación |
| f. Suelos orgánicos-humus-Moor-peat | f. Ceniza volcánica |
| g. Residuos indisolubles | g. Acumulación eólica |

Como se observa, ambas clasificaciones, la de Fallou y la de Richtofen contribuyen al desarrollo de la ciencia del suelo y algunos conceptos establecidos por ellos actualmente siguen siendo válidos y útiles en el estudio de la Pedología y Taxonomía de Suelos.

Cinco años después de publicada la clasificación de suelos de Richtofen, Shaler, escribe una monografía acerca del origen y na

9.

turalidad de los suelos pero en esta monografía se tiende a establecer nuevamente conceptos aún más geológicos que los expuestos anteriormente por otros investigadores; conceptos que sólo son superados por Merrill en 1906 el cual introduce una gran multitud de hipótesis para probar que el suelo es sólo un substrato o sedimento de una formación geológica y que, por lo tanto, debe ser estudiado dentro de las disciplinas de la estratigrafía, es importante hacer notar que todos estos conceptos geológicos del suelo resultaban útiles cuando se trataba de suelos jóvenes o antiguos pero con muy poco intemperismo pedogenético, pero resultaban en consecuencia, muy poco satisfactorios en los sitios en los cuales el clima, la vegetación y el tiempo habían alterado la roca madre. Mientras tanto, en Rusia, a finales del Siglo XIX el pedólogo ruso V.V. Dokuchaiev emitía varios conceptos revolucionarios sobre el suelo al que considera como un cuerpo natural cuyas características eran el resultado de la interacción del clima, vegetación y tiempo, generándose así la primera clasificación genética y ecológica de los suelos que a continuación se presenta:

TABLA III

| CLASIFICACION PROPUESTA POR V. V. DOKUCHAIEV EN 1900 | | | | | | | |
|--|----------------------------------|---|---|-------------------------|--|--|---|
| CLASE A. NORMAL | | | | | | | |
| Zonas: Tipos de Suelos | I. Boreal Suelos de Tundra | II. Taiga Suelo gris claro pod- zolizado | III. Bosque Estepa Suelo gris y gris os- curo | IV. Estepa Chernozem | V. Desierto Estepa Suelos casta- ños pardos | VI. Zonas Desérticas Eriales amarillos y blancos | VII. Subtropica les. Tropicales Laterita y Suelos Rojos |
| CLASE B. TRANSICION | | | | | | | |
| VIII. Suelos Turbosos continentales | | | IX. Suelos con carbonatos | | X. Suelos alcalinos secundarios | | |
| CLASE C. ANORMALES | | | | | | | |
| XI. Suelos Turbosos | | | XII. Suelos Aluviales | | XIII. Suelos eólicos | | |

Los conceptos establecidos por Dokuchaiev en esta clasificación de suelos son afinados con los estudios al respecto, realizados por Lomonosov y culminados por Glinka. (cita I. 2)

Obviamente, en Norteamérica los resultados de este trabajo realizado por V. V. Dokuchaiev fueron puestos al alcance de los norteamericanos a través de la publicación en alemán del libro de texto de Glinka y especialmente a través de su traducción al inglés por C. F. Marbut en el libro titulado "The Great Soil Groups of the World and their Development". Con esta base los edafólogos norteamericanos no necesitaban depender totalmente de las deducciones hechas a partir de la naturaleza geológica de las rocas, sino de la morfología de cada suelo expresada en su perfil, el cual reflejaría la acción combinada del conjunto de factores genéticos responsables de su desarrollo. En resumen, tal concepto hizo posible una ciencia del suelo. (cita I. 3)

Fue tal el entusiasmo que esta nueva corriente generó que algunos llegaron a sugerir que las otras ciencias eran innecesarias para el estudio del suelo.

E. W. Hilgard (1892) es el primero en publicar un trabajo original sobre el nuevo concepto del suelo en Norteamérica al que titula "Geología y Agricultura del Estado de Mississipi", sin embargo, dicho trabajo es recibido con profunda indiferencia por parte de los otros investigadores de suelos y solamente Coffey comprende en ese momento la

importancia del trabajo de Hilgard y emite nuevos conceptos más satisfactorios sobre los estudios del suelo, llegando incluso a proponer una clasificación de suelos basada en 5 Grandes Grupos integrados de la siguiente manera:

TABLA IV

| CLASIFICACION DE SUELOS PROPUESTA POR COFFEY EN 1912 | | | | |
|--|---------------------------|---------------|--------------------------|-----------|
| GRUPO 1 | GRUPO 2 | GRUPO 3 | GRUPO 4 | GRUPO 5 |
| Arido | Suelos oscuros de pradera | Suelos claros | Suelos negros de pantano | Orgánicos |

Como se puede observar, en esta clasificación se incluyen suelos que actualmente corresponden a algunos Ordenes de la Séptima Aproximación USDA y básicamente corresponden a Aridisoles (Grupo 1), Mollisoles (Grupo 2), Entisoles (Grupo 3) y en algunos casos a Histosoles (Grupos 4 y 5). (Cifra 1.4)

Marbur (1938) continúa sus investigaciones sobre los suelos; con base a los estudios pedogenéticos de V. V. Dokuchaiev y Glinka y establece la primera división de factores formadores de suelos; denominando dinámicos al clima, flora y fauna y pasivos al material parental, topografía y tiempo; además establece una clasificación de suelos que contiene niveles de Grandes Grupos que subdividió basándose en las observaciones de M. Whitney del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en cientos de series, las cuales representaban características del material parental, relieve y edad y que en consecuencia no se trataba de una clasificación geológica o netamente genética sino más bien

morfogenética, donde se introdujo por primera vez el concepto "solum" que diferenciaba al suelo de los materiales geológicos que le subyacen; en continuación a este párrafo se muestra la clasificación propuesta por Marbut en 1938, así como su correlación taxonómica con los Grandes Grupos de FAO, 1970 y con los Ordenes de la Séptima Aproximación USDA, 1979.

TABLA V

I. CUADRO DE CORRELACIONES TAXONOMICAS

| Clasificación Propuesta por Marbut en 1938 | | Equivalencia en FAO, 1970 a nivel de Grandes Grupos | Equivalencia entre la Clasificación de Marbut, 1938-FAO, 1970 y 7a. Aproximación USDA, 1979 en los correspondientes ordenes de ésta última. |
|--|--|---|---|
| 1. Pedalfers: Latosoles: | Suelos ferruginosos | Luvisoles férricos | Orden Oxisol |
| | Suelos ferralíticos | Acrisoles férricos | Orden Oxisol |
| | Suelos ferralíticos in--temperiza--dos | Acrisoles férricos | Orden Oxisol |
| | Suelos cafés austrópicos (tropicales) | Nitsoles éutricos | Orden Ultisol |
| | Ferrisoles | Nitsoles dístricos | Orden Ultisol |
| | Suelos de --tierras ba--jas podsolizados | Podsól húmico | Orden Spodosol |

| | | | |
|---|------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| | Andosoles | Andosoles | Orden Inceptisol |
| | Arenosoles | Arenosoles | Orden Entisol |
| 2. Pedocales: (CaCO ₃) | Vertisoles | Vertisoles | Orden Vertisol |
| | Rendzinas | Rendzinas | Orden Mollisol |
| | Suelo café calcamórfico | Luvisol cálcico | Orden Alfisol |
| 3. Suelos Hidro- mórficos: | Gleys | Gleysoles | Orden Entisol y Orden Inceptisol |
| | Suelos orgá- nicos | Histosoles | Orden Histosol |
| | Suelos alu- viales | Fluvisoles | Orden Entisol |
| | Suelos áci- dos sulfata- dos | Fluvisoles tiónicos | Orden Entisol |
| 4. Suelos Halo- mórficos: | Solonchaks | Solonchaks | Gran Grupo Salor- thids |
| | Solonetz | Solonetz | Gran Grupo Na- trargids |
| | Solods | Planosol solódico | Natrargid |
| Suelos mine- rales y Sue- los someros | Litosol | Litosol | Orden Entisol |
| | Regosol | Regosol | Orden Entisol |

Comentarios:

Como se puede apreciar en este cuadro, resulta absolutamente posible correlacionar la Clasificación de Suelos de Marbut, 1938 con el Sistema de Clasificación FAO, 1970 a nivel de Grandes Grupos y ambas son posibles correlacionarlas con el Sistema Séptima Apro-

ximación USDA, desde luego, es posible incluso correlacionar adecuadamente estas clasificaciones con otras tales como la Francesa o Rusa.

En 1938 también Baldwin, Kellog y Thorp publican su libro "USDA Libro del año de la Agricultura" iniciando así la verdadera clasificación comprensiva y cuantitativa de suelos, Baldwin además establece una nueva clasificación de suelos que a continuación se muestra, donde además se le correlaciona a esta clasificación de Baldwin con el Sistema FAO, 1970 y Séptima Aproximación USDA. 1978.

TABLA VI

| II. CUADRO DE CORRELACIONES TAXONOMICAS | | | |
|--|--|---|---|
| Sistema de Clasificación propuesto por Baldwin | | Equivalencia en el Sistema FAO 1970 | Equivalencia en el Sistema 7a. Aproximación USDA 1978 |
| Categoría ORDEN | Categoría SUBORDEN | Categoría GRANDES GRUPOS | Categoría ORDENES |
| Suelos zonales | 1) Suelos de zonas frías | ----- | ----- |
| | 2) Suelos de colores claros de regiones áridas | Xerosoles | Aridisoles |
| | 3) Suelos de colores oscuros de vegetación semiárida | Vertisoles Castañozem Feozem Chernozem Cambisoles | Vertisoles Mollisoles Inceptisoles * |
| | 4) Suelos de transición bosque-vegetación gramíneas | Cambisol Chernozem Luvisol | Inceptisoles Mollisoles Alfisoles |

| | | | |
|----------------------|--|--|---|
| | 5) Suelos claros podzolizados de regiones boscosas | Podsoluvisol Podzol Acrisol glossico | Alfisoles Espodosoles Ultisoles |
| | 6) Suelos lateríticos | Ferralsoles Acrisoles Luvisoles férricos | Oxisoles Ultisoles Alfisoles |
| Suelos Intrazonales. | 1) Suelos halomórficos de regiones áridas | Solonchack Solonetz | Aridisoles |
| | 2) Suelos Hidromórficos | Gleysoles Histosoles Planosoles | Inceptisoles Histosoles Ultisoles |
| | 3) Suelos Calcimórficos | Rendzinas Feozems | Mollisoles |
| Suelos Azonales | 1) Litosuelos | Litosol | Entisoles |
| | 2) Regosuelos | Regosol | |
| | 3) Suelos aluviales | Fluvisol | Inceptisol. |

Comentarios:

Esta Clasificación de Baldwin se basa en el concepto de zonalidad de los suelos y establece las Clases Zonales, Intrazonales y Azonales, como el concepto taxonómico más elevado y acepta al suelo como un cuerpo tridimensional, sin embargo presentaba algunos problemas como por ejemplo:

1. Los Grandes Grupos no fueron bien definidos
2. Nomenclatura no adecuada en todos los casos
3. Hibridación compleja de algunos nombres de suelos

Durante este período, F. H. King (1938) hace hincapié en las características propias del suelo como tal, las cuales describe en su libro "Física de la Agricultura" con lo cual se realiza otro avance para caracterizar al suelo como una unidad independiente. Durante esta misma época estalla la Segunda Guerra Mundial (1938-1944) y debido a las necesidades vitales de incrementar la producción de alimentos y materias primas derivadas del suelo es que todos los países involucrados en este fenómeno se motivan y comprenden la necesidad de estudiar y clasificar al suelo adecuadamente; así, Inglaterra, Francia, Estados Unidos, Rusia y Alemania principalmente elaboran nuevos conceptos de cartografía y taxonomía de suelos, obteniendo cada uno de ellos una clasificación eminentemente nacional supuestamente adecuada a la explotación del suelo, generándose en consecuencia una competencia de carácter meramente político, antes que técnico, en la cual cada uno de estos países aseguraba que su sistema de clasificación era el mejor y que prácticamente ya no era posible de ser mejorado. (cita I. 4)

Es entonces, que el pedólogo Kellog en 1950 declara que todos los sistemas de clasificación usados o propuestos hasta este momento eran insuficientes, localistas y muy deficientes en cuanto a los conceptos que utilizaban. Afortunadamente, sus observaciones son escuchadas por las diferentes escuelas europeas creándose nuevos conceptos destacando principalmente Alemania por los estudios realizados por Lubig y Kubiena (1950), Francia con Demolon, Segalen y Kuchaufuour; (1952)

Belgica con Dudal (1952), Inglaterra con Cruickshank, Bryan y Fitz Patrick (1950) y, desde luego los Estados Unidos, renaciendo nuevamente el interés en cada uno de éstos países por obtener una verdadera clasificación natural de suelos (sin que hasta el momento se haya obtenido). Sin embargo, estas investigaciones continúan y tal vez en fecha próxima se logrará el tan deseado objetivo. Recordando ahora que cualquier clasificación que se sugiera debe contar con una morfología precisa y un buen conocimiento genético con el fin de guiar el trabajo y obtener buenos resultados. (cita 1.5)

En México, el estudio de los suelos es muy reciente y más aún el empleo de sistemas taxonómicos para clasificarlos, no obstante que existe una gran cantidad de trabajos relativos a este recurso, tantos y tan buenos que resulta imposible enumerarlos en esta tesis, dado lo cual se propone un pequeño cuadro sinóptico que resume las etapas y características generales sobresalientes, en el entendido de que dicho cuadro únicamente da una somera idea de los avances pedológicos y agrológicos realizados por técnicos y científicos mexicanos en estos campos.

Tabla VII. LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS EN MEXICO

| ETAPAS | CARACTERISTICAS | CLASIFICACION EMPLEADA | INSTITUCION | OBSERVACIONES |
|--|--|---|-------------------------|---|
| I. Preindependencia Siglo XV A. Maya B. Teotihuacana C. Mexica | A. Clasificación etológica y genética. B. Clasificación morfológica (color y textura). C. Clasificación morfológica y de uso. | A. Maya B. Teotihuacana C. Mexica | AGROLOGICA | En este período destaca la clasificación maya; dado que contiene muchos elementos de interés científico como son: geología, geofísica, vegetación y fases fitoclimáticas. |
| II. Colonial Siglo XVI 1519-1810 | Se caracteriza por una explotación irracional del recurso suelo y no se emplea ningún sistema taxonómico de suelos. | Mestizaje de técnicas europeas y autóctonas. | DE EXPLOTACIÓN CON | Virreynato |
| III. Insurgentes y Revolucionaria 1810-1910 | Se emplea únicamente criterios de explotación del suelo. | Clasificación morfológica y de uso, altamente influida por técnicas europeas. | DE EXPLOTACIÓN | Gobierno de la República y terratenientes nacionales y extranjeros. |
| IV. Pre-desarrollo. 1910-1940 | Dado el aumento de intereses económicos de los países más potentes sobre nuestro país, en esta etapa se emplean varios sistemas europeos o norteamericanos. | A. Marbut 1935 B. USDA 1938 y sistemas de clasificación agrológicos muy diversos. | DE EXPLOTACIÓN | Gobierno y empresas extranjeras y nacionales universitarias. |
| V. Desarrollo inicial. 1940-1945 | El fenómeno de la Guerra Mundial aceleró la necesidad de conocimiento sobre los suelos y su conservación. | USDA. Manuales sobre cultivos y conservación. Nacionales. Levantamientos agrológicos. Rusa. Utilizada por el Ing. Macías Villada. | AGROLOGICA | Empresas estatales y empresas privadas nacionales y extranjeras. Destacan los trabajos del Ing. Rafael Ortiz M. |
| VI. Desarrollo 1945-1954 | Se publican muchos trabajos sobre agrológica y aparecen los primeros sobre investigación pedológica, sin embargo, la gran mayoría de las obras de consulta eran extranjeras y casi siempre escritas en otros idiomas. | A. Marbut B. Kellog C. Dokuchaev D. USDA 1938 E. Kubiens F. Agrológicas muy diversas. | AGROLOGICA Y PEDOLOGICA | Secretaría de Estado, Universidades, Empresas Nacionales y Extranjeras. |
| VII. Etapa de Desarrollo de la investigación. 1954-1968 | Los estudios agrológicos se extienden a casi todo el país mientras que la Pedología toma fuerza como una disciplina científica en nuestro país y las publicaciones sobre este tema son más frecuentes. | A. 7a. Aproximación. B. Marbut C. Francesa D. Kubiens E. Rusa | AGROLOGICA Y PEDOLOGICA | Secretaría de Estado, Universidades, Sociedades Científicas, Instituciones Privadas y Empresas. |
| VIII. Investigación e infraestructura. 1968-1978 | Durante esta etapa se reconoce oficialmente la necesidad urgente de crear nuevos y mejores sistemas de producción e investigación agrícola y se plantea oficialmente también la necesidad de un sistema nacional de clasificación de suelos. | A. 7a. Aproximación. B. FAO modificada C. Francesa D. Numérica E. Rusa | AGROLOGICA Y PEDOLOGICA | Secretaría de Estado, Universidades, Sociedades Científicas, Institutos, Comisiones, Instituciones y Banca. |
| IX. Investigación infraestructura y planeación. 1978-actual. | Se caracteriza por la necesidad de una planeación nacional adecuada, eficiente y productiva que beneficie al agro. | A. FAO modificada B. 7a. Aproximación. C. Francesa muy poco utilizada. D. Rusa muy poco utilizada. | AGROLOGICA Y PEDOLOGICA | Igual que en la etapa anterior pero muy incrementada en su número. Se inicia un período técnico para el control de la erosión. |

Comentarios:

I. Como se observa en esta tabla, los suelos de México han sido explotados irracionalmente por más de 3 Siglos. Lo que ha proporcionado una erosión acelerada en este recurso en un 60% del área nacional, con uso tradicionalmente agrícola.

II. En la etapa actual, resulta factible el establecer un sistema de clasificación de suelos para México; aunque necesariamente tendería a ser una modificación de cualquiera de los sistemas taxonómicos que internacionalmente se utilizan en el mundo.

3. Períodos de la Clasificación de Suelos

Se reconocen normalmente 5 períodos generales muy bien definidos con base de los sucesos acontecidos en cada uno de ellos, pero dada la evolución histórica en la clasificación taxonomía de los suelos, creo necesario incluir otras 2 eras a las que ha denominado pre técnica y ultramoderna respectivamente, a continuación estos períodos y eras se describen brevemente, en orden cronológico, cuidando de señalar hasta donde es posible lo más característico y sobresaliente que se realizó en cada una de ellas.

3.1. Era Pretécnica

Se refiere a todos los conocimientos científicos

culturales y prácticos referentes al suelo y a su clasificación, iniciándose dicha era hace 4000 años en China, para terminar hasta principios del siglo XVIII. Se caracteriza por el establecimiento de sistemas de clasificación primitivos basados en caracteres morfológicos muy evidentes como color y textura. (cita I. 2)

3.2. Período Técnico

Inicial. Se inicia prácticamente durante el siglo XIX y florece en Europa Oriental donde se publican los primeros trabajos sobre clasificación entre los cuales destaca el de Thaer en 1853 el cual establece 6 tipos texturales para suelos y 4 clases texturales para suelos arcillosos, durante este período también progresa la ciencia de la Geología y en general se caracteriza por una indivisión entre lo geológico y lo edáfico. (citas I. 2 y I. 3)

3.3. Período de la Fundación de la Pedología. Período de Dokuchaiev (1883)

Nace en Rusia y V. V. Dokuchaiev (1846-1903) es su principal exponente, dado que es el primero en entender y establecer al suelo como un cuerpo natural e independiente, e inicia sus estudios de suelos en el Gran Grupo de los Chernozem, publicando en 1883 su primera monografía "Chernozem Ruso" establece la importancia del concepto clima como formador de suelos relacionando además algunos procesos de meteorización y vegetación con la génesis del suelo. Este período culmina con Glinka (1867-1929) el cual introduce nuevos conceptos

de suelos como son: Podzol y Solonetz, además enfatiza en los estudios sobre Geografía de Suelos, Génesis y factores del Intemperismo, sus obras publicadas más importantes son: "Los tipos de formación de suelo, su clasificación y distribución geográfica" (1914) y "Los grandes grupos de suelos en el mundo" (1927). A este período se le considera como el Renacimiento en la Ciencia del Suelo. (citas I. 2 y I. 3)

3.4. Período Americano Inicial

Se desarrolla en los Estados Unidos de Norteamérica y comprende los años 1899-1922 aunque es justo citar a algunos pioneros en el estudio de suelos anteriores a este período como fueron: Ruffin (1832) que tal vez sea el primero en establecer la necesidad de una clasificación de suelos para Estados Unidos y Hilgard (1833-1906) que propone un mapeo de suelos y publica además algunos estudios sobre suelos salinos y sódicos.

Pero no es sino hasta 1909 que M. Whitney establece la primera clasificación de suelos y utiliza además un sistema de mapeo de los mismos; desde luego que esta clasificación era principalmente fisiográfica y textural, aunque lo más destacado fue el establecimiento del concepto "series de suelos" cuya vigencia y uso es actual en casi todo el mundo. (citas I. 4 y I. 5)

3.5. Período de Marbut

Marbut se encarga de estudiar y difundir los con-

ceptos de Dokuchaiev y de Glinka a través de los Estados Unidos e introduce además los conceptos formadores de suelos como son el clima y la vegetación, restando énfasis al origen y naturaleza geológica de un suelo, y durante 1935 publica las siguientes contribuciones:

- a. Establece el perfil del suelo como unidad fundamental de estudio.
- b. Elabora el primer sistema multicategorico de taxonomía.
- c. Establece los criterios para el concepto "series".

Sin embargo, respecto a su sistema taxonómico propuesto en 1938 se le objeta que trabaja únicamente con suelos y condiciones normales y que omite totalmente cualquier condición anormal por natural que sea, además su división en Pedalfers y Pedocales no es totalmente real ya que algunos suelos eventuales llegan a acumular CaCO_3 y otros Al^{+++} y Fe^{+++} y finalmente él consideró al suelo como un cuerpo de 2 dimensiones, cuando que los conceptos modernos de evolución lo consideran necesariamente en 3 dimensiones.

3.6. Período Moderno Cuantitativo

Se trata de un período clásico de Post Guerra y se inicia prácticamente durante 1945, caracterizado como un período de revisión detallada al Sistema USDA, 1938; donde destacan principalmente Thorp y Smith, los cuales en 1949 exponen los siguientes hechos:

- a. Las clases del Sistema USDA, 1938 son puestas en tela de juicio, dado que no existe una diferencia clara entre el concepto Zonal e Intrazonal.

- b. Se critica severamente el que se hayan establecido conceptos que aunque permiten clasificar un suelo, su historia genética no sea conocida.
- c. Se afirma además que algunos taxa de suelos estudiados en condiciones vírgenes, se modifican en función del uso de suelo o de la erosión.
- d. Objetan que se toma muy en cuenta el color del suelo y el cual es muy variable aún dentro de los mismos grandes órdenes.
- e. Tratan de elaborar estudios más precisos sobre Familias de Suelos.
- f. Intentan establecer un lenguaje más accesible para clasificar.
- g. Reconocen como necesidad de primera magnitud el estudio más profundo y detallado sobre los intergrados de suelos.

Actualmente estos estudios continúan, y hasta la fecha no se ha encontrado un lenguaje o medio adecuado para representarlos por lo cual la llamada Clasificación Natural de los Suelos aún no es posible en este sistema.

Como consecuencia de todos estos estudios y revisiones, (G. D. Smith (1960)) e investigadores del Soil Survey Staff publicaron un estudio sistemático y altamente taxonómico al que denominaron 7a. Aproximación y el cual es oficialmente el Sistema Nacional de Clasificación de Suelos de los Estados Unidos, es interesante citar que año con año este sistema es revisado y corregido, aumentando así su precisión.

Es importante aclarar que es en 1960 cuando se publica oficialmente el sistema 7a. Aproximación, y que; las publicaciones posteriores (1964 y 1967) son únicamente suplementos de la original.

3.7. Era Ultramoderna

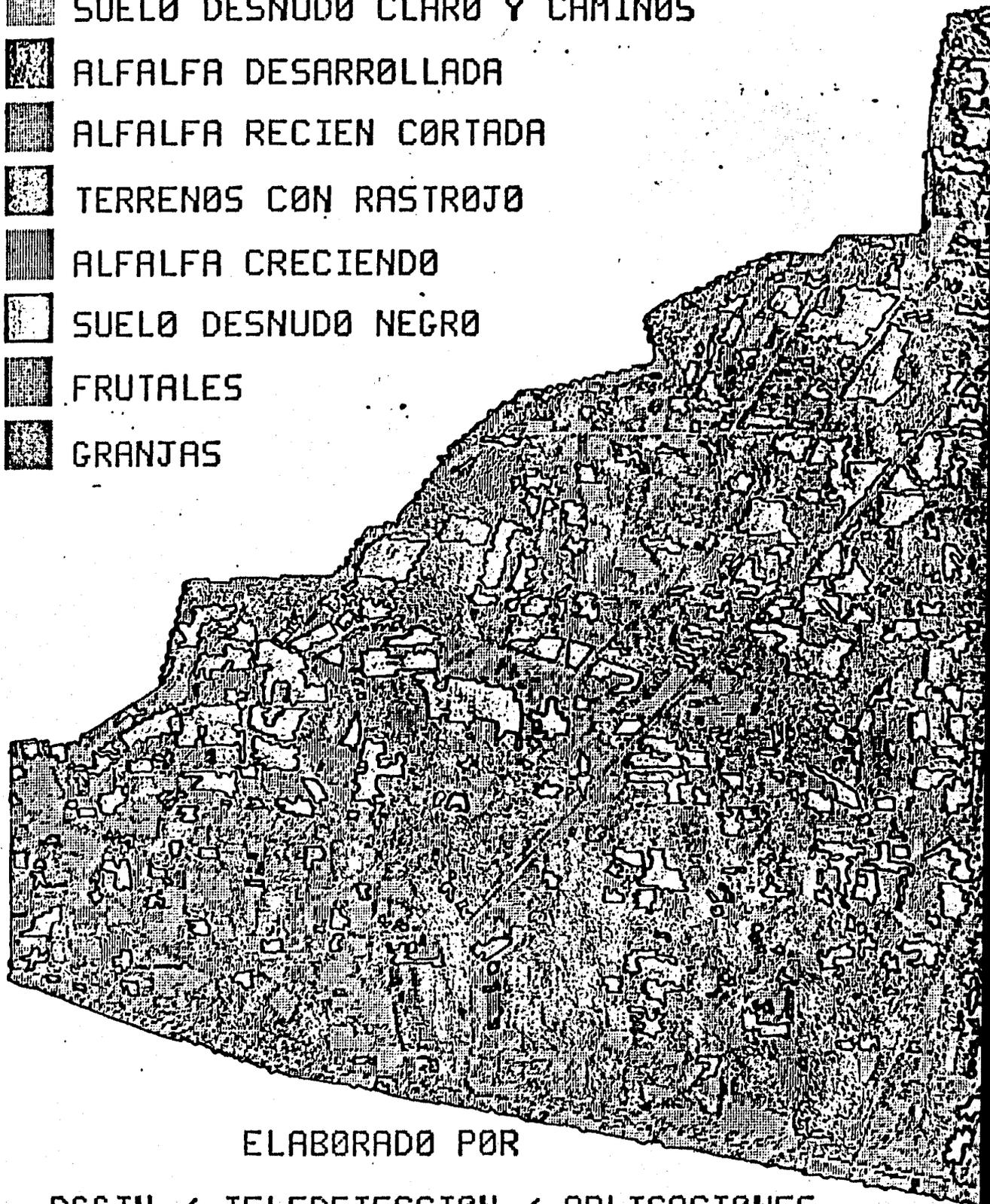
Los adelantos científicos actuales han servido entre otras muchas cosas a impulsar el desarrollo de la ciencia del suelo, en efecto, los avances obtenidos en Sensores Remotos, Química, Física Termodinámica, computadoras y en general todos los campos científicos se reflejan en los conceptos pedológicos; así, es común ahora ver y leer trabajos sobre "Física Atómica de Suelos", "Magnetismo en Suelos", "Radioactividad Natural de los Suelos", "Termodinámica de Suelos", "Teledetección", etc., y es evidente que tales avances transformarán nuestra manera de pensar y enfocar el recurso suelo, desde luego, esto traerá en consecuencia, nuevos conceptos y sistemas de clasificación, los cuales obviamente estarán dirigidos a la producción de alimentos y mejor utilización del suelo.

En la figura No. I, se muestra una zona agrícola de gran importancia económica denominada "Unidad CELAYA-LA BEGONA" que presenta una superficie aproximadamente de 8000 hectáreas, las cuales han sido clasificadas en su Uso Actual, a través del empleo de Sensores Remotos como el Scanner DS 1280, desde luego, cuenta con apoyo y verificación de campo, pero es un ejemplo de lo que en el futuro tal vez será una técnica usual, para el levantamiento y clasificación de los suelos.

UNIDAD CELAYA - LA BEGONA

26.

-  SUELO DESNUDO CLARO Y CAMINOS
-  ALFALFA DESARROLLADA
-  ALFALFA RECIEN CORTADA
-  TERRENOS CON RASTROJO
-  ALFALFA CRECIENDO
-  SUELO DESNUDO NEGRO
-  FRUTALES
-  GRANJAS



ELABORADO POR

DGGTN / TELEDETECCION / APLICACIONES

II. CLASIFICACION DE SUELOS.

4. La Clasificación como medio Científico

Para comprender el significado de cualquier característica particular del suelo, o de cualquier factor genético, deben definirse y compararse conjuntos de características. Estos conjuntos de características constituyen las unidades en la clasificación del suelo; y para encontrar en el sistema de clasificación el sitio que debe ocupar un suelo no conocido o, correlacionarlo con otros sistemas; se debe, como metodología básica, comparar los conjuntos de características tanto morfológicas como genéticas. Este método científico es la herramienta principal en la clasificación de suelos. (II (6).1)

En algunas ciencias como la Física y la Química se depende principalmente de un método científico experimental, pero en la Clasificación y principalmente en la Taxonomía de los Suelos una gran cantidad de asuntos que se estudian científicamente no pueden ser sometidos a experimentación, o en algunos pocos casos donde es posible, el método experimental sólo se aplica en pequeñas áreas del suelo por lo cual básicamente la clasificación de suelos depende de los resultados obtenidos en todas las ramas de la ciencia del suelo, tanto fundamental como aplicada, y además, la clasificación de suelos necesita sintetizar estos resultados, para lo cual ha creado como necesidad inmediata; la Cartografía de Suelos, la cual a la larga es tan importante como la propia clasifica-

ción, especialmente en los casos donde se requiere una aplicación ordenada de los resultados obtenidos, llegando a ser esencial el desarrollo de los mapas y cartas de suelos. (Citt, II (6).2.)

La Cartografía de Suelos en sí es una Ciencia aplicada o un arte. Sin embargo, la calidad y utilidad de sus resultados dependen de la cantidad y calidad de los resultados aportados tanto de la ciencia fundamental como de la ciencia aplicada; esto, le infiere prioridad a la capacidad del edafólogo para hacer uso exhaustivo de la información y principios existentes y para captar y seleccionar aquello que el uso del suelo indica que es esencial.

En resumen, los exámenes físicos, químicos y biológicos de los suelos proveen las bases necesarias para situarlos dentro de las unidades taxonómicas y cartográficas, por lo tanto, la denominación de las unidades cartográficas se hace en términos de las unidades de clasificación taxonómica.

5. Unidades para la Clasificación y Cartografía de Suelos

5.1. Unidad Taxonómica

Una unidad taxonómica es el medio ideal y virtual que el hombre ha creado para facilitar la comprensión acerca de cualquier cosa que se encuentra en número tan grande que no se podrían comprender individualmente.

Así, el científico que agrupa los suelos examinados en unidades taxonómicas, asume a priori que cada unidad consta de:

- a) Un núcleo. - El cual está representado por el perfil de suelos típico o modal, es decir, un perfil representativo.
- b) Muchos otros perfiles relacionados íntimamente entre sí y, por supuesto, con el núcleo, con el cual obviamente presentarán algunas variaciones, pero que siempre presentarán los mismos horizontes y el mismo orden de distribución en el perfil. Las variaciones fundamentalmente serán el espesor, textura, estructura, color, consistencia y pH dentro de los límites definidos.

5.2. Unidad Cartográfica

Se entiende como unidad cartográfica de suelos una área bien definida de suelos, representada gráficamente y que es denominada en función del nombre correspondiente a la unidad taxonómica, o bien, puede estar asociada a 2 ó más unidades taxonómicas, pero sólo llevará el nombre de la que predomine, sin importar que en dicha asociación un suelo no presente correspondencia geográfica, morfológica e incluso genética con los otros suelos que integran la unidad cartográfica. Así es que las asociaciones de dos o más unidades taxonómicas reconocidas pueden constituir una unidad cartográfica a la cual se le denomina "Asociación" o "Complejo de Suelos", pero cuando existen dos ó más unidades taxonómicas cuyas diferencias entre ellas sean mínimas, como para no justificar su separación cartográfica, se les representa en una uni-

dad a la que se le denomina "Asociación de Grupo Indiferenciado".

(III (6). 2).

Sin embargo, en los levantamientos cartográficos a nivel detallado no es recomendable utilizar la unidad taxonómica y mucho menos las asociaciones ya sean "normales" o de "grupos indiferenciados", a estos niveles detallados la unidad cartográfica deberá corresponder al concepto "series de suelo" y deberá incluir además el tipo y fase del mismo.

Por otro lado, en la preparación de mapas generalizados a escalas más pequeñas, las limitaciones impuestas por la escala requieren casi siempre la inclusión de dos o más unidades taxonómicas en cada asociación definida de suelos, y estas unidades de asociaciones deben estar tan bien definidas que cualquier edafólogo competente pueda reconocer de manera exacta sus límites bajo condiciones prácticas de levantamiento, teniendo además el suficiente espacio en los mapas o fotografías aéreas para delinearlas sin distorsión o confusión, recordando siempre que las retribuciones que se obtienen de un trabajo bien hecho son muy satisfactorias, tanto intelectual como emocionalmente.

5.3. Guía General de algunos Sistemas de Clasificación de Suelos.

Aunque casi todos los países en desarrollo utilizan sistemas de clasificación de suelos, sólo se incluyen algunos de estos sis-

temas en el cuadro que a continuación se mostrará, las razones para ello son, obviamente, el gran número de sistemas en uso, y por otra parte, la falta de información suficiente para poder realizar juicios respecto a su eficiencia (1981), por lo cual sólo se incluyen en el cuadro de sistemas aquellos que han sido suficientemente divulgados y a los cuales en sus modificaciones se les han agregado algunos términos nuevos o que han sido redefinidos, teniendo como objetivo una mayor exactitud y mejor utilización práctica.

Dentro de los principales Sistemas de Clasificación para Suelos que actualmente están en uso, podemos citar los siguientes:

TABLA VIII SISTEMAS DE CLASIFICACION

| SISTEMA | AÑO | OBSERVACIONES |
|---|---------|--|
| 1) ORSTOM Clasificación Fran <u>cesa</u> . | 1964 | Es un sistema natural basado, no únicamente en horizontes diagnósticos, sino que toma en cuenta fundamentalmente, procesos de evolución. Actualmente cuenta con 12 clases que se subdividen en subclases, grupos y subgrupos. |
| 2) USDA 7a. Aproximación | 1960/67 | Elaborado por el Soil Survey Staff (1960). Presenta 6 categorías. 10 órdenes, 47 subórdenes, 225 grandes grupos, subgrupos, familias y series. |
| 3) US Clasificación de Thorp y Baldwin | 1938 | No es una clasificación adaptada internacionalmente, sin embargo, presenta contribuciones al estudio de los suelos como son: el concepto laterítico y el concepto podzólico. |
| 4) INEAC Clasificación del | 1960 | El principal interés de esta clasificación es el estudio efectuado sobre el |

Congo Belga

Orden de los Caolisuelos, suelos con arcillas de relación 1:1 e hidróxidos.

- 5) URSS 1959 Fundamentealmente se usa en la URSS y el "Mapa de Suelos del Mundo" elaborado con esta Clasificación se realiza en 1964, presentando deficiencias en cuanto a los conceptos de suelos tropicales. Es una Clasificación genética.
- Clasificación de Basinsky e Ivanova
- 6) Clasificación China 1966 Clasificación morfológica, muy práctica, pero con un gran número de conceptos relativos al uso del suelo.
- Instituto de Nankin

Otras Clasificaciones de Suelos:

- 1) FAO 1974 Sistema supervisado por Dudal (1968), que trata de representar cartográficamente las características morfológicas de perfiles de suelos "Mapa de Suelos del Mundo". El elemento básico de esta clasificación es el Gran Grupo de Suelos. Se reconocen actualmente 106 Grupos.
- FAO-UNESCO
- 2) Sistema Numérico 1944 Este Sistema toma en cuenta las principales características morfológicas de los suelos y les asigna un valor numérico predeterminado, los ingleses han experimentado hasta el reciente con este tipo de clasificación. Su principal ventaja es que permite integrar una serie de datos a través de computadoras sencillas.

III. SISTEMAS DE CLASIFICACION

6. Sistema de Clasificación Ruso

Al analizar este Sistema se da uno cuenta que tiene su origen

y bases en los estudios realizados por Dokuchaiev y Sibirtsev y que se caracteriza por dar prioridad a la génesis, procesos pedogenéticos y propiedades del suelo, por lo cual se ha considerado como un sistema morfogénético y ecológico, en el la unidad básica es el Suelo Tipo; en 1967 se reconocen 110 suelos tipo y aunque en la actualidad no se ha precisado el número, éste se ha incrementado en forma notable.

Prasolov (II (6). 3) define al suelo tipo como la "Unidad de Origen" donde se llevan a cabo los procesos pedogenéticos. Rozov e Ivanova en 1968 lo consideran como una unidad con características morfológicas, químicas, fisicoquímicas, minerales y orgánicas propias, que se ven influenciadas por los regímenes de temperatura y humedad del suelo.

La Clasificación Soviética de Suelos es, una de las mejores del mundo; sus principios pedogenéticos y sus bases Taxonómicas son al igual que los conceptos de Dokuchaiev (1883), las fuentes de donde han derivado todas las demás clasificaciones de suelos en el mundo.

Sus estudios pedológicos son detallados y precisos; por lo que son aplicables no sólo a la Unión Soviética, sino a muchos otros países, dentro de los cuales se encuentra México. En la actualidad los rusos continúan sus estudios de suelos en zonas tropicales y subtropicales, y es de esperar que estos trabajos resulten aún más útiles y benéficos a nuestro País.

6. 1. Conceptos Fundamentales de la Génesis de Suelos en la Clasificación Rusa.

Son 10 los conceptos fundamentales que tienden a establecer las bases genéticas para estudiar la evolución de los suelos y; del análisis de cada uno se puede obtener una mayor comprensión de la dinámica pedogenética y formativa de suelos.

Sin lugar a dudas, estos principios no son dogmáticos y si son el resultado de la investigación y experiencia de muchos científicos genetistas del suelo, por lo cual son absolutamente aceptables como parámetros a considerar en cualquier Clasificación que pretenda ser pedológica.

Asimismo, del estudio de cada uno de estos principios se pueden obtener valiosos conocimientos sobre procesos, evolución, formación de horizontes de diagnóstico y potencialidad de uso de un suelo. Considerando los beneficios que se obtienen de la interpretación de estos principios fundamentales es conveniente opinar que todas las Clasificaciones de Suelos que se generen en lo sucesivo deberán tener bases genéticas, morfológicas y ecológicas.

Los conceptos genéticos fundamentales en la Clasificación Rusa son los siguientes:

a) "Los procesos pedogenéticos operan a través del espacio y el tiempo". Este concepto implica la distribución geográfica del suelo, su estructura tridimensional y su edad de desarrollo.

b) "Los distintos procesos de formación de suelos producen suelos diferentes".

Se realiza la importancia de los procesos pedogenéticos como formadores de suelos.

c) "El suelo y su cubierta vegetal modifican los procesos de degradación de la tierra".

Se refiere a la erosión acelerada del suelo y a la interrelación suelo planta como formadora de suelos.

d) "La arcilla es producida en el suelo".

Afirma que la arcilla es un producto de meteorización pedogenético y no un producto estrictamente geológico.

e) "Los complejos órganominerales son producidos en el suelo".

Establece lo mismo que para el anterior, sólo que en este caso se trata de complejos organo-minerales.

f) "En la pedogénesis hay sucesión de suelos".

Reafirma el concepto de "Intergrado de Suelos".

g) "La génesis de un suelo es compleja".

Indica el alto grado de dificultad y cautela con que debe establecerse una teoría genética de un determinado suelo.

h) "La mayoría de los suelos tienen su origen entre el Terciario y el Pleistoceno". (cita I. 6 y (. II. (6)) 3) 1978.

Este concepto sitúa a los suelos dentro de la tabla Geocronológica y resalta la importancia de tratar de conocer la edad geológica de un determinado suelo en estudio.

- i) "Los conocimientos de climatología son un prerrequisito para entender los suelos".

Se resalta la importancia del clima como factor formador de suelos.

- j) "El conocimiento del Pleistoceno es un prerrequisito para entender los suelos". (cita I. 6 y (II. (6)) 3) 1978.

Este concepto sostiene la hipótesis de que todos los suelos conocidos actualmente se originaron durante el Pleistoceno, por lo cual al estudiar las condiciones paleoecológicas y ecológicas de esta Epoca obtenemos evidencias de la relación, uso y manejo por las primeras comunidades sociales humanas, así como de su evolución y procesos inherentes.

6.2. Categorías Taxonómicas comprendidas dentro del Sistema de Clasificación de Suelos Soviético (Gerasimov-Ivanova, 1959)

Se conocen actualmente 7 niveles de categorías usuales dentro del Sistema de Clasificación Ruso, las cuales tienen su origen taxonómico en los conceptos genéticos que anteriormente se expusieron y que fueron analizados por Gerazimov e Ivanova con el fin de establecer la Clasificación de Suelos para la Unión Soviética, en 1959 queda constituida la actual clasificación y en 1960 es difundida a otras partes del

mundo (III (6) 2).

Esta clasificación reconoce las siguientes Categorías:

- a) Clase. - Constituida en función de factores ecológicos, genéticos y bioclimáticos. Son 12 las Clases reconocidas y sus estudios comprenden tipos climáticos Artico, Boreal, Sub-boreal, Sub-tropical y tropical.
- b) Subclase. - Se conocen actualmente 4 Subclases que son:
- a. Automórfica
 - b. Hidromórfica
 - c. Semihidromórfica
 - d. Aluvial

Las Subclases son predominantemente ecológicas y genéticas y son semejantes a los conceptos de "Zonal, "Azonal" e "Intrazonal".

- c) Tipo. - Se reconocen 110 tipos y cada uno de ellos es representante de un nicho ecológico con características bioclimáticas, hidrológicas y sobre todo morfológicas muy particulares. El tipo, además, es el enlace hacia los aspectos de productividad del suelo, dado que en su nomenclatura alude al color del horizonte A y utiliza el término zem (suelo), para indicar un suelo en particular. Funciona muy semejante al Gran Grupo establecido en la Clasificación USDA.
- d) Subtipo. - Indica con un prefijo cuál es el factor pedogenético dominante en un suelo Tipo, o en otras ocasiones, cuál es el grado de desarrollo, o clima, o posición geográfica del suelo Tipo.

e) Género. - Indica sobre todo las propiedades del material parental que originó al Suelo Tipo y enfatiza sobre conceptos de textura, composición mineralógica y caracteres morfológicos, por ejemplo: dentro de los Subtipos del Chernozem se encuentran los conceptos típico, cálcico, solonizado, vértico, húmico iluvial y otros más. En realidad el Género ruso y el Subgrupo estadounidense son casi iguales.

f) Especie. - La especie es el resultado de utilidad 1 ó 3 tipos de caracteres diferentes del suelo, por lo cual es polinomial, estos caracteres utilizados generalmente se expresan en unidades del Sistema Métrico Decimal, como por ejemplo:

Kg/m^2 , ó Ton/ha. ó en porcentaje.

g) Variedad. - La variedad soviética es correspondiente al Tipo en la Clasificación USDA y se basa en el análisis textual del perfil. Normalmente la Variedad se expresa después de establecer el Género ruso.

Como se puede observar los niveles taxonómicos que componen esta Clasificación de Suelos de Rusia, están establecidos en función de los actuales criterios sobre suelos, ya que interpretan la génesis y definen cuantitativamente la Categoría de acuerdo a las características fisicoquímicas y morfológicas del perfil, conservando hasta donde es posible las características de una Clasificación Natural que sostiene el estudio de intergrados genéticos de un perfil con

otros a través de sus categorías, en especial, a través del Género y la Especie y tal vez éste sea uno de los enfoques más adecuados y característicos de esta Clasificación. Además este tipo de Categorías empleadas, así como los criterios que las definen, hacen posible establecer correlaciones con otras clasificaciones de suelos, o cuando menos, interpretar sus equivalencias en los distintos niveles taxonómicos empleados en otras clasificaciones.

En la Tabla (IX) se muestran las relaciones aproximadas a nivel de Categorías, entre este Sistema y los Sistemas Francés, 7a. Aproximación y FAO-UNESCO modificada por CETENAL en 1970 incluyendo además algunas propuestas realizadas por Dudal para hacer más operativo a este último Sistema.

TABLA IX

| Niveles de Categorías Empleadas en la Clasificación Soviética Actual y sus Relaciones Aproximadas con las Categorías Empleadas en Otras Clasificaciones | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|-------------------------|-------------------|--|-------------------------------|--------------------|--|-------------------------|------------------------------------|---|--|
| Clasif. Rusa Gorasimov-Ivanova 1959 | | | Clasif. Francesa ORSTOM | | | Clasif. 7a. Aproximación USDA | | | Clasif. FAO según Dudal | | | Observaciones |
| Categoría | División | Criterios hasta empleados p/definir la Categoría | Categoría | División | Criterios básicos empleados p/definir las Categorías | Categoría | División | Criterios Básicos | Categoría | División | Criterios Básicos | |
| Clase: | 12 Clases | Constituida en función de factores ecológicos, genéticos y bioclimáticos. | Clase | 12 Clases | Ecológico y genético se basan en el grado de evolución de los perfiles ABC | Orden | 10 Ordenes | Grado evolutivo del perfil Htz mayores. | | | | *Estos niveles de categoría son semejantes, aunque no iguales |
| Subclase: | 4 Subclases. | Concepto ecológico, fuertemente relacionado con aspectos de zonalidad de suelo. | Subclase | 36 Subclases | Ecológico y genético. | Suborden | 47 Subordenes. | Homogeneidad genética. Resumen de humedad. | *Unidad | 35 Unidades | Grado de evolución. Resumen de humedad. | La Unidad y Subunidad son conceptos recientes; propuestos por Dudal en el IX Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo. |
| Tipo: | 110 Tipos | Caracteres morfológicos y ecológicos. | Grupo | 96 Grupos | Caracteres morfológicos diagnósticos. | Gran grupo | 206 Grandes grupos | Presencia de características diagnósticas. | *Subunidad | 98 Subunidades | Horizontes diagnósticos | |
| Subtipo: | Nº no determinado | Factor pedogenético dominante | Subgrupo | Nº no determinado | Intergradaciones a otros grupos | Subgrupo | Nº no determinado | Intergradaciones a otros grupos. | *Gran grupo | Nº no determinado | Intergradación | A este nivel opera actualmente FAO. |
| Genero: | Nº no determinado | Propiedades del material parental | Familia | Nº indeterminado. | Propiedades físico-químicas del material parental. | Familia | Nº indeterminado | Textura, mineralogía, régimen de temperatura del suelo | * N O E X I S T E | | | *En nuestro país aún no hay datos, ni análisis de suelos suficientes para establecer esta categoría |
| Especies: | Nº indeterminado | Dado por el grado de desarrollo morfológico del pedón. | Serie | Nº indeterminado | Clase y arreglo de los horizontes | Serie | 10 000 Series | Clase y arreglo de los horizontes, textura, estructura, reacción y propiedades químicas. | *Serie | | Conceptos iguales a los de la 7a. Aproximación. | *La serie de FAO aún no se ha empleado en nuestro país. |
| Variedad: | Nº indeterminado | Dado por la textura | Tipo | Nº indeterminado | Dado por la textura | Tipo | Nº indeterminado | Se basa en textura | Tipo | Utiliza 3 tipos: Fino Medio Grueso | Se basa en textura | La FAO además del tipo utiliza el concepto Fase. |

6.3. Clasificación Rusa.

Buol en 1973 al analizar el moderno Sistema de Clasificación Soviética lo define como "un sistema con fuertes bases genéticas" que evalúa a las propiedades del suelo, así como a los procesos pedogenéticos que intervienen en su formación.

Buol además, establece que el estudio de los perfiles de suelos comprendidos en esta Clasificación presentan 3 elementos fundamentales que son:

- a) Propiedades del suelo
- b) Procesos pedogenéticos y
- c) Factores formadores del suelo

En el cuadro (X) se presenta un esquema general de la Clasificación de Suelos empleada en la Unión Soviética según Buol, 1973 (propuesto por Ivanova, 1956).

| TABLA I | | | | |
|---|---------------------------|--|---|---------------------------------|
| CLASE | SUBCLASE | SUICO TIPO | | |
| | | Automático | Automático Hidráulico | Hidráulico |
| I. Suelos de tundra ártica | 1. Tundra ártica | Suelos del Ártico | ..... | ..... |
| | 2. Turba subártica | Suelos de turba | ..... | ..... |
| | 3. Turba de pantano | Suelos de turba | Suelos de Solonchob | Suelos de pantano de tundra |
| | 4. Solonchob ártico | ..... | ártico | ..... |
| II. Suelos congelados de tundra boreal | 1. Turba congelada | Turba congelada | ..... | ..... |
| | 2. Pantano congelado | Suelos amarillos de turba | Clasales de turba, amarillos paj | Suelos de pantano congelado |
| | 3. Solonchob congelado | Solchob | Solchob glaciado | ..... |
| III. Turba boreal y Suelos foraj tales | 1. Turba forestal | Suelos podólicos | Podólicos suelos de pantano | ..... |
| | | Suelo gris forestal | Suelos gris forestal glaciado | ..... |
| | 2. Turba de tajo | Suelos de turba turba o de tajo | Suelos de turba con gley | ..... |
| | 3. Pantano | ..... | ..... | Suelos de pantano |
| IV. Bosque húmido de sub-boreal y suelos de producción | 1. Burecum | Suelos forestales húmedos no podólicos | Suelos húmedos forestales, ácidos no podolizados con gley | ..... |
| | 2. Burecum de pantano | ..... | Suelos burecum de pantano | ..... |
| | 3. Turba de bosque húmedo | Suelos humicarbomizados | Suelos humicarbomizados con gley | ..... |
| | 4. Pantano | ..... | ..... | Suelos de pantano |
| V. Suelos de estepa sub-boreal | 1. Estepa | Chernozem | Chernozem | ..... |
| | 2. Pradera | ..... | ..... | Suelos de pradera |
| | 3. Pradera pantano | ..... | ..... | Suelos de pradera y pantano |
| | 4. Solonchob | Solonchob de estepa | Solonchob de pradera Solchob | ..... |
| | 5. Solonchob | ..... | ..... | Solonchob de estepa |
| VI. Suelos de desierto sub-boreal | 1. Desierto | Suelos pardos semi-desérticos | Suelos pardos desérticos | ..... |
| | 2. Talay | ..... | Suelos de talay | ..... |
| | 3. Solonchob de desierto | Solonchob desértico | Solonchob de pradera desértico | ..... |
| | 4. Solonchob de desierto | ..... | ..... | Solonchob del desierto |
| VII. Suelos de bosque subtropical húmido | 1. Litomom | Litomom | Litomom con gley | ..... |
| | 2. Krasnomom | Krasnomom | Krasnomom con gley | ..... |
| | 3. Pantano subtropical | ..... | ..... | Suelos de pantano subtropical |
| VIII. Suelos de bosque subtropical seco, de tajo y estepa | 1. Tierra Cinnamom | Suelos de Cinnamom | Suelos Cinnamom de pradera y foraj tales | ..... |
| | 2. Pantano subtropical | ..... | Solonchob | ..... |
| | 3. Pradera subtropical | ..... | ..... | Suelos subtropicales de pradera |
| | 4. Solonchob subtropical | ..... | Solonchob de pradera subtropical | ..... |
| IX. Suelos de tundra subtropical | 1. Burecum de desierto | Burecum suelos de desierto | | |
| X. Suelos tropicales | EN ESTUDIO | | | |
| XI. Suelos de tajo seco | EN ESTUDIO | | | |
| XII. Suelos de tajo desértico | EN ESTUDIO | | | |

7. Sistema de Clasificación Francesa de Suelos.

Este sistema taxonómico fue propuesto por la Comisión de Pedología y Cartografía de Suelos en 1967 y, se basa principalmente en la Clasificación de Aubert y Duchaufour (1956); así como en las modificaciones que el mismo Aubert G. efectuó en 1965 al publicar su libro: "Clasificación de Suelos", donde analiza y propone cambios a nivel de las Clases, Subclases, Grupos y Subgrupos de suelos. Esta Clasificación ya modificada, es utilizada inicialmente por la Sección de Pedología de ORSTOM, el cual en 1968 la publica en el boletín No. 32 de la FAO-UNESCO, bajo el título de "Clasificación de Suelos, utilizada por los Pedólogos Franceses", Roma, Italia.

Esta Clasificación se basa principalmente en la evolución de los horizontes del suelo, en la alteración y tipo de humus, en el tipo de condiciones de hidromorfismo y en el grado de lixiviación de los suelos. (Carter III (7).1.)

Sin embargo, recientemente esta Clasificación de Suelos ha seguido una fuerte corriente ecológica, propiciada principalmente por los estudios realizados por Duchaufour (1975) que sostiene que: Las características de los perfiles de suelo estudiados y su evolución son explicados como resultantes de los factores de intemperismo del medio ambiente.

Duchaufour ha intentado darle un aspecto más natural a

esta Clasificación, aunque siguiendo el esquema básico de la Taxonomía de Suelos Francesa; en su "Atlas Ecológico de los Suelos del Mundo", Duchaufour adopta la fórmula de Schroder relativa a los conceptos: medio-- procesos-- caracteres, que son en realidad los constituyentes para una Clasificación Morfogenética. Duchaufour también toma en cuenta los aspectos fisicoquímicos definidos por las condiciones del medio, pero aún no llega a establecer una verdadera Clasificación Natural, ya que el mismo Duchaufour reconoce que muchos de los procesos ecológicos que actúan en el suelo son poco conocidos o se desconocen totalmente, también advierte que existen muchos suelos de transición o intergrados evolutivos que necesariamente se sitúan en los umbrales de dos Clases diferentes y que, por lo tanto, pueden ser incluidos indistintamente en una u otra Clase.

Duchaufour propone que el sistema de clasificación tradicional "en pirámide" debería ser substituído por un sistema lineal compuesto por "cadenas de evolución" y que éstas se presentaran formando secuencias evolutivas establecidas, desde luego, por los factores intempéricos del ambiente. (cita III (7).2.)

Empero, tanto la Clasificación Francesa ORSTOM (1967) como la Clasificación Ecológica de Duchaufour, se basan en el establecimiento de una división artificial para la designación de los horizontes del suelo, la cual se presenta en la siguiente tabla:

TABLA XI "HORIZONTES DE DIAGNOSTICO DE LA CLASIFICACION FRANCESA ORSTOM"

| Horizontes Principales | Subhorizontes | Horizontes Especiales | Indices para A, B & C |
|---|--|--|------------------------|
| A. Horizonte de superficie que contiene materia orgánica | <p>A_{oo} - Hojarasca</p> <p>A_o - Estructura original destruída (más de 30% de M. O.)</p> <p>A₁ - Horizonte mixto, mineral y orgánico</p> <p>A₂ - Horizonte antrópico</p> <p>A₂^P - Horizonte de lixiviación</p> <p>A/B - Horizonte transicional entre eluvial e iluvial</p> | <p>AoH: Capa humificada, humus bruto materiales muy transformados</p> <p>AoF: Capa de fermentación</p> <p>A₁B: Humus evolucionado, procede de la insolubilización de complejos organo-minerales</p> | g: pseudogley |
| (B) Estructural o de alteración, difiere de la roca madre por su grado de alteración - más fuerte | | | Ca - Horizonte cálcico |
| B. Horizonte enriquecido por lixiviación, acumula arcilla, óxidos de hierro y de aluminio y a veces humus | <p>Bt Acumulación de arcilla</p> <p>BS Acumulación de sesquióxidos</p> <p>Bh Acumulación de humus</p> | <p>BtBs- Horizonte mixto argillico y espódico</p> <p>Beta- Horizonte de alteración y acumulación Rico en arcilla fina y hierro se forma encima de algunas calizas y subyace a una capa limosa o arenosa</p> | x - Fragipan |
| C. Material originario del cual se forman A, B o (B) | | | |
| G. Horizonte de color gris verdoso rico en hierro ferroso, implica hidromorfismo y nivel freático alto | | | |
| R. Roca subyacente | | | |

7.1. Horizontes de Diagnóstico.

Como se observa en la Tabla (XI), la Clasificación Francesa utiliza caracteres estadísticos muy definidos y precisos para denominar sus horizontes del suelo y estos caracteres son en realidad muy semejantes a los horizontes de diagnóstico que se utilizan en la 7a. Aproximación y FAO y con la diferencia que la Clasificación Francesa los usa con fines de investigación científica, así; mientras que estas dos últimas Clasificaciones pretenden un uso práctico de estos horizontes de diagnóstico, este uso se aplica principalmente a Cartografía de Suelos y manejo de suelos. (cita III (7).3)

Aunque la Clasificación Francesa utiliza además ciertos horizontes secundarios establecidos por FAO y 7a. Aproximación, no emite con sólo estos elementos un diagnóstico sobre Clasificación de Suelos, sino que analiza además una serie de factores ecológicos, genéticos y evolutivos.

En el cuadro (XII) se comparan los horizontes de la Clasificación Francesa ORSTOM y su notación con los horizontes establecidos por la 7a. Aproximación y FAO-UNESCO, en principio, se observa que los criterios básicos para la definición de estos horizontes son muy semejantes en los 3 Sistemas, salvo en los casos de los horizontes de gleificación (G) y pseudogley, que para la Clasificación Francesa son horizontes muy diagnósticos, mientras que para la

| CUADRO XII | | | | |
|--|--------------------------------------|--|--|---|
| DESIGNACIÓN DE HORIZONTES EN LA CLASIFICACIÓN FRANCESA Y SUS RELACIONES DE NOTACION CON LA 7a. APROXIMACION Y FAO-UNESCO | | | | |
| Definición de Horizontes y Subhorizontes. Criterios Básicos. | Notación transicional Francesa. | Notación usada por la 7a. - Aproximación | FAO | Observaciones |
| Horizontes orgánicos de superficie | Ao | Ao1-Ao2 | Ao1-Ao2 | |
| Hojasca-restos vegetales identificables | Aoo | o1-o2 | o1-o2 | FAO establece: A ócrico, mólico o úmbrico |
| Horizonte mixto, materia orgánica y minerales | Ah | A1-capa humificada | A1 | |
| Horizonte humífero labrado | Ahp | Ap-Influencia antrópica | Ap | Horizonte de cultivo |
| Horizonte eluvial | A ₂ | A ₂ | A ₂ | |
| Horizonte lavado de los Podzol | A ₃ | E álbico | E | FAO lo utiliza además en otros Grandes Grupos |
| Horizonte de transición entre los horizontes eluvial e iluvial | A/B | A ₂ -AB ₁ A ₃ B | A ₂ -AB | |
| Horizonte enriquecido por iluviación | B | B ₂ | B ₂ -B ₂₁ -B ₂₂ | FAO lo denomina B cámbico |
| Horizonte B de transición | BC-Co | B ₃ | BC-B ₃ | |
| Acumulación de arcilla | Bt | B ₂ t | B ₂ t | B argílico |
| Acumulación de humus | Bh | B ₂ h-Bh ₂ | Bh ₂ | |
| Acumulación de sesquióxidos | Bo | B ₂ ca | Bca ₂ | B espódico |
| Horizonte plácido | Bb | | | |
| B estructural o de alteración | (B) | (B) | (B) | |
| Horizonte de glificación | G | g | g | FAO lo denomina horizonte de glificación |
| Pseudogley | g | | | |
| Roca madre alterada | C ₁ -C ₂ ...Cn | C ₁ ó Cca ó Cca | C ₁ ó Cca ó Cca | 7a. y FAO incluyen horizontes de acumulación |
| Roca madre fragmentada | C ₁ C ₂ ...Cn | Cl | Cl | |
| Roca madre intacta | Cn + 1 | * R | * R | *Puede o no ser el material parental |

7a. Aproximación y FAO son secundarios, incluso el concepto pseudo_ gley no se maneja a nivel taxonómico en estas Clasificaciones, otra diferencia que se aprecia en este cuadro es el número de subhorizontes del A que utiliza la ORSTOM y que denomina "especiales", los cuales no existen en los otros dos Sistemas, asimismo, el horizonte "Beta" no se utiliza como tal en los Sistemas 7a. y FAO y mientras que estos 2 Sistemas utilizan el concepto de horizonte "E álbico" para nominar al horizonte lavado de los Podzol y Planosoles, la Clasificación Francesa lo sigue considerando como horizonte A₂.

No obstante las diferencias en la notación de algunos horizontes ó subhorizontes en las 3 Clasificaciones que aquí se comparan, existe el principio de una demarcación natural del suelo en 3 grupos:

- | | | |
|----|--|---|
| a. | Horizontes superficiales organominerales | A |
| b. | Horizontes medio de acumulación | B |
| c. | Roca madre o material parental | C |

Sin embargo, las diferencias entre las notaciones usadas por la Clasificación ORSTOM con respecto a la 7a. y FAO, son temporales ya que se espera que la Clasificación Francesa adopte las designaciones de los horizontes propuestos en el Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo por parte de la 7a. Aproximación.

7. 2. Categorías Taxonómicas y sus Correlaciones.

La Clasificación Francesa establece 12 Clases, 36 Subclases, 96 Grupos y un número no determinado de Subgrupos, siendo estas categorías en sus bases y funciones muy semejantes a los niveles categóricos de Ordenes, Subórdenes, Grandes Grupos y Subgrupos respectivamente de la Clasificación 7a. Aproximación.

Las Clases están definidas en función de criterios ecológicos, genéticos y evolutivos del perfil. Las Subclases en función de criterios de zonalidad, clima, estructura química del perfil. El grupo se define base de caracteres morfogenéticos diagnósticos y el Subgrupo se puede definir como una etapa de intergradación entre dos grupos típicos.

Ahora bien, estas categorías taxonómicas son muy susceptibles mediante un análisis, de ser correlacionadas con los taxa de la 7a. Aproximación, en virtud de que los criterios básicos que utiliza para definir sus Categorías son, la mayoría, conocidos y algunos empleados a nivel taxonómico, como es principalmente el caso de los horizontes B donde tanto la Clasificación ORSTOM como la 7a. Aproximación ponen especial interés sobre todo en horizontes B argílicos (B_{2t}) y espódicos, así como en los procesos pedogenéticos que originan a estos horizontes diagnósticos.

En la tabla (XIII) se muestran las equivalencias taxonó-

micas entre las Clasificaciones ORSTOM y 7a. Aproximación, así como las equivalencias entre la 7a. Aproximación y la Clasificación Ecológica de Duchaufour.

Esta compatibilidad entre las Clases Francesas y los Ordenes de la 7a. Aproximación es sin duda alguna el resultado de un gran esfuerzo por estudiar y comprender de forma razonable al recurso suelo.

A continuación se presenta la tabla de Equivalencias Taxonómicas a nivel mayor; entre las Clasificaciones ORSTOM (1967) y 7a. Aproximación (1960); así como 7a. Aproximación (1970) y la Clasificación Ecológica de Duchaufour (1976).

COMENTARIOS:

Se observa la estrecha relación que existe entre las Clases de la Clasificación Francesa y los Ordenes de la Clasificación USDA, así mismo, son evidentes las relaciones entre sí de las Clases ORSTOM y las Clases Ecológicas de Duchaufour, así como las relaciones de ambas Clases con los Ordenes de la Clasificación USDA.

TABLA XIII

| ORSTOM 1967 | USDA-1960 | USDA-1970 | DUCHAUFOR 1976 |
|-----------------------------------|---|---|--|
| Clase: Clasif. Francesa | USDA-Orden | USDA-Orden | Clase - Clasif. Ecológica |
| I. Suelos minerales en bruto | Entisoles | Inceptisol Entisol | 1. Suelos poco evolucionados (semejante a Clase I y II) ORSTOM |
| II. Suelos poco evolucionados | Entisoles | Mollisoles | 2. Suelos calcimagnésicos (semejante a la Clase V) |
| III. Vertisoles | Vertisoles | Mollisoles Inceptisol Vertisoles | 3. Suelos isohúmicos y vertisoles (semejante a la Clase III y VI) ORSTOM |
| IV. Andosoles | Inceptisol | Entisoles Alfisoles Ultisoles (Podzolizados) | 4. Suelos empardecidos y lavados |
| V. Suelos calcimagnésicos | Mollisoles Inceptisol | Espodosoles | 5. Suelos podzolizados (semejante a la Clase VIII) ORSTOM |
| VI. Suelos isohúmicos | Mollisoles Inceptisol | | |
| VII. Suelos bruníferos | Alfisoles Inceptisol | Incluye todos los Ordenes salvo los Aridisoles | 6. Suelos hidromórficos (semejante a la Clase XI) ORSTOM |
| VIII. Suelos podzólicos | Espodosoles Inceptisol | | |
| IX. Suelos de sesquióxidos de Fe. | Inceptisol Entisol | Alfisoles Ultisoles | 7. Suelos fersialíticos |
| | Alfisol (ferricos) | Alfisoles Oxisoles Ultisoles | |
| X. Suelos ferralíticos | Oxisoles Ultisoles | | 8. Suelos ferruginosos y ferralíticos (semejante a la Clase X) ORSTOM |
| XI. Suelos hidromórficos | Histosoles Entisoles Mollisoles Inceptisol Alfisoles Ultisoles Uxisoles | | |
| XII. Suelos sódicos | Aridisoles Entisoles Mollisoles Alfisoles | Aridisoles Entisoles Mollisoles | 9. Suelos sódicos (semejante a la Clase XII) |

7.3. Análisis y Comentarios sobre el Sistema de Clasificación de Suelos ORSTOM 1967.

En general y de manera breve, se presenta a continuación un análisis personal sobre los criterios básicos empleados en esta Clasificación para definir sus taxa:

Del análisis de las Clases, Subclases y Grupos de esta Clasificación se puede sintetizar lo siguiente:

1. La Clase I y sus grupos están definidos por su modo de formación físico y mecánico.
2. La Clase II y sus grupos están definidos por su modo de formación físico, su tipo de clima y la evolución de ácidos húmicos.
3. La Clase III y sus grupos están definidos por drenaje y estructura.
4. La Clase IV y sus grupos están definidos por tipos climáticos, evolución de humus y caracteres químicos referentes al porcentaje de saturación de bases.
5. La Clase V y sus grupos están definidos por sus contenidos en calcio, carbonatos, ácidos húmicos, regimenes de temperatura y pedoclima.
6. La Clase VI está definida por aspectos climáticos, evolución del humus, pedoclima y factores formadores pedogenéticos.
7. La Clase VII y sus grupos están definidos por clima, procesos pedogenéticos, tipos climáticos, porcentaje de saturación de bases, vegetación y manto freático.
8. La Clase VIII y sus grupos están definidos por clima, tipos de clima

evolución morfogénica, procesos pedogenéticos, hidromorfismo, vegetación y manto freático.

9. La Clase IX y sus grupos están definidos por clima y presencia de sesquióxidos de Fe-Al
10. La Clase X y sus grupos están definidos por la presencia de fierro, clima, porcentaje de saturación de bases, horizontes (B), evolución del humus, procesos pedogenéticos y tipos climáticos.
11. La Clase XI y sus grupos están definidos por los procesos de hidromorfismo.
12. La Clase XII y sus grupos están definidos por la presencia de sodio y sales, así como de la estructura del horizonte B.

7.4. Clasificación de Suelos Francesa,

Se presenta una traducción del Francés al Español; sobre este sistema de Clasificación modificado por ORSTOM en 1975 y que incluye 2 nuevas Categorías Taxonómicas; constituidas por la Clase Andosoles y la Clase de Suelos Pardos, incluyendo en la nueva Clase Andosoles, 2 divisiones a nivel de Subclases; una para Andosoles de Países Fríos y la otra para Andosoles de Países Tropicales.

Clasificación Francesa

ORSTOM

- I. Clase. - Suelos minerales en bruto.

I. 1. Subclase. - Suelos minerales en bruto no climáticos.

Grupo I. 11 Suelos minerales en bruto de erosión

I. 12 Suelos minerales en bruto de Aluviales

I. 13 Suelos minerales en bruto de Coluviales

I. 14 Suelos minerales en bruto de Eólicos

I. 15 Suelos minerales en bruto Volcánicos

I. 16 Suelos minerales en bruto Antrópicos

I. 2. Subclase. - Suelos minerales en bruto, climáticos de desierto frío.

Grupo I. 21 Litosoles de desiertos fríos

I. 22 Crisoles en bruto no organizados

I. 23 Crisoles en bruto organizados

I. 3. Subclase. - Suelos minerales en bruto de desiertos calientes.

Grupo I. 31 Litosoles de desiertos calientes

I. 32 Suelos en bruto xéricos sin organización

I. 33 Suelos en bruto xéricos organizados de ablación

I. 34 Suelos en bruto xéricos sin organización y de aporte

I. 35 Suelos en bruto xéricos organizados de aporte

II. Clase. - Suelos poco evolucionados.

II. 1. Subclase. - Suelos poco evolucionados congelados permanentemente.

Grupo II. 11 Suelos con fuerte segregación por hielo no ordenados

II. 12 Suelos con fuerte segregación por hielo ordenados en redes

II. 13 Suelos sin segregación por hielo muy ordenados en redes

II. 14 Suelos Pardo árticos

II. 2. Subclase. - Suelos humíferos poco evolucionados.

Grupo II. 21 Rankers

II. 22 Suelos humíferos litocálcicos

II. 23 Suelos poco evolucionados con alofano

II. 3. Subclase. - Suelos poco evolucionados xéricos.

Grupo II. 31 Suelo gris subdesértico

II. 32 Xerorankers

II. 4. Subclase. - Suelos poco evolucionados no climáticos.

Grupo II. 41 Suelos de erosión

II. 42 Suelos de aporte coluvial

II. 43 Suelos de aporte aluvial

II. 44 Suelos de aporte eólico

II. 45 Suelos de aporte volcánico, friables

II. 46 Suelos de aporte antrópico

III. Clase. - Vertisoles.

III. 1. Subclase. - Vertisoles con drenaje externo nulo o reducido.

Grupo III. 11 Vertisoles con drenaje externo nulo o reducido
y estructura granular

III. 12 Vertisoles con drenaje externo, nulo o reducido
y estructura angular en los 15 primeros centí-
metros.

III. 2. Subclase. - Vertisoles con drenaje externo posible.

Grupo III. 21 Vertisoles con drenaje externo y estructura
granular al menos en los primeros 15 centíme-
tros superiores

III. 22 Vertisoles con drenaje externo y estructura an-
gular al menos en los 15 centímetros superio-
res

IV. Clase. - Andosoles.

IV. 1. Subclase. - Andosoles de países fríos.

Grupo IV.11 Andosoles humíferos desaturados

IV.2. Subclase. - Andosoles de países tropicales.

Grupo IV.21 Suelos saturados

IV.22 Suelos desaturados

V. Clase. - Suelos calcomagnésicos.

V.1. Subclase. - Suelos carbonatados.

Grupo V.11 Rendzinas

V.12 Suelos pardos calcáreos

V.13 Criptorendzinas

V.2. Subclase. - Suelos saturados.

Grupo V.21 Suelos pardos cálcicos

V.22 Suelos húmicos carbonatados

V.23 Suelos cálcicos melanizados

V.3. Subclase. - Suelos gípsicos.

Grupo V.31 Suelos gípsicos rendziniformes

V.32 Suelos pardo gípsicos

VI. Clase. - Suelos isohúmicos.

VI.1. Subclase. - Suelos isohúmicos de pedoclima relativamente ..

húmedo.

Grupo VI.11 Brunizems

VI.2. Subclase. - Suelos isohúmicos con pedoclima frío.

Grupo VI.21 Chernozem

VI.22 Suelos castaños

VI.23 Suelos pardos isohúmicos

VI.3. Subclase. - Suelos isohúmicos de pedoclima seco.

Grupo VI.31 Suelos marrón

VI.32 Sierozem

VI.4. Subclase. - Suelos isohúmicos con un pedoclima de temperatura alta en época de lluvias.

Grupo VI.41 Suelos pardos subáridos

VII. Clase. - Suelos pardificados.

VII.1. Subclase. - Suelos pardos de climas húmedos.

Grupo VII.11 Suelos pardos

VII.12 Suelos lixiviados

VII.2. Subclase. - Suelos pardos de climas continentales.

Grupo VII. 21 Suelos gris forestal

VII. 22 Suelos derno-podzólicos

VII. 3. Subclase. - Suelos pardificados de climas boreales.

Grupo VII. 31 Suelos boreales lixiviados

VII. 4. Subclase. - Suelos pardos de países tropicales.

Grupo VII. 41 Suelos pardos eutróficos tropicales

VIII. Clase. - Suelos podzólicos.

VIII. 1. Subclase. - Suelos podzólicos climáticos.

Grupo. VIII. 11 Podzoles

VIII. 12 Suelos podzólicos

VIII. 13 Suelos ocre podzólicos

VIII. 14 Suelos criptopodzólicos

VIII. 2. Subclase. - Suelos podzolizados de climas fríos.

Grupo VIII. 21 Podzol boreales

VIII. 22 Podzol alpinos

VIII. 3. Subclase. - Suelos podzolizados hidromórficos.

Grupo VIII. 31 Podzol con gley

VIII. 32 Molken-Podzol

VIII.33 Podzol de napa tropical

IX. Clase. - Suelos con sesquióxidos de fierro.

IX. 1. Subclase. - Suelos ferruginosos.

IX. 2. Subclase. - Suelos fersialíticos.

X. Clase. - Suelos ferralíticos.

X. 1. Subclase. - Suelos ferralíticos débilmente desaturados en el B estructural.

Grupo X. 11 Suelos ferralíticos débilmente desaturados en (B) típicos

X. 12 Suelos ferralíticos débilmente desaturados en (B) empobrecidos

X. 13 Suelos ferralíticos débilmente desaturados en (B) remanentes

X. 14 Suelos ferralíticos débilmente desaturados en (B) rejuvenecidos

X. 2. Subclase. - Suelos ferralíticos moderadamente desaturados en (B).

Grupo X. 21 Suelos ferralíticos moderadamente desaturados en (B) típicos

X. 22 Suelos ferralíticos moderadamente desaturados en (B) húmiferos

X. 23 Suelos ferralíticos moderadamente desaturados en (B) empobrecidos

X. 24 Suelos ferralíticos moderadamente desaturados en (B) remanentes

X. 25 Suelos ferralíticos moderadamente desaturados en (B) rejuvenecidos

X. 3. Subclases. - Suelos ferralíticos fuertemente desaturados en (B)

Grupo X. 31 Suelos ferralíticos fuertemente desaturados en (B) típicos

X. 32 Suelos ferralíticos fuertemente desaturados en (B) húmiferos

X. 33 Suelos ferralíticos fuertemente desaturados en (B) empobrecidos

X. 34 Suelos ferralíticos fuertemente desaturados en (B) remanentes

X. 35 Suelos ferralíticos fuertemente desaturados en (B) rejuvenecidos

X. 36 Suelos ferralíticos lixiviados

XI. Clase. - Suelos hidromórficos.

XI. 1. Subclase. - Suelos hidromórficos orgánicos.

Grupo XI.11 Suelos con turba fibrosa

XI.12 Suelos con turba semifibrosa

XI.13 Suelos con turba alterada

XI.2. Subclase. - Suelos hidromórficos moderadamente orgánicos.

Grupo XI.21 Suelos húmicos con gley

XI.22 Suelos húmicos con stanogley

XI.3. Subclase. - Suelos hidromórficos minerales o poco húmicos.

Grupo XI.31 Suelos hidromórficos poco húmicos con gley

XI.32 Suelos hidromórficos poco húmicos con seudo
gley

XI.33 Suelos hidromórficos poco húmicos con anfi--
gley

XI.34 Suelos hidromórficos poco húmicos con stano
gley

XI.35 Suelos hidromórficos con acumulación de fierro
en caparazón o coraza

XI.36 Suelos hidromórficos con redistribución de cal-
cio o yeso

XII. Clase. - Suelos sódicos.

XII.1. Subclase. - Suelos sódicos con estructura degradada.

Grupo XII. 21 Suelos salinos con álcalis

XII. 22 Suelos sódicos con horizonte B

XII. 23 Suelos sódicos con horizonte álbico

8. Sistema comprensivo de Clasificación de Suelos 7a. Aproximación 1960 USDA.

"Taxonomía de Suelos 1975" U. S. D. A.

Este Sistema de Clasificación de Suelos fue propuesto y aceptado oficialmente en los Estados Unidos en el año de 1949, aunque no fué sino hasta 1960, cuando lo publica y utiliza por primera vez el Departamento de Agricultura de ese país.

Inicialmente (1960) se le denominó "Clasificación de Suelos, un Sistema Comprensivo" y se caracterizaba por dar un énfasis muy particular a la morfología y estructura del suelo, considerando en segundo término los aspectos pedogenéticos y evolutivos del perfil edáfico. (III 8 (1)).

Durante el período de 1962 a 1974, se efectuaron una serie de importantes modificaciones en esta Clasificación, las cuales fueron producto de una mayor investigación y experiencia en el uso de este sistema, así como del análisis e integración de algunos criterios básicos establecidos y utilizados con éxito por otras Clasificaciones de Suelos, en especial, por las Clasificaciones Rusa y Francesa, de donde tomó relevantes conceptos sobre génesis y procesos pedogenéticos. Así, con estas modificaciones y conceptos es republicada en 1975 con el título de "Taxonomía de Suelos" y, aunque seguía considerando a la morfología del suelo como una característica primordial y única, aceptaba que di-

cha característica era el resultado de la combinación de dos o más factores pedogenéticos.

Actualmente, continúa siendo una Clasificación morfogenética, que tiende a clasificar a los suelos de acuerdo a las relaciones y características naturales que presentan, pero que considera además múltiples caracteres genéticos y evolutivos como base de sus diagnósticos.

8.1. Categorías Taxonómicas de la 7a. Aproximación 1975, U. S. D. A.

Este Sistema comprende siete Categorías que incluyen Orden, Suborden, Grandes Grupos, Subgrupos, Familia, Serie y Tipo.

La Categoría de Subgrupos fué recientemente introducida en este Sistema con el fin de establecer los intergrados evolutivos en los suelos; aunque, de hecho, esta Clasificación raras veces emplea conceptos genéticos y se basa principalmente en Horizontes de Diagnóstico, propiedades fisicoquímicas y regimenes de humedad y temperatura del suelo. Estos procesos los define de una manera precisa, cuantitativa y comparativa, de ahí que esta Clasificación sea muy útil para fines prácticos (III 8 (2) - III 8 (4)).

Así tenemos que al:

1. Orden. - Se le reconoce por su terminación en sol-solum y por la adición de un elemento connotativo de una característica relevante. Por

ejemplo: Entisol = Ent = reciente, sol = suelo = Suelo reciente.

2. Suborden. - Está constituido por sílabas; la primera denota las propiedades diagnósticas del suelo, mientras que la segunda es el elemento formativo del Orden de Suelo: Aqu = agua Ent = entisol = Aquent.

3. Gran Grupo. - Formado por el nombre del Suborden y un prefijo que consiste de 1 ó 2 elementos formativos que sugieren propiedades diagnóstica, ejemplo: Cryoaquent = Cryo-helado, Aqu - agua,

Ent - Entisol

4. Subgrupo. - Formado por el nombre del Gran Grupo, modificado por 1 ó más adjetivos, ejemplo:

Vertic = vértico Cryo = helado Aqu = agua Ent = Entisol

5. Familia. - La Familia es un concepto polinomial que implica una serie de factores que deben denominarse, como son:

- a) Tamaño de partículas en los suelos
- b) Clase mineralógica
- c) Carbonatos
- d) Temperatura del suelo
- e) Profundidad del suelo
- f) Consistencia
- g) Grietas

6. Series. - Consisten en un grupo de suelos con horizontes similares, tanto en su disposición dentro del perfil como en las características diferenciadoras, con excepción de la textura de la capa superficial y, el desarrollo a partir de un tipo de material originario.

7. "Tipo". - Este concepto únicamente indica el tipo textual del perfil.

8.2. Diagnosis y Clasificación de los Ordenes.
Soil Taxonomy, 1975 (III 8 (5)).

Actualmente esta Clasificación esta compuesta de 10 Ordenes, 47 Subórdenes, 206 Grandes Grupos y 10, 000 Series aproximadamente. La diagnosis de los Ordenes es relativamente sencilla como se puede observar en la siguiente tabla:

TABLA XIV DIAGNOSIS DE LOS ORDENES SEGUN BUOL (1983)

| Si el suelo presenta: | ORDEN |
|--|------------|
| 1. Más del 30% de arcilla hasta un metro de profundidad o antes si está limitado por roca o fase paralítica, presenta además gilgai y/o cutanes, y/o agregados en forma de cuña----- | Vertisol |
| 2. Sin más horizontes diagnósticos que ócrico o antrópico - | Entisol |
| 3. No presenta espódico, argílico, nátrico, óxico, petro cálcico, plintita; pero puede presentar cámbico o his <u>ti</u> co o duripan----- | Inceptisol |
| 4. Presenta ócrico o argílico pero no óxico o espódico .. en climas secos ----- | Aridisol |
| 5. Espódico ----- | Espodosol |
| 6. Presenta argílico y temperatura media anual de 8° C, por ciento de saturación de bases menor de 35 me. / 100 g. dentro de una profundidad de 1.25 m. ----- | Ultisol |
| 7. Presenta mólico, pero no óxico ----- | Mollisol |
| 8. Todos los demás suelos minerales con argílico ----- | Alfisol |
| 9. Presenta horizonte óxico ----- | Oxisol |
| 10. Presenta más de 30% de materia orgánica hasta una profundidad de 40 cm. ----- | Histosol |

Definición de los Ordenes (Soil Geography, SCS, U. S. D. A.)

- A. Alfisoles: Son suelos que se caracterizan por presentar horizonte B_{2t} y un contenido medio a alto en bases (35%) normalmente se localizan en regiones húmedas; (más de 90 días consecutivos deben permanecer húmedos).
- D. Aridisoles: Suelos con horizontes pedogenéticos; usualmente el suelo permanece seco y nunca llega a acumular humedad. por más de 90 días, durante el período de temperatura adecuada para el crecimiento de las plantas.
- E. Entisoles: Se definen como suelos sin horizonte pedogenético y azonales.
- I. Inceptisoles: Son suelos que presentan algunos horizontes pedogenéticos de alteración o concentración, pero sin acumulación o lixiviación de materiales, salvo carbonatos y sílice, normalmente permanecen húmedos 90 días consecutivos durante el período en que la temperatura es adecuada para el crecimiento de las plantas.
- M. Mollisoles: Son suelos de color oscuro, cercanos al negro (1/1), con horizontes orgánicos superficiales muy ricos en bases, y pueden o no permanecer húmedos por más de 90 días consecutivos.
- H. Histosoles: Son todos los suelos orgánicos.
- O. Oxisoles: Son suelos con horizontes pedogenéticos en cuya natura-

leza química predomina el caolín, los óxidos hidratados y el cuarzo, siendo muy pobre en minerales de fácil intemperismo.

S. Espodosoles: Son suelos que presentan acumulación de materiales amorfos que subyacen a los horizontes superficiales y pueden o no permanecer húmedos 90 días consecutivos.

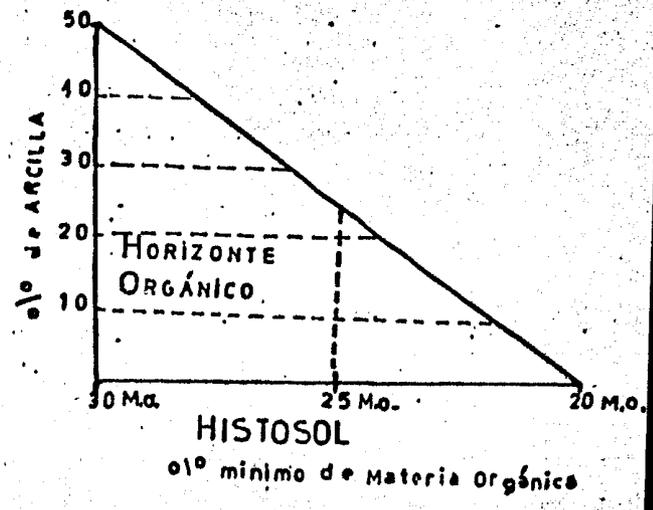
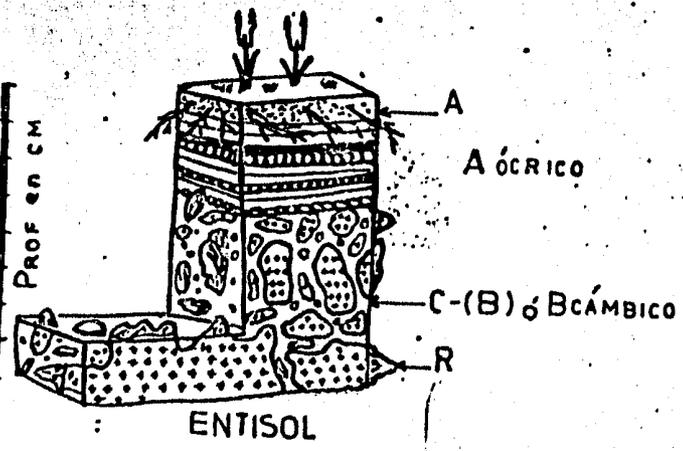
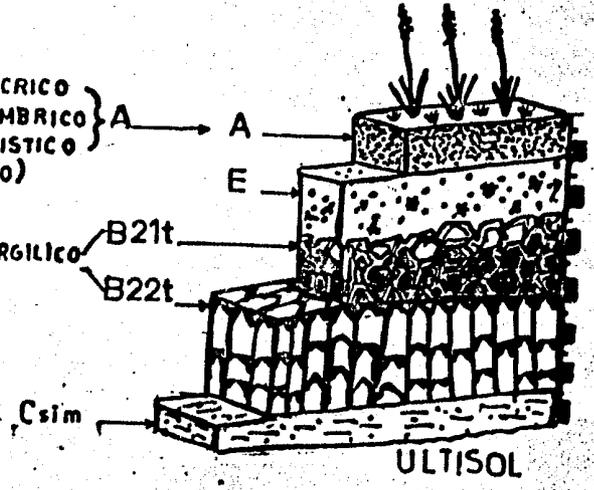
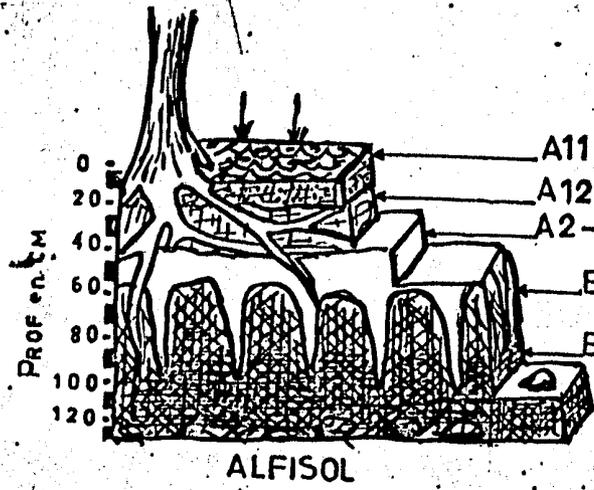
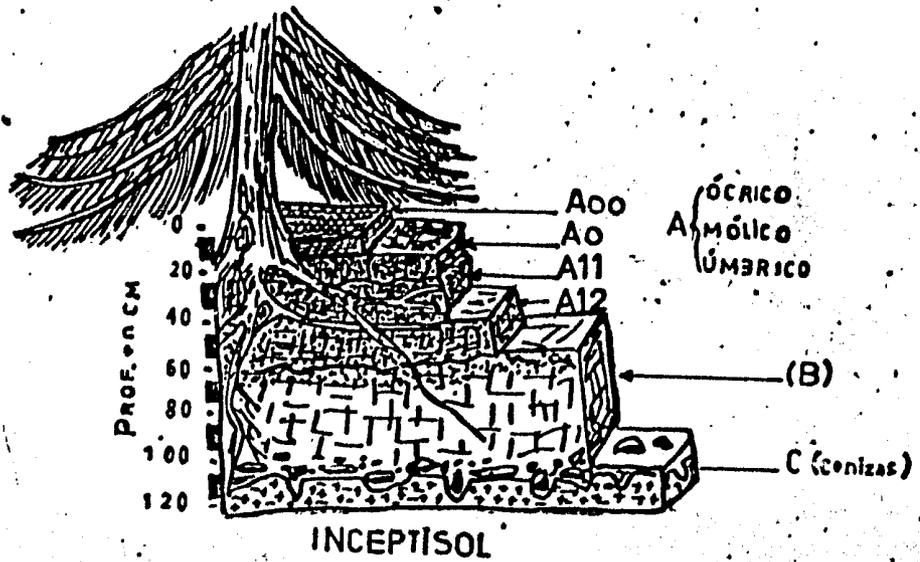
U. Ultisoles: Son suelos que presentan acumulación de arcilla en el horizonte B_{2t}, presentan menos de 35% de bases y normalmente permanecen húmedos por más de 90 días consecutivos durante el período en que la temperatura es adecuada para el crecimiento vegetal.

V. Vertisoles: Suelos con altos contenidos de arcillas expandibles, profundos, se agrietan durante los períodos de sequía.

X. Suelos complejos de montaña: Se trata de suelos asociados que presentan varios regímenes de humedad y temperatura, su localización altimétrica y tipo de relieve son muy variables y presentan muchos cambios morfológicos en cortas distancias.

En las ilustraciones (2-3) se muestran los principales horizontes y características morfológicas de los 10 Ordenes del Sistema de Clasificación 7a. Aproximación U. S. D. A. 1975, y en la tabla (XV) se muestra la correlación de los taxa de esta Clasificación 7a. Aproximación con los taxa de la Rusa.

ORDENES DE SUELOS



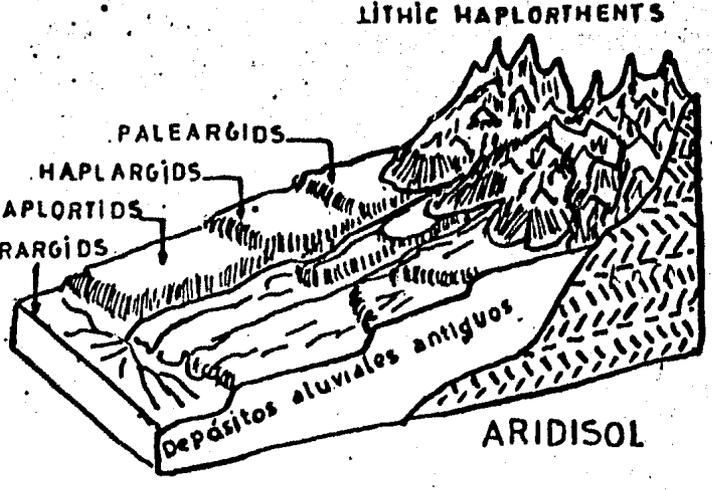
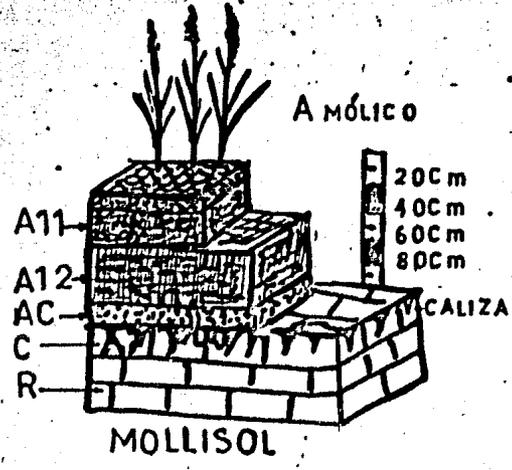
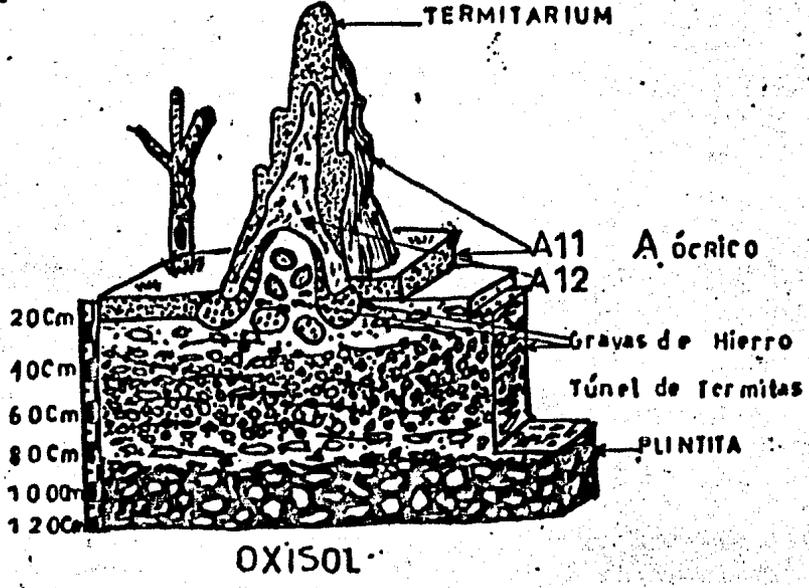
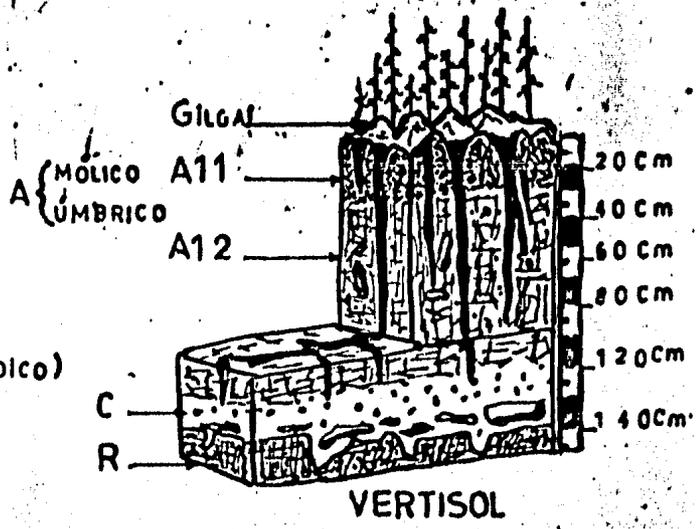
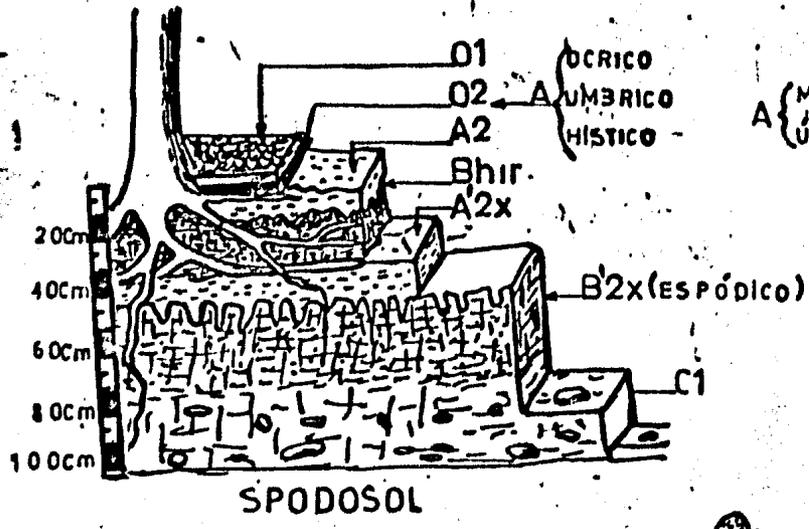


TABLA XV CORRELACIONES CATEGORICAS

| Clasificación USDA USDA. 7a. Aproximación, 1975 | Clasificación Rusa Gerasimov-Ivanova, 1959 |
|---|--|
| 1. <u>Orden</u> : Se basa en los procesos formadores y se indica por la presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico (10) | 1. <u>Clase</u> : Se define de acuerdo a los rangos de temperatura, y se usa en escalas de Clasificación Mundial (Ecológica) |
| 2. <u>Suborden</u> : Se basa en características genéticas, régimen de humedad, material parental y efectos de vegetación (47) | 2. <u>Subclase</u> : Es un concepto ecológico y se reconocen 4: 1. Automórfica = zonal 2. Hidromórfica 3. Semihidromórfica 4. Aluvial |
| 3. <u>Gran Grupo</u> : Se basa en los horizontes, en especial en el sequum-superior, saturación de bases, temperatura y humedad del suelo, presencia o ausencia de capas diagnósticas | 3. <u>Tipo</u> : Es el nivel más común para estudios regionales, es equivalente al Gran Grupo del USDA. Actualmente se reconocen 110 Tipos. El tipo se caracteriza por condiciones bioclimáticas, hidrológicas, morfológicas y químicas semejantes, se incluyen además características de acumulación de M.O., tipo de descomposición y síntesis de minerales, translocaciones de materiales del suelo y estructuras. |
| * <u>Grupo?</u> - No existe actualmente. Su creación; según mi criterio establecería un medio más accesible para llegar a obtener mayor conocimiento entre los intergradados de suelos | 4. <u>Subtipo</u> : Dado principalmente como consecuencia de los factores pedogenéticos, su nomenclatura indica localización y régimen de temperatura |
| 4. <u>Subgrupo</u> : Pretende indicar intergradaciones entre Grandes Grupos, Subórdenes y Ordenes | 5. <u>Género</u> : Dado por el material parental, textura y composición química |
| 5. <u>Familia</u> : Establece las propiedades necesaria para el crecimiento vegetal como son: clases mineralógicas, régimen de temperatura, textura | * <u>Subgénero?</u> - No existe actualmente |
| 6. <u>Series</u> : Se basan en el arreglo de horizontes, color, textura, estructura, consistencia y propiedades químicas y mineralógicas de los horizontes. | 6. <u>Especie</u> : Dada por el grado de desarrollo. |
| 7. <u>Tipo</u> : Se basa en la textura | 7. <u>Variedad</u> : Dada por la textura |

* NIVEL TAXONOMICO

8.3. Nomenclatura.

Todas las categorías de este Sistema Comprensivo de Clasificación de Suelos, en especial a nivel de Ordenes, Subórdenes y Grandes Grupos, generalmente basan su nomenclatura en raíces griegas y latinas, a las que se les denomina elementos formativos y cuya función es referir una o varias características sobresalientes del pedon en estudio, como por ejemplo:

| <u>Orden</u> | <u>Sílaba Formativa</u> | <u>Derivación</u> | <u>Significado</u> |
|---------------|-------------------------|-------------------|--------------------|
| 1. Inceptisol | ept | latina = inceptum | incipiente o joven |
| 2. Spodosol | od | griego = esposos | ceniza |

Así el Orden Inceptisol presenta la Suborden:

| | | | |
|----------|--------|--------|--------|
| Ochrepts | ochros | griego | pálido |
|----------|--------|--------|--------|

y este Suborden presenta el siguiente Gran Grupo:

| | | | |
|-------------|-----|----------------|-----------------|
| Cryochrepts | cry | griego = kryos | crystal (hielo) |
|-------------|-----|----------------|-----------------|

La idea primordial de tomar en cuenta con este sistema de nomenclatura latina y griega, radica en la información que estas raíces denotan y que, desde luego, se refieren a características inherentes y destacadas de los suelos.

8.4. Horizontes de Diagnóstico (según Soil Survey Staff U. S. D. A. 1975) (III 8 (5)).

La 7a. Aproximación como Sistema Comprensivo de Clasificación de Suelos utiliza para sus propósitos taxonómicos los horizontes de diagnóstico que no son otra cosa que la síntesis de los procesos

pedogenéticos representados morfológicamente en los horizontes A y B. Asimismo, utiliza otros horizontes de diagnóstico secundarios que pueden ser detectados en A, en B o en C. Estos horizontes secundarios de diagnóstico indican generalmente origen, propiedades fisicoquímicas y morfológicas atribuibles sólo a procesos edáficos dentro del perfil.

En general, el horizonte A puede presentar uno de 6 horizontes de diagnóstico, mientras que el horizonte B puede presentar uno o dos de los horizontes de diagnóstico de los 5 que se refieren a él.

Los horizontes secundarios de diagnóstico son 9 en total y pueden presentarse 1 ó 2 dentro de un perfil, a diferencia de los anteriores se encuentran indistintamente en el horizonte A, B, o C, siendo muy variables en su color, textura, espesor y grado de desarrollo.

En los siguientes párrafos se plantean algunas de las definiciones de los horizontes de diagnóstico establecidos en esta Clasificación (U. S. D. A., 1975).

Horizonte A:

8.4.0. Mólico

Se caracteriza por tener las siguientes propiedades:

- 1) Presenta una buena estructura que no es dura ni masiva cuando está

seco.

- 2) Los suelos con mecanismo de rubificación presentan cromas con valores de 3/3 cuando húmedos y un valor máximo de 5/5 cuando secos y deben ser una unidad más oscura que el horizonte que le subyace.
- 3) La saturación de bases es mayor de 50%.
- 4) Los contenidos de materia orgánica son mayores del 1% cuando menos en 18cm. de profundidad.
- 5) Debe ser un tercio de la profundidad si el suelo es menor de 75cm. y debe tener cuando menos 25cm. de espesor si el suelo es mayor de 75cm.
- 6) Debe presentar menos de 250 ppm de P₂O₅ soluble en ácido cítrico.

8.4.1. Umbrico.

Presenta todos los requisitos para el mólico, pero difiere en que su saturación de bases es menor de 50% o, en que puede ser duro o masivo cuando seco.

8.4.2. Hístico.

Es un horizonte que presenta un manto freático cerca de él, no debe presentar drenaje artificial.

Debe presentar al menos 30% de materia orgánica o 17% de carbón orgánico, esto si la fracción mineral no tiene arcilla.

Si se encuentra sepultado dentro de los primeros 50cm. se considera diagnóstico.

8.4.3. Ocríco.

Es más claro en color, más bajo en materia orgánica y carbón orgánico o con menos espesor que el mólico, úmbrico.

Se utiliza el criterio siguiente:

- 1) Presenta dentro de los primeros 40cm. de suelo en promedio un contenido menor al 1%, de materia orgánica y 0.58 de carbón orgánico.
- 2) Sus colores varían cuando húmedo de 4/4 o más de 5/6 cuando seco.

HORIZONTE B:

8.4.4. Argílico.

Presenta películas de arcilla iluvial, se forma debajo de un horizonte eluvial (A). Puede presentarse superficialmente si el horizonte A ha sido erosionado.

Se proponen las siguientes características para identificarlo:

- a) El horizonte B argílico si se presenta acompañado de un horizonte E álbico, el argílico deberá tener al menos 3% o más de arcilla que el E.

- b) Un horizonte B argílico deberá presentar al menos un espesor de 1/10 de la suma total de los horizontes que le preceden o más de 15cm si la profundidad del suelo es mayor de 150cm.
- c) Si el suelo presenta estructura masiva o granular, el horizonte B argílico deberá mostrar arcillas orientadas o películas arcillosas, o puentes entre los granos de arena.
- d) Si presenta estructura el suelo, el B argílico se caracteriza por tener películas arcillosas que se observan verticales y horizontales sobre la superficie de los terrones o en las paredes de los poros o canales.

Se debe observar un incremento de arcilla de por lo menos 20% mayor respecto al contenido del A.

8.4.5. Nátrico.

Presenta características semejantes al argílico, pero además:

- a) Presenta estructura columnar o prismática, entre los bloques estructurales puede presentar lenguas de horizonte E, pero esto es poco común.
- b) Presenta más del 15% de sodio intercambiable en algún subhorizonte del B, razón por la cual el horizonte B nátrico presenta más intercambio en $Mg^{++}-Na^{+}$ que en $Ca^{++}-H^{+}$.

8.4.6. Cámbico.

Es un horizonte B alterado, normalmente se en encuentra después de 25cm de la superficie del suelo y es más claro que los colores que presentan los mólicos, úmbricos o hísticos.

- a) Presenta texturas que son al menos migajones arenosos o limosos.
- b) Tiene estructura de suelos y no de roca.
- c) Presenta minerales insolubles.
- d) Las evidencias de alteración en el horizonte se presentan como manchas cuyos matices son más rojos que los horizontes que le subyacen, y/o evidencias de migración de carbonatos.
- e) Presenta algunas evidencias de eluviación de arcillas que no cumplen los requerimientos para argílico o espódico.
- f) No presenta capas cementadas y no es duro cuando está húmedo.

8.4.7. Espódico.

Se caracteriza por las siguientes propiedades:

- a) Es un horizonte que presenta fuerte eluviación o pérdida de bases y al menos se encuentra 18cm abajo del horizonte A.
- b) Debe cumplir con la necesidad de:

$$\frac{\% \text{ C extraíble} + \text{Fe} + \text{Al}}{\% \text{ de arcilla}} \geq 0.15$$

- b.1) El carbón, fierro y aluminio extraíbles presentan o pueden presentar colores del orden 7.5 YR o más rojos cuando húmedos, en algún subhorizonte.
- b.2) No presentan películas arcillosas o facetas.

c) Cuando el B espódico subyace al horizonte A:

- c. 1) Debe presentar una presión de agua de 15 a máximo 20 bars ó si es mayor, un pH en agua que sea menor de 5.0 pero que no sea mayor de 0.5 unidades que el pH que se determina con KCl.
- c. 2) Presenta contenidos de más de 3% de materia orgánica (1% de carbón orgánico).
- c. 3) Presenta un porcentaje de $Fe^{+++} + Cl^{-} + Al^{+++}$ extraíbles de 0.20/% de arcilla.
- c. 4) Presencia de esférulas compuestas por óxido de manganeso.
- c. 5) El matiz es más rojo que 10 YR, entra en el grupo de los 7.5 YR.

8. 4. 8 Oxico.

Carece de las características mencionadas para el argílico o nátrico.

- a) Presenta un espesor mínimo de 30cm.
- b) Su fracción fina arcillosa retiene 10 me/100 g. o menos de iones de amonio. Esto se debe a que los suelos con horizontes óxicos tienen predominantemente materiales arcillosos caoliníticos y óxidos de hierro y aluminio que dan capacidades de intercambio bajas, menores de 20 me/100 g. de suelo. Se sabe, sin embargo, por el examen de secciones delgadas y otras evidencias, que las partículas primarias de sílice son pocas, así que la suma del cuarzo y las arcillas se considera el por ciento de las arcillas totales.

c) Capacidad de intercambio catiónico aparentemente menor de 16 me por 100 g. de arcilla en la fracción de suelo menor de 2mm:

$$\frac{\text{me CIC} \times 100}{\% \text{ de arcilla}} - 16$$

d) Solamente tiene trazas de aluminio, silicatos primarios como feldespatos, micas, vidrio y minerales ferromagnesianos.

e) Solamente tiene trazas de arcillas dispersables en agua, en algún subhorizonte.

f) Textura de migajón arenoso o textura más fina que éste en la fracción de suelo menor de 2mm. y más del 15% de arcilla.

g) Límites graduales o difusos entre los subhorizontes.

h) Menos del 5% en volumen con estructura de roca.

8.5. Horizontes pedogenéticos y secundarios de diagnóstico.
USDA 1960 - USDA 1975.

Estos horizontes son resultado de un proceso pedogenético muy específico para cada uno de ellos y se utilizan para diagnosticar a los Grandes Grupos de Suelos que se incluyen en esta Clasificación. En general, indican caracteres edáficos muy particulares que normalmente permiten establecer la dinámica genética y evolutiva de un perfil, así como los procesos edáficos que lo constituyeron. Además permiten establecer los intergrados de un determinado suelo con otros; aunque éstos últimos se localicen geográficamente muy distantes con respecto al primero. (Henry D. Foth y Soil Survey Staff - 1978).

Entre los más importantes se consideran los siguientes horizontes:

8.5.0. Cálcico. ca.

El horizonte cálcico incluye horizontes de más de 15 cm de espesor, con un enriquecimiento secundario con carbonatos, tiene un contenido de carbonato de calcio equivalente de más de 15% y por lo menos 5% más de carbonato de calcio que el C. Si no existe horizonte C y el horizonte cálcico no está endurecido, éste tiene más de 15 cm de espesor, los contenidos de carbonato de calcio equivalente de más del 15% y más de 5% en volumen de carbonatos secundarios identificables, en concreciones o formas calcáreas suaves. Si el horizonte cálcico está endurecido y descansa sobre roca, puede tener desde 3 cm de espesor, siempre y cuando el producto del espesor en cm., multiplicado por el porcentaje de carbonato de calcio equivalente, sea de 200 o más (III 8 (3) - III 8 (5)).

8.5.1. Gypsico. cs.

El horizonte gypsico es un horizonte de más de 15 cm de espesor, con enriquecimiento secundario de sulfato de calcio. Tiene por lo menos 5% más de yeso que el horizonte C, o el estrato subyacente y el producto de espesor en cm, multiplicado por el porcentaje de yeso es expresado en miliequivalentes por 100 g de suelo. El porcentaje de yeso puede calcularse del producto de miliequivalentes de

yeso por 100 g. de suelo, multiplicado por el peso miliequivalente del yeso que es 0.086 (III 8 (3)).

8.5.2. Sálico. sa.

El horizonte sálico es un horizonte de más de 15 cm. de espesor, con enriquecimiento secundario y sales más solubles en agua fría que el yeso. Contiene por lo menos el 2% de sales, y el porcentaje de sales en peso, es de 60 o más. Si el resultado de sales es expresado en me/litro del extracto de saturación, el porcentaje de sales en peso puede calcularse aproximadamente como sigue:

$$\frac{\text{Meq por litro de cationes solubles} \times 0.058 \times \text{porcentaje de H}_2\text{O a saturación}}{1.000}$$

8.5.3. Plíntico.

El horizonte plíntico es una fase continua de arcillas altamente intemperizadas, con cuarzo y otros diluyentes; rica en sesquióxidos y pobre en humus. Comúnmente se presenta en manchas rojas, generalmente laminares poligonales o reticuladas, que cambian irrevisiblemente a "hardpan" o agregados irregulares, en condiciones de desecación y humedecimiento alternos. Si la textura del horizonte es más gruesa que el migajón arenoso muy fino más de la mitad del horizonte en volumen, muestra nódulos destacados o manchas rojas suaves, separadas entre sí (III 8 (5)).

8.5.4. Gleyico. g.

El horizonte gleyico indica hidromorfismo muy marcado, que se refleja en tonos azules (más azules que 10Y), que cambian al ser expuestos al aire y/o, por policromía prominente, así como colores en húmedo de "chroma" bajo la matiz del suelo (III 8 (5)).

8.5.5. Fragipan. x.

Un fragipan es un horizonte subsuperficial migajoso, que se encuentra frecuentemente subyacente a un horizonte B. Tiene contenido muy bajo en materia orgánica y alta densidad de masa en comparación con el suelo que lo sobreyace. Aparentemente está cementado en seco, con consistencia dura o muy dura. En húmedo, un fragipán muestra tendencia débil o moderada, a ser fragmentada mediante presión, en lugar de sufrir deformación lenta. Generalmente este horizonte presenta policromía, es de permeabilidad lenta y, por lo general, tiene fracturas de color claro en un arreglo poligonal (III 8 (5)).

8.5.6. Duripan. sim.

El duripan es un horizonte subsuperficial que presenta las propiedades siguientes:

- 1) Cementación suficiente para que fragmentos secos de algún subhorizonte del duripan no se disuelvan en agua.
- 2) Recubrimientos de sílice, insolubles en ácido, pero solubles en álca

li concentrado, o tratamiento alterno en ácido y álcali, localizados en algunos poros o caras estructurales, o nódulos endurecidos en más del 20% en volumen en algún subhorizonte.

- 3) La cementación no se destruye al sumergir en ácido más allá de la mitad de cualquier arreglo laminar que pudiera presentarse, o en algún subhorizonte continuo del duripan. La cementación en esas capas se destruye completamente, mediante tratamiento con hidróxido de sodio concentrado solo, o alternado con ácido (III 8 (3)).

8.5.7. Concrecionario.

El horizonte concrecionario es una capa por lo menos de 25 cm. de espesor dentro de los 100 cm. superficiales del suelo. Está formada en un 60% o más, en volúmen, por concreciones oxídicas con otros fragmentos gruesos o por plintita endurecida (III 8 (5)).

8.5.8. Petrocálcico. cam.

El horizonte petrocálcico es un horizonte cálcico continuo, endurecido y cementado con carbonato de calcio, y en algunas partes, con carbonatos de magnesio; puede presentar también pequeñas proporciones de sílice. El horizonte petrocálcico está cementado en toda su extensión, de tal manera, que fragmentos de él, en seco, no se disuelven en agua, y no puede ser penetrado por he-

ramienta cuando está seco. Este horizonte, es masivo o laminar, extremadamente duro en seco, y varía desde muy firme en húmedo hasta extremadamente duro en seco, no presenta poros capilares rellenos, ni puede ser penetrado por las raíces. Su permeabilidad va de moderada a muy lenta. Normalmente, es de un espesor mayor de 10cm y de estructura laminar. En este caso, los carbonatos constituyen la mitad o más, en peso, del horizonte laminar, tiene una dureza de 3 o más, en la escala de Mohs. Muestra partículas de grava, arena o limo, separadas entre sí como producto de cristalización de carbonato en algunas partes del subhorizonte laminar. (III 8 (3)).

8.5.9. Petrogypico. ms.

El horizonte petrogypico, es un horizonte gypico fuertemente cementado con yeso, a tal grado, que fragmentos de él en seco, no se disuelven en agua y no puede ser penetrado por las raíces. El contenido de yeso es similar al del horizonte gypico, aunque generalmente llega al 60% o más (III 8 (5)).

8.6. Pedoclimas

Buol (1983) considera que el clima es un promedio de los acontecimientos meteorológicos, y que además interviene como factor de formación de suelos; siendo considerado por algunos edafólogos (Jenny 1941) como propiedad del suelo.

Las propiedades climáticas de un suelo son utilizadas en la actualidad como criterios para la clasificación, estableciendo que tanto el clima ambiental como el clima pedológico están relacionadas de modo muy estrecho (Smith 1964).

El clima pedológico esta definido por el régimen de temperatura y humedad presentes en el suelo, los que condicionan su pedogénesis y sus caracteres morfológicos (USDA - 1970).

La temperatura es fundamental en los procesos de pedogénesis y se considera que es determinante sobre la vida de los vegetales llegando a regir la distribución geográfica de las especies; mientras que la humedad del suelo provoca modificaciones del estado de los coloides arcillosos húmicos, causándoles una transformación de sus estructuras a través de la desecación y rehumectación. (Buol 1983).

8.7. Régimen de temperatura del Suelo.

La temperatura del suelo es un parámetro muy utilizada en la 7a. Aproximación USDA para diagnosticar y clasificar a los suelos. Las clases o regímenes del suelo se definen de acuerdo al promedio anual de temperatura existente en los primeros 100 cm. de profundidad y que se consideran arbitrariamente como la zona radicular. En la tabla (XVI) se ilustran las diferentes clases o regímenes de temperatura del suelo según USDA 1975.

TABLA XVI

| Regimen de temperatura del suelo | Promedio Anual de temperatura en la zona radicular (5-100cm. de profundidad. | | Características |
|----------------------------------|--|-------|--|
| | °C | °F | |
| Pergélico | 0 | 32 | Suelo congelado casi permanentemente |
| Crítico | 0-8 | 32-47 | Suelos con nieve en alguna parte del año |
| Mésico | 8-15 | 47-59 | Suelos de regiones templadas y frías |
| Térmico | 15-22 | 59-72 | Suelos subtropicales |
| Hipertérmico | 22 | 72 | Suelos tropicales o de desiertos calientes |

En ocasiones el régimen de temperatura de un suelo define el uso potencial que éste debe tener; ya sea agrícola, forestal, prafícola o silvícola; en virtud de que la temperatura del suelo es

un requerimiento específico para el desarrollo de las plantas.

8.8. . Régimen de humedad del Suelo.

Se consideran 5 tipos de regímenes de humedad que son diagnósticos para clasificar a los suelos según el sistema de taxonomía utilizado por el Departamento de Agricultura de E. E. U. U. y son:

- a) Acuico. - Presenta suelos siempre húmedos o saturados con agua; deficientes en O₂ y comúnmente presentan mantos freáticos próximos a la superficie; aunque variables en profundidad según la estación del año, frecuentemente presentan además horizontes de gleyzación con drenaje interno muy deficiente que impide el crecimiento radicular profundo; el subsuelo presenta colores grises producto de condiciones de reducción o moteados rojos producto de condiciones de óxido reducción.
- b) Arídico. - Presenta suelos con deficiencias de humedad, que nunca están húmedos por un período de 90 días consecutivos, son típicos de regiones arídicas o desérticas; con escasa precipitación y muy alta evapotranspiración potencial durante el verano; la acumulación de sales es común llegando a constituir horizontes sálicos en los límites de penetración de humedad. Las especies vegetales que se desarrollan son muy modificadas y los cultivos viables muy reducidos.
- c) Udico. Udico significa humedad (L. udus). Los suelos con este ré-

gimen permanecen húmedos por más de 90 días consecutivos; y es común el localizarlos en regiones húmedas que presentan buena distribución de las lluvias de tal manera que el agua de lluvia acumulada o retenida por el suelo durante el verano es igual o ligeramente superior a la evapotranspiración. Normalmente los suelos con este régimen soportan vegetación forestal o prático. En el caso de que la precipitación exceda el promedio mensual de evapotranspiración de manera regular; se le denomina régimen perúdic.

d) Ústico. - Los suelos con este régimen presentan condiciones de humedad intermedias entre arídico y údic; pero la suficiente como para desarrollar vegetación o cultivos durante el temporal; se caracteriza además porque la lluvia de verano es la más abundante, además sus deficiencias de agua son mucho menores que las del régimen arídico y mucho mayores las del régimen ústico. El sorgo es una planta que se desarrolla muy bien en este régimen dado que interrumpe su crecimiento cuando el agua escasea para continuar creciendo otra vez en la temporada de lluvias; también es característico que los suelos con este régimen nunca se inundan.

e) Xérico. - Este régimen se presenta en suelos con clima mediterráneo que comprende inviernos fríos y húmedos y veranos calientes y secos; las lluvias se presentan en el invierno cuando la evapotranspiración es baja.

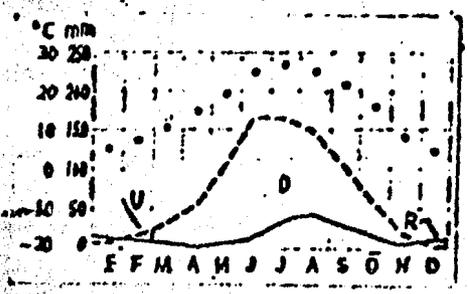
Pastos y cultivos de granos se desarrollan adecuadamente durante el invierno y la gran deficiencia de humedad sólo se observa durante

el verano. Los cultivos más frecuentes y típicos de este tipo de régimen son la vid, el nogal y la higuera y secundariamente se desarrollan algunas legumbres y cultivos de grano.

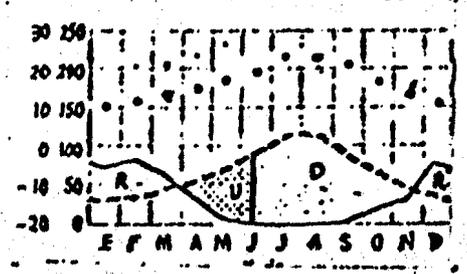
En la siguiente tabla se muestra en gráficas los ejemplos más típicos de los diferentes regímenes de humedad de suelos establecidos según USDA.

TABLA XVII

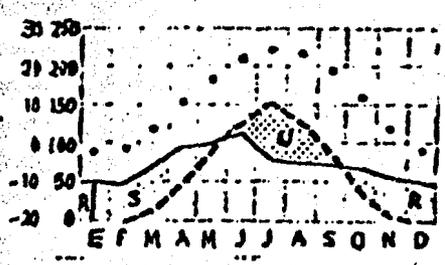
Tabla XVII Regimenes de Humedad Soil Taxonomy 1975



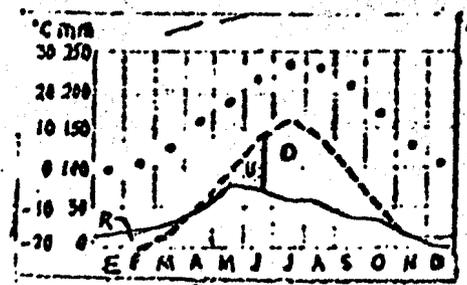
ARIDICO



XERICO



UDICO



USTICO

Precipitación —————
 P. E. -----
 Temperatura

U Utilización
 D Deficit
 R Recarga
 S Suplemento

8.9. Distribución Geográfica de los Suelos en el Mundo.

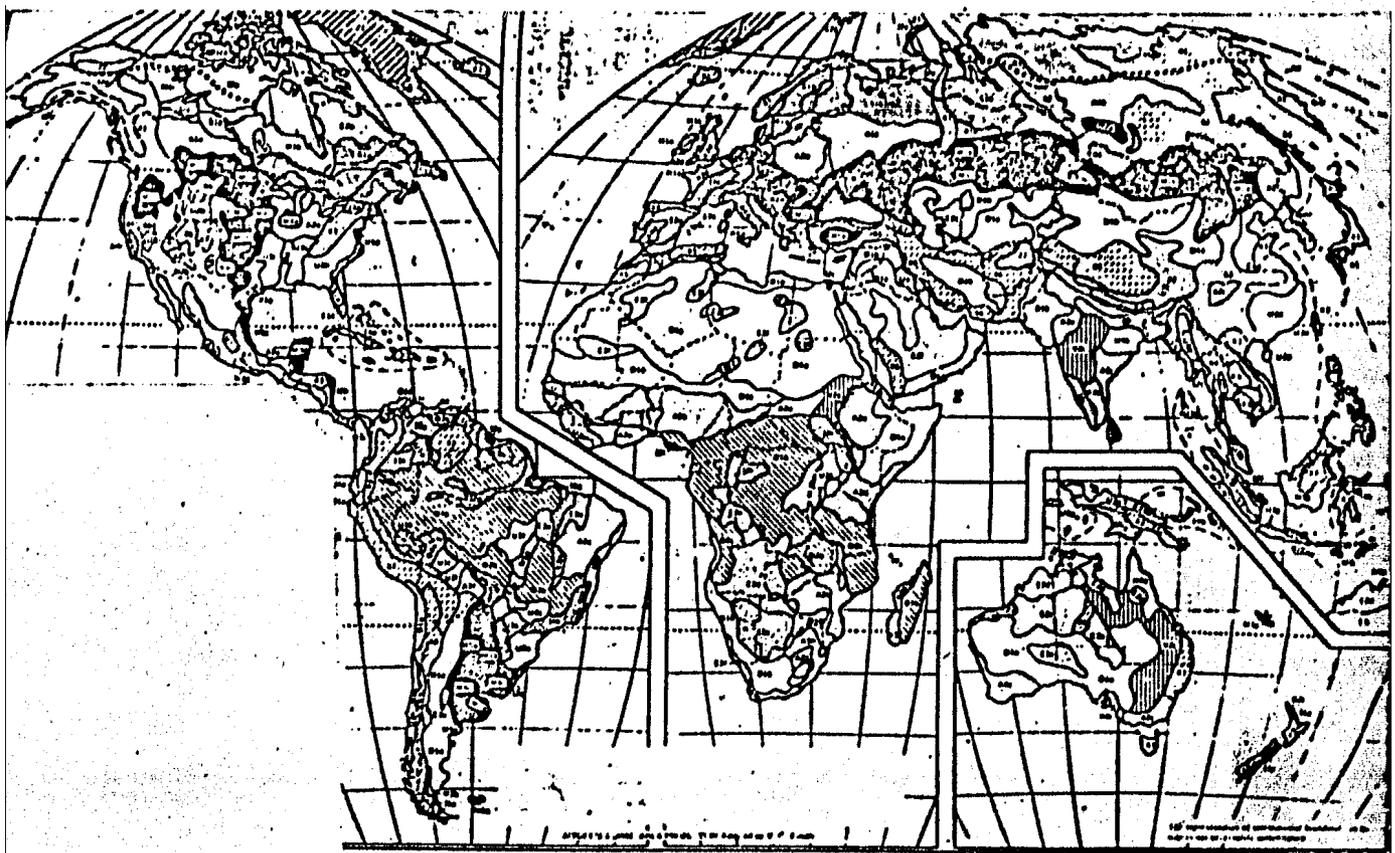
Uno de los objetivos fundamentales del Sistema de Clasificación Comprensiva 7a. Aproximación es el levantamiento, clasificación e inventario de los suelos del mundo. (figura 4).

En mayo de 1972 la Unidad de Geografía del Departamento de los Estados Unidos publica un mapa de la distribución mundial de los suelos en escala de 1:50 000 000 (figura 4) en el cual indica la distribución de los Ordenes, Subórdenes y Grandes Grupos dominantes en determinadas regiones, aunque no incluye ningún tipo de asociación de suelos o fases edáficas dado lo limitado de la es-
cala.

La idea de elaborar un mapa de suelos del mundo, tiene su origen principal en los conceptos de Prisolov (1922) sobre la distribución geográfica de los suelos y de las unidades que estableció como son: suelo zonal, suelos de provincia fisiográfica, suelo regio-
nal, suelo de geoforma, complejo de suelos y variedades de suelos.

En base de estos conceptos y a través de toda la in-
formación recabada directamente o a través de sensores remotos es que logra el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos este objetivo; además con base de este mapa elabora una interesante esta-

FIG.



Distribución de órdenes y principales subórdenes

A-ALFISOLES

- A1-Boralfs
- A2-Udalfs
- A3-Ustalfs
- A4-Xeralfs

D-ARIDISOLES

- D1-No diferenciados
- D2-Argflicos

E-ENTISOLES

- E1-Aquents
- E2-Orthents
- E3-Psamments

H-HISTOSOLES

- H1-No diferenciados

I-INCEPTISOLES

- I1-Andepts
- I2-Aquepts
- I3-Ochrepts
- I4-Tropepts
- I5-Umbrepts

M-MOLISOLES

- M1-Albolls
- M2-Borolls
- M3-Rendolls
- M4-Vdolls
- M5-Ustolls
- M6-Xerolls

O-OXISOLES

- O1-Orthox
- O2-Ustox

S-ESPODOSOLES

- S1-Sin diferenc.
- S2-Aquods
- S3-Humods
- S4-Orthods

U-ULTISOLES

- U1-Aquults
- U2-Humults
- U3-Udults
- U4-Ustults

V-VERTISOLES

- V1-Uderts
- V2-Usterts

X-SUELOS DE MONTAÑA

Z-MISCELANEOS

dística porcentual sobre la distribución en áreas, aproximada de sus Ordenes, expresándola de la siguiente manera.

| ORDEN DE SUELOS | AREA EN MILES DE KILOMETROS CUADRADOS | PORCENTAJE | ABUNDANCIA |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|------------|
| 1. Alfisoles | 12 230 | 14.7 | 3 |
| 2. Aridisoles | 15 932 | 19.2 | 1 |
| 3. Entisoles | 10 460 | 12.5 | 4 |
| 4. Histosoles | 644 | 0.8 | 10 |
| 5. Inceptisoles | 13 035 | 15.8 | 2 |
| 6. Mollisoles | 7 403 | 9.0 | 6 |
| 7. Oxisoles | 7 725 | 9.2 | 5 |
| 8. Espodosoles | 4 506 | 5.4 | 8 |
| 9. Ultisoles | 7 081 | 8.5 | 7 |
| 10. Vertisoles | 1 770 | 2.1 | 9 |
| 11. Algunas Islas sin clasificar | 322 | | |
| Otros | 1 931 | 2.4 | |
| TOTAL: | 83 039 | 100.0 | |

Comentarios:

Si se consideran estos datos como verídicos y se extra-polan proporcionalmente a nuestro país, en el cual basamos nuestra agricultura principalmente en suelos de los Ordenes Vertisoles, Inceptisoles y en menor proporción Entisoles y Mollisoles, comprenderemos el reducido espacio agrícola que utilizamos en la actualidad, así como el gran potencial que representaría el uso de los suelos Arídicos cuya principal limitante es la disponibilidad del agua lo cual, dadas las Técnicas actuales sobre Geohidrología, riego e incluso uso de energía atómica, no representa un problema insoluble, aunque si costoso y de resultados a mediano plazo.

**8.9.1. Clasificación de Suelos USADA
(Traducción al Español).**

En este inciso se presenta una traducción del inglés al español del Sistema de Clasificación de Suelos 7a. Aproximación realizada en 1969 por la Universidad de Costa Rica y publicada en ese mismo año en el boletín 168 editado por la Universidad (Tabla XVIII).

El propósito de mostrar esta Clasificación ya traducida es el de ilustrar el gran número de dificultades y deficiencias que un mecanismo de esta índole presenta para cualquier investigación de suelos.

TABLA XVIII. Nombres de Ordenes, Subordenes y Grandes Grupos.

| Orden | Suborden | Gran Grupo | Orden | Suborden | Gran Grupo | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 1. Enticol..... | 1.1 Acanth..... | 1.11 Crinacanth/ | 5. Dactil..... | 5.3 Ustil..... | 5.31 Vermicul. | | | | | | |
| | | 1.12 Parnacanth.* | | | 5.32 Euplastol. | | | | | | |
| | | 1.13 Aliracanth. | | | 5.33 Argidol. | | | | | | |
| | | 1.14 Pylacanth. | | | | | | | | | |
| | 1.2 Parnant... | 1.21 Quercoparnant. | | 6. Spodol.... | 6.1 Acanth..... | 6.11 Crinacanth. | | | | | |
| | | 1.22 Ortoparnant.* | | | | | 6.12 Rhamacanth.* | | | | |
| | 1.3 Ustil..... | 1.31 Parnacanth.* | | | | | 6.2 Euplastol..... | 6.21 Crinacanth. | 6.22 Rhamacanth.* | | |
| | | 1.32 Ortoparnant.* | | | | | | | 6.23 Ferracanth. | | |
| | 1.4 Ustil..... | 1.41 Crinacanth. | | | 6.3 Ustil..... | 6.31 Crinacanth. | | | 6.32 Rhamacanth.* | | |
| | | 1.42 Agrostacanth. | | | | | | | 6.33 Argidol. | | |
| | | 1.43 Euplastacanth. | | | | | | | | | |
| | | 1.44 Pylacanth. | | | | | | | | | |
| 2. Verticil.... | 2.1 Acanth..... | 2.11 Crinacanth. | 7. Alficol..... | | | 7.1 Acanth..... | | 7.11 Albasulf. | | | |
| | | 2.12 Rhamacanth. | | | | | | 7.12 Ustilacanth. | | | |
| | 2.2 Ustil..... | 2.21 Crinacanth. | | | | | | 7.2 Ustil..... | 7.21 Crinacanth. | 7.22 Euplastacanth. | |
| | | 2.22 Rhamacanth. | | | | | | | | 7.23 Ferracanth. | |
| | 3. Insecticol.. | 3.1 Acanth..... | | 3.11 Halacanth. | | 7.3 Ustil..... | | | | 7.31 Agrostacanth. | 7.32 Euplastacanth. |
| | | | | 3.12 Debraacanth.* | | | | | | | 7.33 Ferracanth. |
| | | | | 3.13 Fragracanth. | | | 7.34 Ustilacanth.* | | | | |
| | | | | 3.14 Crinacanth. | | | 7.35 Argidol. | | | | |
| | | | | 3.15 Oeracanth.* | 7.36 Fragracanth. | | | | | | |
| | | 3.2 Ustil..... | | 3.21 Crinacanth. | 7.4 Ustil..... | | 7.41 Crinacanth. | | 7.42 Euplastacanth. | | |
| | | | | 3.22 Duracanth. | | | | | 7.43 Ferracanth. | | |
| | | | | 3.23 Oeracanth.* | | | | | 7.44 Ustilacanth.* | | |
| 3.24 Ustilacanth.* | | 7.45 Argidol. | | | | | | | | | |
| 3.3 Ustil..... | | 3.31 Crinacanth. | 8. Viticol..... | 8.1 Acanth..... | | | 8.11 Crinacanth. | | | | |
| | | 3.32 Euplastacanth. | | | | | | 8.12 Oeracanth.* | | | |
| 3.4 Oeracanth..... | | 3.41 Crinacanth. | | | | | | 8.2 Oeracanth..... | 8.21 Crinacanth. | 8.22 Euplastacanth. | |
| | 3.42 Duracanth. | 8.23 Argidol. | | | | | | | | | |
| | 3.43 Distracanth. | 8.24 Fragracanth. | | | | | | | | | |
| | 3.44 Ustilacanth.* | | | | | | | | | | |
| 4. Aridicol.... | 4.1 Ustil..... | 4.11 Crinacanth. | | 9. Oeracanth..... | | 9.1 Crinacanth. | 9.11 Crinacanth. | | | | |
| | | 4.12 Duracanth. | | | | | 9.12 Euplastacanth. | | | | |
| | | 4.13 Argidol. | | | 9.13 Argidol. | | | | | | |
| | | 4.14 Ustilacanth.* | | | 9.14 Ustilacanth.* | | | | | | |
| | 4.2 Argidol..... | 4.21 Crinacanth. | | | 10. Histicol ... | 10.1 Crinacanth. | 10.11 Crinacanth. | | | | |
| | | 4.22 Duracanth. | | | | | | | 10.12 Euplastacanth. | | |
| | | 4.23 Argidol. | 10.13 Argidol. | | | | | | | | |
| | | 4.24 Ustilacanth.* | 10.14 Ustilacanth.* | | | | | | | | |
| | 5. Malicol..... | 5.1 Acanth..... | 5.11 --- (Rendel). | | | 10.2 Crinacanth. | 10.21 Crinacanth. | | | | |
| | | | 5.12 Rhamacanth. | | | | | 10.22 Euplastacanth. | | | |
| | | 5.2 Acanth..... | 5.21 Argidol. | | | | | 10.3 Crinacanth. | 10.31 Crinacanth. | 10.32 Rhamacanth.* | |
| | | | 5.22 Ustilacanth.* | | | | | | | 10.33 Argidol. | |
| 5.23 Crinacanth. | | | 10.34 Ustilacanth.* | | | | | | | | |
| 5.3 Acanth..... | | 5.31 Euplastacanth. | 10.4 Crinacanth. | 10.41 Crinacanth. | | | 10.42 Euplastacanth. | | | | |
| | | 5.32 Argidol. | | | | | 10.43 Ferracanth. | | | | |
| 5.4 Acanth..... | | 5.33 Crinacanth. | | | | | 10.5 Crinacanth. | | 10.51 Crinacanth. | 10.52 Rhamacanth.* | |
| | | 5.34 Ustilacanth.* | | | 10.53 Argidol. | | | | | | |
| | | 5.35 Ferracanth. | | 10.54 Ustilacanth.* | | | | | | | |
| 5.5 Acanth..... | | 5.51 Crinacanth. | | 10.6 Crinacanth. | 10.61 Crinacanth. | | | | | 10.62 Euplastacanth. | |
| | | 5.52 Euplastacanth. | | | | | | | 10.63 Ferracanth. | | |
| | 5.53 Argidol. | 10.64 Ustilacanth.* | | | | | | | | | |
| | 5.54 Ustilacanth.* | | | | | | | | | | |
| | 5.55 Ferracanth. | | | | | | | | | | |

* Se usa provisionalmente por carecer de un nombre mejor, el principal elemento formativo se duplica cuando los subgrupos diferentes tuvieran nombres idénticos.

Comentarios:

Aunque se trata de un primer intento por parte de la Universidad de Costa Rica para traducir y aplicar prácticamente este sistema en aquel país se observa lo siguiente:

- a) Existen un gran número de términos que se usan provisionalmente por carecer de un nombre mejor (+).
- b) El principal elemento formativo se duplica cuando dos subgrupos diferentes tuvieran nombres idénticos.
- c) No se logró definir a las familias de suelos de Costa Rica al aplicar este sistema.
- d) Todas las modificaciones que se efectuaron resultaron tentativas.
- e) Muchos suelos de Costa Rica no existen en Estados Unidos por lo cual sus definiciones no existen o son defectuosas.
- f) De los Ordenes Oxisoles e Histosoles presentes frecuentemente en Costa Rica, se requiere mucho más trabajo adicional, para ser utilizados.
- g) En muchos casos no se contó con un perfil representativo para avalar las distintas taxa que se iban a utilizar.

9. Sistema FAO - UNESCO

Este Sistema fue elaborado con base a los conocimientos actuales; sobre Génesis, Morfología, Distribución y Taxonomía del mayor número de suelos conocidos y utilizados como perfiles típicos en otras Clasificaciones y Sistemas Taxonómicos reconocidos internacionalmente (ECA Working Party on Soilclassification and Survey Varna, Bulgaria 1970).

Se le considera como el único Sistema de Clasificación de Suelos; aceptado internacionalmente; y, el de mayor difusión en el mundo. (World Soil Resources office, FAO Roma 1970, Reporte 38).

9.1. Antecedentes.

Durante la I Reunión de las "Definiciones de las Unidades de Suelos"; utilizadas en el "Mapa de Suelos del Mundo" celebrada en Moscú del 15 al 17 de mayo de 1968; y con la participación de varios Pedólogos Rusos como: Prof. V. Kovda, miembro de la Academia de Ciencias de Moscú, Dr. E. V. Lobova; del Instituto Dokuchaev; Mr. S. Euteev de la División de Recursos Naturales de la UNESCO; y los Dres. Luis Bramao y R. Dudal ambos de la Oficina de Recursos Mundiales del Suelo FAO, quedó establecido el Sistema de Nomenclatura y criterios utilizables para la separación y delimitación de las Unidades de Suelos propuestos por FAO; los cuales fueron publicados en el boletín No. 33 FAO-UNESCO y nuevamente discutidos durante el Congreso Internacional de Suelos celebrado en Australia. (ADDENDUM, FAO mayo 1968).

En septiembre de 1969, durante la última sesión de trabajo de la ECA, sobre "Clasificación de Suelos y Manejo Agrícola" celebrada en Varna, Bulgaria, se decidió, que las definiciones de las Unidades de Suelos usadas por FAO-UNESCO, serían las utilizadas para la elaboración de la Carta de Suelos del Mundo, en escala 1:1 000 000, esta decisión contó con el apoyo y la anuencia de todos los países Europeos, algunos Asiáticos y, prácticamente todos los países Americanos, estableciendo además, la responsabilidad del uso, manejo y difusión de este Sistema de Suelos FAO, a los Drs. Ducal, Tavernier y L. Bramao. (Reporte MR/74231 "World soil resources" FAO).

En abril de 1970 se constituye oficialmente el Comité de Correlación de Suelos, con el propósito de elaborar la Leyenda de Suelos a Nivel de Unidades FAO, de la Carta Edafológica de Europa. (W. S. R. Report 39 FAO, Roma) y en marzo de 1971, en Chent, Bélgica, se presenta a través del Dr. Tavernier y R. Dudal, el primer intento de la Leyenda de Suelos de Europa; la cual consistía inicialmente en 23 Unidades y 79 Subunidades. (CITA III. B. 6. (1))

Aunque el planteamiento inicial, del Sistema FAO-UNESCO era la elaboración de una Leyenda para el Mapa de Suelos del Mundo se estructuró de tal manera, que empezó rápidamente a funcionar en muchos países a nivel de Clasificación de Suelos, entre esos países está México, que desde octubre de 1968 utilizó el Sistema FAO, como clasificación de Suelos; para el Inventario Nacional de Recursos, creándose..

una Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación CETE-
NAP); la cual a través de su Departamento de Edafología se responsabilizó de la Elaboración del Mapa de Suelos de la República Mexicana.

9.2. Modificaciones al Sistema FAO-UNESCO

La evolución en el conocimiento de los suelos del país, así como el disponer cada vez de mayor información de campo y laboratorio, trajo, en consecuencia una serie de modificaciones a la Leyenda original FAO 1968. En 1970 este sistema se publica por CETENAL, en idioma español, y ya se incluyen modificaciones que sistemáticamente, (1972-1974) se continúan realizando con el fin de superar, adaptar y hacer más objetivos los conceptos de suelos establecidos en particular, para las variadas condiciones ecológicas presentes en nuestro territorio desde luego, estas modificaciones al sistema FAO-UNESCO se han realizado con la participación de todos los Investigadores relacionados de alguna manera con la Clasificación de Suelos, los cuales han discutido y evaluado, aceptado o rechazado los contenidos de cada modificación propuesta a este Sistema. (CITE III. 8.6 (2)) - (III. 8.6. (3))

Entre los más destacados investigadores y técnicos que han intervenido directamente en las modificaciones a este sistema están; el Maestro Nicolas Aguilera Herrera (UNAM), Cuanalo de la Cerda (ENA), Peña Rodríguez (EYPSA) y Allende Lastra (CETENAL). En el cuadro XIX se indica brevemente los principales cambios propuestos y

aceptados, desde luego, las observaciones que se establecen en cada caso, corresponden a juicios personales propios, elaborados al respecto.

TABLA XIX

| MODIFICACIONES AL SISTEMA FAO - UNESCO (CETENAL 1975) | | |
|--|--|--|
| MODIFICACION PROPUESTA | OBJETIVO | OBSERVACIONES |
| 1. Definición de criterios homogéneos de Clasificación en cada Categoría | Eliminar la heterogeneidad en los criterios de Clasificación de Suelos | Esta modificación resulta básica para el empleo adecuado de este Sistema en nuestro país ya que evita las diferentes interpretaciones que se le pueden dar a un mismo concepto |
| 2. Redefinición de las Clases para las Categorías de Unidad y Subunidad | Constituir a este Sistema con Taxa superior para fines de correlación inmediata | Esta modificación si se efectúa, resultará muy útil para la correlación taxonómica, así como para el estudio de intergrados de suelos presentes en México |
| 3. Proposición de una nueva Categoría (Gran Grupo) | Incluir además de definir el manejo y uso de los Suelos Transicionales | Esta modificación crea un nuevo nivel taxonómico, equivalente al Subgrupo de la Clasificación taxonómica USDA |
| 4. Proposición de las Clases para la Categoría de Gran Grupo | Dividir al Gran Grupo de acuerdo a Características; a) No transicionales b) Transicionales c) De la Subunidad | Estas divisiones permiten posteriormente indicar algunas relaciones de Suelos a Nivel de Familias |

Comentarios:

De efectuarse estas modificaciones propuestas, el Sistema FAO-UNESCO se constituiría en una Clasificación Taxonómica de Suelos con características de Clasificación Natural, lo cual obviamente incre-

mentaría su uso, y elevaría el nivel de conceptos empleados para definir la Clasificación de un Suelo; por otro lado, permitiría al crear relaciones de intergrado de los suelos, un mejor Uso y Manejo de los mismos, lo cual evidentemente incrementaría la producción agrícola de nuestro país.

9.3. Horizontes de Diagnóstico

El Sistema FAO-UNESCO, la 7a. Aproximación USDA y recientemente, la Clasificación Francesa ORSTOM, clasifican y definen a los suelos con base en las características morfológicas, físicas y químicas que presentan; y que agrupan en los llamados Horizontes de Diagnóstico que, en estas Clasificaciones son iguales y expresan los mismos conceptos Edáficos, Genéticos y Ecológicos (III.9.2.I). Dentro del Sistema FAO, los Horizontes de Diagnóstico, son la base taxonómica principal para caracterizar a la mayoría de las 26 Unidades y 103 Subunidades contenidos en él. Los Horizontes de Diagnóstico han sido divididos por CETENAL (1975) para facilitar su uso y comprensión en tres grupos:

- a) Horizontes Diagnósticos Mayores: Horizonte A Mólico, Ocrico, Umbrico, Horizonte B Cámbico, Argílico, Nátrico, Espodico y Oxico.
- b) Horizontes Diagnósticos Menores: Horizonte Albico, Cálcico, Gypsico, Salico, Gleyico, Tiónico, Hístico.
- c) Características Diagnósticas: Horizonte Petrocálcico, Petrogypsico, Concrecionario, Plíntico, Duripan y Fragipan.

Estos Horizontes o Características se consideran de

| TABLA XX | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|-------------|----------------|---|
| GRAN GRUPO | HORIZONTES DE DIAGNOSTICO FAO 1970 | | | | | | | | | | | OTRAS CARACT. |
| | A Mól co | A Ocri co | A Um brico | A Hfati co | A Pla ggen | B Cám bico | B Argí lico | B Nátri co | B Espo dico | B Oxi co | B Cálici co | Diagnósticas |
| J Fluvisol | + | ++ | + | + | ++ | + | + | + | + | + | + | Material aluvial reciente +++ |
| G Gleysol | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | Hzte G/ey +++ |
| R Regosol | + | ++ | + | + | ++ | + | + | + | + | + | + | Suelo no consolidado +++ |
| L Litosol | + | ++ | + | + | ++ | + | + | + | + | + | + | Suelo muy somero |
| a Arenosol | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | + | + | ++ | + | Textura +++ |
| E Rendzina | +++ | + | + | + | ++ | ++ | + | + | + | + | + | Sobreyace A +++ material con CaCO ₃ |
| U Ranker | + | + | +++ | + | ++ | + | + | + | + | + | + | Sobreyace nunca a material CaCO ₃ +++ |
| T Andosol | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | + | + | + | + | Alófano +++ |
| V Vertisol | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | + | + | + | + | Vertico +++ |
| Z Solonchak | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | + | + | + | + | 15 mmhos +++ |
| S Solonetz | ++ | ++ | ++ | + | ++ | + | ++ | +++ | + | + | ++ | |
| Y Yermosol | + | ++ | + | + | ++ | ++ | ++ | + | + | + | ++ | Régimen árido +++ |
| X Xerosol | + | ++ | + | + | ++ | ++ | ++ | + | + | + | ++ | Régimen árido +++ |
| K Castañozem | +++ | + | + | + | ++ | ++ | ++ | + | + | + | ++ | Concreciones de CaCO ₃ +++ |
| C Chernozem | +++ | + | + | + | ++ | ++ | ++ | + | + | + | ++ | Croma menor de 1.5 |
| H Pheozem | +++ | + | + | + | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | |
| M* Greyzem | +++ | + | + | + | ++ | + | +++ | + | + | + | + | Croma menor de 4.5 en seco +++ |
| B Cambisol | + | +++ | ++ | + | ++ | +++ | + | + | + | + | ++ | |
| L Luvisol | + | +++ | ++ | + | ++ | + | +++ | + | + | + | ++ | Régimen USTICO-UDICO |
| O* Podzolúvisol | + | ++ | ++ | + | ++ | + | +++ | + | + | + | + | Hzte E Glasico +++ |
| P Podzol | + | ++ | ++ | + | ++ | + | ++ | + | +++ | + | + | |
| W Planosol | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | ++ | + | + | + | + | Hzte E albico +++ |
| A Acrisol | + | +++ | ++ | + | ++ | + | +++ | + | + | + | + | 35% de bases |
| N* Nitosol | ++ | +++ | ++ | + | ++ | + | +++ | + | + | + | + | Arcilla |
| F Ferrasol | ++ | ++ | ++ | + | ++ | + | + | + | + | +++ | + | |
| Histosol | + | + | + | +++ | ++ | + | + | + | + | + | + | |

+ Nunca está presente
 ++ Ocasionalmente se presenta
 +++ Siempre está presente
 * No se incluye en FAO Modificada por DETENAL

Diagnóstico siempre y cuando su límite superior se presente a menos de 125 cm. de profundidad, y la clasificación definitiva del suelo se hace en atención al horizonte o característica de Diagnóstico más cercano a la superficie (III.8.6.3). y III 9.2.1

Sin embargo, un análisis más profundo de estos Horizontes de Diagnóstico o una modificación de algunos de ellos, no ha sido posible de realizar en nuestro país, dado que no se cuenta aún con la suficiente información detallada de los Suelos presentes en el Territorio Nacional; además las definiciones sobre estos Horizontes, resultan bastante eficientes para la mayoría de los Suelos conocidos, y, salvo en algunos pocos casos de Suelos muy especiales, estas definiciones han sido empleadas con cierta flexibilidad; pero definitivamente sin modificar el o los conceptos fundamentales contenidos en ellas. (Códigos III 8.6.7 y III 9.2.2)

En la Tabla (XX) se muestran las Unidades FAO y sus principales Horizontes y Características de Diagnóstico:

9.4. Categorías Taxonómicas.

La FAO es un Sistema Bicategorico y utiliza únicamente el concepto UNIDAD y SUBUNIDAD para clasificar a un suelo. La Unidad está definida, por el grado de desarrollo del perfil, y por las características morfológicas mayores; esta categoría se correlaciona en la Clasificación 7a. Aproximación USDA, con algunos Órdenes y Subórdenes fundamentalmente. La Subunidad se define en función de su homogeneidad genética, Horizontes y Características Diagnósticas que evidencian la actuación de procesos pedogenéticos, que pueden o no ocurrir dentro de un rango restringido en el desarrollo de un Suelo, este nivel correlaciona con algunos Grandes Grupos y, sobretodo con Subgrupos del Sistema Americano (III. 9. 6. 4). En lo personal, acepto estos criterios de categorías Taxonómicas FAO, aunque considere que al correlacionarse con otras Clasificaciones de Suelos, sus niveles corresponden a Grandes Grupos y Subgrupos, respectivamente.

La FAO acepta también alguna otras divisiones no categóricas como son:

9.4.1. Fase.

Son las características morfológicas, físicas y químicas que impiden o limitan el uso agrícola del suelo, el desarrollo de cultivos y el empleo de maquinaria. CETENAL las ha dividido en:

- a) Superficiales. - Cuando la Fase está comprendida dentro de los primeros 5 cm del Suelo.
- b) Profundas. - Cuando la Fase está comprendida entre los 50 y 100 cm de profundidad del Suelo.

Las Fases quedan ordenadas de la siguiente manera:

| | | <u>Constituyentes</u> | |
|------|---------|-----------------------|--|
| FASE | Física | Profunda 50 cm | Roca, Gravas, Duripan y Fragipan. |
| | | Somera 50 cm | Petrocalcico, Petrogypico Concrecionaria |
| | Química | Profunda 50 cm | Sodio |
| | | Somera 50 cm | Sales (más solubles que el SO_4CA_2) |

9.4.2. Clase Textural.

Se refiere al contenido en los 30 cm superficiales del suelo; de partículas de diferentes tamaños que CETENAL ha expresado del siguiente modo:

- a) Con el N° 1 se representan a los suelos de textura gruesa, arenosos.
- b) Con el N° 2 se refiere a suelos francos o de textura media donde predominan los limos.
- c) Con el N° 3 se indican suelos arcillosos.

Los parámetros que se utilizan para definir las Clases Texturales son:

- a) Gruesa: Menos del 18% de arcilla y más del 18% de arena (1)
- b) Media: Menos del 35% de arcilla y más del 18% de arena (2)
- c) Media Fina: Menos del 35% de arcilla y menos del 15% de arena ()
- d) Fina: Entre 35% a 60% de arcilla (3)
- e) Muy Fina: Más del 60% de arcilla (3)

9.4.3. Clases de Pendiente.

Este concepto, actualmente esta en discusión dado que la mayoría de las cartas de suelos traen impresas las curvas de nivel, del terreno donde se realizó el Levantamiento de Suelos; sin embargo, en la descripción general de clases y fases del sistema FAO-UNESCO se describen de la siguiente manera:

- a) Topografía Plana (a). Corresponden a superficies planas o levemente onduladas, con una pendiente que varía de 0-3%.
- b) Topografía Ondulada (b). Son superficies moderadas o fuertemente onduladas, con pendientes de 3 a 15%.
- c) Topografía Montañosa (c). Superficies con pendientes muy fuertes y suelos generalmente delgados, 15 - 25%.
- d) Abrupta. Suelos con pendientes mayores de 25%.

Estas clases de pendientes, inicialmente (1968-1970) se representaban en la Carta de Suelos CETENAL, con las letras: a, b y c, respectivamente, para indicar el por ciento de pendiente de una unidad de suelos cartografiada.

9.4.4. Adición.

Este es un concepto muy importante dentro del Sistema FAO, y ha sido propuesta recientemente en las "Modificaciones al Sistema de Clasificación FAO-UNESCO CETENAL 1975", e indica claramente aspectos transicionales de un suelo hacia otras clases de suelos o hacia materiales distintos a suelos.

En teoría, este concepto es una proposición para crear y definir una categoría a nivel de Gran Grupo, bien establecida dentro del Sistema FAO, y consiste básicamente en que:

Las Unidades de Fluvisoles, Gleysoles, Litosoles, Arenosoles, Andosoles, Vertisoles, Kastanozems, Cambisoles, Luvisoles, Podzoluvisoles, Podzoles, Planosoles, Acrisoles, Histosoles; sean subdivididos en características que denotan un caracter importante que no es incluido a nivel de Subunidad, y que pueden representarse de la siguiente manera:

Un Fluvisol Eutrico (se denota Unidad y Subunidad) puede tener origen fluvial o lacustre y, en tales casos se hará distinción con la adición de una letra más después de la Clave, por ejemplo:

Fluvisol Eutrico... (Clave Je) de origen fluvial = Jef donde "f" indica el origen fluvial.

Otro ejemplo sería:

Vertisol pélico... (Clave Vp) que presente con creciones de CaCO_3 , en este caso se representaría así: ...Voc; donde "c" indica la existencia de CaCO_3 .

Las adiciones propuestas a los Grandes Grupos son las siguientes:

(FAO 1970).

| | | | |
|--------------|--------------|--------------|-------------|
| f = fluvial | e = eutríco | Cr = crómico | a = albo |
| m = marino | d = distríco | A = andíco | H = húmico |
| h = hístíco | s = espódíco | R = rodíco | g = gleyíco |
| v = vértíco | b = vermíco | pl = plano | o = órtíco |
| c = calcáreo | p = pachí | St = estaño | l = leptó |

Por ejemplo:

Lc = Luvisol crómico; LCA'' = Luvisol crómico ándico, en este caso el Luvisol denota un proceso de andosolización.

Un Chernozem Lúvico (Clave Cl) puede representar características vérticas como son: Grietas, fisuras, facetas de presión o fricción, con la adición de la "v" a la Clave se indica esta propiedad CL"v". (FAO 1970)

CETENAL ha propuesto las siguientes adiciones, las cuales pueden ser consideradas como definiciones tentativas para algunos de los Grandes Grupos de Suelos:

- a) Gélico. Suelo con congelación permanente dentro de los 100 cm superficiales.
- b) Ródico. Suelo de color rojo, más rojo que 7.5YR.
- c) Crómico. Suelo con horizonte B cuyo croma es mayor de 4.
- d) Pélico. Suelo con croma en húmedo de 1.5 ó menor.

- e) Dístrico. Suelos con menos de 50% de saturación de bases.
- f) Eútrico. Suelos con más del 50% de saturación de bases.
- g) Tiónico. Suelos con acumulación de azufre y pH menor de 3.5.
- h) Calcárico. Suelos con reacción fuerte al HCl.
- i) Solodico. Suelos con horizonte B argílico y saturación de sodio - (60).
- j) Ferrálico. Suelos con horizonte B cuya capacidad de intercambio catiónico es menor en alguna parte a 24 meq. por 100g de arcilla.
- k) Húmico. Suelos cuyo horizonte B tiene más de 1.3 de materia orgánica, hasta 35 cm. de profundidad.
- l) Takyrico. Suelos cuya superficie presenta Takyr.
- m) Paleosólico. Suelos cuyo horizonte B argílico tiene una distribución de arcilla tal, que no decrece más del 20% con respecto a su máximo, hasta una profundidad de 150cm.
- n) Acuico. Suelos con evidencias de hidromorfismo; como resultado de saturación
- o) Vértico. Suelos que en alguna parte del perfil tienen más del 30% de arcilla y grietas de más de 1 cm y/o facetas de fricción-presión, y/o agregados estructurales en forma de cuña.
- p) Hístico. Suelos con horizonte Hístico.
- q) Regico. Suelos que no presentan horizonte B, cuando según la definición correspondiente, pueden presentar horizonte

B Cámbico.

- r) Glósico. Suelos con horizonte E álbico Linquiforme.
- s) Típico. Suelos que sólo tienen las características señaladas para la Unidad o Subunidad.

Comentarios.

La aceptación y en consecuencia la creación de una tercera Categoría con base a las Adiciones señaladas; ordenaría y aportaría nuevos elementos de conocimiento sobre los Suelos de México, o de importantes caracteres de ellos, que actualmente no se consideran debidamente o se ignoran en el Sistema FAO-UNESCO. (Cita 8.7.1)

9.4.5. Nomenclatura y Simbología.

Este sistema presenta una nomenclatura polinomial en virtud de que incluye Grandes Grupos de diferentes Clasificaciones, de las cuales conserva el nombre original asignado al Gran Grupo; (Anexo de Nomenclatura y Correlación FAO 1970), así tenemos por ejemplo:

- Chernozem Palabra rusa que significa Suelo Negro.
- Andosol Japonés, Ando=negro, Do=Suelo. Literalmente Suelo Negro.
- Vertisol Orden de la Clasificación USDA.
- Ferralsol Suelo típico de la Clasificación Francesa.

Así se pueden citar otros muchos ejemplos que ilustrarían los diversos y variados orígenes de los Grandes Grupos que integran el Sistema FAO-UNESCO.

Es importante resaltar el hecho de que los grupos incluidos en el Sistema FAO-UNESCO fueron elegidos de tal modo que cada uno de ellos representa un intergrado en el ciclo evolutivo de los suelos.

Los símbolos empleados para representar cada una de las Unidades de Suelos son connotativos del uso del suelo, o de la letra inicial del nombre del suelo o de alguna característica muy particular (Simbología FAO cap. I-1970) y así tenemos que:

| <u>SIMBOLO DE</u> | <u>SIGNIFICA</u> |
|-------------------|---|
| A Acrisol | L. acris: ácido, L. solum: suelo. |
| C Chernozem | R. cherno: negro y zemljá: tierra. |
| F Ferralsol | Fe y Al. |
| L Luvisol | L. luo: Lavar y solum: Suelo. |
| R Regosol | G. rhegos: manto y solum: Suelo. |
| Z Solonchak | R. sol: sal-Suelo salino. |
| V Vertisol | L. verto: Voltear y solum: Suelo. |
| G Gleysol | R. gley: Suelo de pantano. |
| P Podzol | R. pod: Debajo y zola: ceniza. |
| E Rendzina | Nombre Polaco, aplicado a suelos someros, sobreyacen calizas. |

| <u>SIMBOLO DE</u> | <u>SIGNIFICA</u> |
|---|--|
| X Xerosol | G. xeros: seco, y solum: suelo. |
| Y Yermosol | E. yermo: desolado, y solum: suelo. |
| D Podzoluvisol (No connotativo) | De Podzol y Luvisol. |
| Q Arenosol Derivado de Quarzo | L. arena, y solum: suelo. |
| I Litosol (No connotativo) | G. Lithos: piedra, y solum: suelo. |
| B Cambisol Derivado de "Brown forest Soils" | L. cambiare. |
| H Feozen Derivado de Humus | G. phaeo: pardo, R. zemljá: suelo. |
| J Fluvisol Derivado de Juvenil | L. fluvius: rio y solum: suelo. |
| K Castañozem Derivado de Kastañozem | L. castaño, y R. zemlja: suelo. |
| M Histosol Derivado de "Marshy" | G. histos: tejido, y solum: suelo. |
| U Ranker Derivado de Umbrico | A. rank: suelo de pendiente. |
| N Nitosol Derivado de Nitido | L. nitidus: brillante, y solum: suelo. |
| S Solonetz Derivado de Sal | R. sol: sal. |
| T Andosol Derivado de Tephros (Ceniza) | J. An: oscuro, do: tierra. |
| W Planosol Derivado de "Waterlogged" | L. Plano, y solum: suelo |

E=Español, A=Austriaco, G=Griego, L=Latín, J=Japonés y R=Ruso.

**9.4.6. Clave de Clasificación FAO-UNESCO
(Proyecto "Mapa de Suelos del Mundo -
Septiembre de 1970).**

Según Dudal, las definiciones para las Unidades de Suelos incluídas en esta Clave, son las propuestas para la elaboración del Mapa de Suelos del Mundo; en escala 1:5 000 000 (Reporte - 33 FAO), y fueron discutidas y aprobadas en el IX Congreso de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo en Adelaide, Australia (1968). Los resultados y acuerdos particulares tomados en este IX Congreso se publicaron posteriormente en el Boletín N° 37 FAO, Julio de 1979.

Entre las modificaciones más importantes que se efectuaron a la Clave FAO 1968, están las siguientes:

- a) El número de Unidades de Suelos, se incrementó de 79 a 103.
- b) Únicamente se incluyeron suelos que presentaran suficiente información técnica sobre sus caracteres diagnósticos.
- c) Se incluyeron en esta Clave algunas Unidades tentativas, como es el caso de los Greyzem; que son equivalentes a los "Suelos grises Forestales" del Sistema de Clasificación Ruso, y a los "Suelos grises oscuros" de Canada.
- d) Se modificaron algunos conceptos sobre las definiciones de las Unidades y Subunidades, en lo referente a: Profundidad, Textura, Color y Porcentaje de saturación de bases que se consideraban Diagnósticos.
- e) Se cambiaron y denominaron nuevamente a algunos Horizontes de Diagnóstico como por ejemplo:

| <u>FAO 1968</u> | | | <u>FAO 1970</u> | |
|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|
| A | Melánico | Cambio a | A | Mólico |
| A | Palido | " " | A | Ocrico |
| A | Sombrico | " " | A | Umbrico |
| B | Argílico | " " | B | Argílico |
| B | Cálcico | " " | B | Cálcico |

f) Se estableció y publicó la siguiente Clave de Suelos denominada:

"UNIDADES DE SUELOS PARA EL MAPA DE SUELOS DEL MUNDO"
 FAO - UNESCO
 1970

1. Suelos con horizonte 0 a 40 cm. de espesor como mínimo.

| <u>UNIDAD</u> | <u>SUBUNIDAD</u> | <u>ADICION</u> |
|----------------|------------------|----------------|
| A HISTOSOL (0) | Gelico | Lepto (L) |
| | Eutrico | Placi (P) |

2. Suelos someros limitados por roca dura, continua y coherente, con una profundidad máxima de 10 cm.

| | | |
|---------------|-------|--------------|
| B LITOSOL (I) | ..... | Calcáreo (c) |
| | | Dístrico (d) |
| | | Eutrico (e) |

3. Suelos con más del 30% de arcilla, en los primeros 50 cm. superficiales, presenta grietas cuando está seco, presenta además gilgai, facetas de presión y agregados en forma de cuña.

| | | |
|----------------|---------|--------------|
| C VERTISOL (V) | Pélico | Calcáreo (c) |
| | Crómico | |

4. Suelos derivados de aluviones recientes.

| | | |
|----------------|----------|--------------|
| D FLUVISOL (J) | Tiónico | Fluvial (j) |
| | Calcáreo | Lacustre (l) |
| | Dístrico | |
| | Eutrico | |

5. Suelos con horizonte sálico, conductividad eléctrica mayor de 15 mmhos por cm. dentro de los primeros 125 cm de profundidad o una conductividad de 6mmhos por cm y pH mayor de 8.5 dentro de los primeros 50 cm. de profundidad.

| <u>UNIDAD</u> | <u>SUBUNIDAD</u> | <u>ADICION</u> |
|-----------------|------------------|----------------|
| E SOLONCHAK (Z) | Takirico | |
| | Mólico | ..... |
| | Ortico | |

6. Suelos con horizonte de Gley dentro de los primeros 50 cm. de profundidad.

| | | | |
|---------------|-------------------|---------|-----|
| G GLEYSOL (G) | Gélico-Calcárico | | |
| | Plúntico-Dístrico | Fluvial | (f) |
| | Mólico-Eutrico | Marino | (m) |
| | Húmico | | |

7. Suelos desarrollados de material vítreo, con densidad menor de 0.85 g/cc y dominado por material amorfo.

| | | | |
|---------------|-----------------|-----------|------|
| H ANDOSOL (T) | Mólico-Dístrico | | |
| | Húmico-Cambico | Espódico | (s) |
| | Ocrico-Vitrico | Congelado | (cy) |

8. Suelos de origen coluvial, sin más horizontes que un A Ocrico o un horizonte de Gley.

| | | | |
|---------------|-----------|-------|--|
| I REGOSOL (R) | Gélico | | |
| | Calcárico | | |
| | Dístrico | ..... |  |
| | Eutrico | | |

9. Suelos con horizonte A Umbrico, sobre material no calcáreo y ningún horizonte Diagnóstico.

| | | |
|---------------|-------|-------|
| J RANKERS (U) | | |
|---------------|-------|-------|

10. Suelos con horizonte B Espódico.

| <u>UNIDAD</u> | <u>SUBUNIDAD</u> | <u>ADICION</u> |
|---------------|------------------|----------------|
| K PODZOL (P) | Plácico | Fierro (fe) |
| | Gléyico | Humus (h) |
| | Húmico | Estaño (st) |
| | Ortico | |

11. Suelos con horizonte B Oxico.

| | | |
|-----------------|-----------------|-------|
| L FERRALSOL (F) | Plíntico-Ródico | |
| | Húmico-Xántico | ..... |
| | Acrico-Ortico | |

12. Suelos con horizonte B Nátrico.

| | | |
|----------------|---------|-------|
| M SOLONETZ (S) | Gléyico | |
| | Mólico | ..... |
| | Ortico | |

13. Suelos con horizonte E Albico y evidencias de hidromorfismo.

| | | |
|----------------|-------------------|-------------|
| N PLANOSOL (W) | Gélico-Húmico | |
| | Solódico-Dístrico | Vértico (v) |
| | Mollico-Eutrico | |

14. Suelos con horizonte A Mólico y un contenido de CaCO_3 de más del 40%.

| | | |
|----------------|-------|-------|
| Ñ RENDZINA (E) | | |
|----------------|-------|-------|

15. Suelos con horizonte A Mólico y B Argílico y un Croma de menos de 4.5 en seco.

| | | |
|---------------|---------|------------|
| O GREYZEM (M) | Gléyico | |
| | Ortico | Andico (A) |

16. Suelos con horizonte A Mólico, color de 1.5 en seco o Húmedo, presencia de horizonte Cálcico, y concentraciones pulverulentas de CaCO_3 dentro de los primeros 125 cm. de profundidad.

| <u>UNIDAD</u> | <u>SUBUNIDAD</u> | <u>ADICION</u> |
|---|-------------------|----------------|
| P CHERNOZEM (C) | Lúvico | Vértico (v) |
| | Cálcico | Calcáreo (c) |
| | Háplico | Páchico (p) |
| | | Vérmico (b) |
| 17. Suelos con horizonte A Mólico, color mayor de 1.5 en seco o húmedo, presenta horizontes Cálcico o Gypsico, y/o concreciones pulverulentas de CaCO ₃ , dentro de los primeros 125 cm. de profundidad. | | |
| Q KASTANOZEM (K) | Lúvico | Vértico (v) |
| | Calcárico | Calcáreo (c) |
| | Cálcico | Páchico (p) |
| | Háplico | Vérmico (b) |
| 18. Suelos con horizonte A Mólico. | | |
| R PHAEOZEM (H) | Gleyico | Vérmico (b) |
| | Lúvico | Páchico (p) |
| | Calcárico | Crómico (cr) |
| | Háplico | Vértico (v) |
| 19. Suelos con horizonte A Ocrico y régimen de humedad Arídico. | | |
| S XEROXOL (X) | Lúvico | |
| | Gypsico | |
| | Calcárico | ..... |
| | Háplico | |
| 20. Suelos con horizonte A Ocrico muy incipiente y régimen de humedad Arídico. | | |
| T YERMOSOL (Y) | Taquírico-Cálcico | |
| | Lúvico-Háplico | ..... |
| | Gypsico | |

21. Suelos con horizonte B Argílico y contenidos de arcilla que no decrecen en más del 20% en todo el perfil, hasta 150 cm. de profundidad.

| <u>UNIDAD</u> | <u>SUBUNIDAD</u> | <u>ADICION</u> |
|---------------|-------------------------------|----------------|
| V NITOSOL (N) | Húmico Dístrico Eutrico | ..... |

22. Suelos con horizonte B Argílico y E Albico Glóssico, que penetra en el B, puede presentar nódulos de hierro más rojos que la matriz del suelo que los contiene.

| | | |
|--------------------|--------------------------------|------------|
| U PODZOLUVISOL (D) | Gleyico Dístrico Eutrico | Estaño (s) |
|--------------------|--------------------------------|------------|

23. Suelos con horizonte B Argílico y un por ciento de saturación con bases menor del 50%.

| | | |
|---------------|--|--------------------|
| W ACRISOL (A) | Plíntico-Férrico Gleyico-Ortico Húmico | Estaño (s) Albo |
|---------------|--|--------------------|

24. Suelos con horizonte B Argílico y A Ocrico o Umbrico.

| | | |
|---------------|---|---------------------------------------|
| X LUVISOL (L) | Plíntico-Cálcico Gleyico-Albico Vértico-Férrico Crómico-Ortico | Ródico (r) Plano (p) Andico (a) |
|---------------|---|---------------------------------------|

25. Suelos con horizonte B Cámbico y A Ocrico o Umbrico.

| | | |
|----------------|--|--|
| Z CAMBISOL (B) | Gélico-Cálcico Gleyico-Húmico Vértico-Ferralítico Crómico-Dístrico Eutrico | Andico (a) Calcáreo (c) Espódico (s) |
|----------------|--|--|

26. Suelos de textura gruesa, muestran características de Lúvico, Cámbico u Oxico; sin embargo, no califican como horizontes Diagnósticos.

| <u>UNIDAD</u> | <u>SUBUNIDAD</u> | <u>ADICION</u> |
|---------------|--|----------------|
| ARENOSOL (Q) | Albico Lúvico Ferralico Cámbico | Calcáreo (c) |

9.4.7. COMENTARIOS.

- a) Todas las Unidades, Subunidades y Adiciones marcadas con un asterisco han sido eliminadas en el "Sistema de Clasificación de Suelos Modificado por CETENAL en 1970", en virtud de que tales conceptos no son aplicables de manera particular a nuestros suelos y condiciones Ecológicas existentes; pero, en algunos casos se incluyeron nuevas Subunidades y Adiciones, no presentes en el Reporte FAO 70; pero si presentes en nuestros suelos.
- b) Este Sistema FAO-UNESCO denota claramente su base morfológica para establecer sus jerarquías, como puede observarse en esta Tabla de Claves de Suelos; sin embargo, todas las diagnosis de Unidades y Subunidades se establecen en función de Horizontes de Diagnóstico y procesos pedogenéticos, semejantes a los utilizados en la 7a. Aproximación USDA. (Cita III 8.7.2)

10. Sistema Natural de Kubierna.

Su sistema se basa en el desarrollo y evolución teórica de los suelos, y los arregla en categorías que comprenden suelos con desarrollo de horizonte A muy incipiente hasta suelos donde los procesos pedogénicos son muy acentuados; su clasificación se caracteriza además por presentar una fuerte tendencia a estudio ecológico de las unidades en condiciones hidromórficas, desde luego toma muy en cuenta las condiciones fisicoquímicas y mineralógicas del suelo para establecer sus categorías. (Cita III 9.4.1)

Esta Clasificación es muy aceptada en Europa y Rusia.

10.1. Sistema Natural.

KUBIENA

USDA

A. Suelos Subacuáticos y Acuáticos

Orden

AA. Subacuáticos que no forman turba

Entisoles

1. Protopedon

2. Dy

3. Gyttja

4. Sapropel

AB. Suelos Subacuáticos formadores de turba

Histosoles
(Subgrupos Gleyicos)

5. Fen

KUBIENA

USDA

B. Suelos semiterrestres o inundados o suelos.
con capa de agua.

Entisoles
(Subgrupos Gleyicos)

BA. Suelos semiterrestres incipientes.

6. Rambla
7. Rut mark
8. Gleisol de clima frío

BB. Suelos de ciénega

Inceptisoles
Entisoles

9. Ciénega (Anmoor)
10. Pantano-Marsh

BC. Suelos semiterrestres formadores de turba.

Histosoles

11. Carr
12. Ciénega (Moor)

BD. Suelos salinos.

Aridisoles

13. Solonchak
14. Solonetz
15. Solod

BE. Suelos de Gley con formación de capa de
húmus.

Entisoles
Mollisoles
Inceptisoles
(Subgrupos Gleyicos y
Acuicos).

16. Gley
17. Suelos grises inundados
18. Suelos inundados rendzinoides
19. Suelos inundados de Smonitza o Chernozémicos.
20. Vega

KUBIENA

USDA

C. Suelos del sistema terrestre.

CA. Suelos de sistemas terrestres incipientes.

Aridisoles

21. Suelos incipientes de desiertos fríos

22. Suelos incipientes de desiertos secos

23. Syrozem (suelos en bruto de zonas Templadas)

CB. Suelos de tipo Ranker.

24. Ranker

CC. Suelos de tipo Rendzina.

Mollisoles
Vertisoles

25. Eurenzina

26. Pararenzina

CD. Suelos de estepa.

27. Serozem

Entisoles
Mollisoles

28. Burozem (suelos pardos de estepas desérticas).

29. Kastañozem

30. Chernozem

31. Para-Chernozem

32. Para-Serozem

CE. Tierras Cálcicas.

Aridisoles
Mollisoles

33. Tierra (incluye Fusca y Rossa)

| KUBIENA | USDA |
|--|-----------------------------------|
| CF. Suelos silicatados del tipo Bolus. | Alfisoles Ultisoles |
| 34. Braunlehm (Margas pardas) | |
| 35. Rotlehm (Margas rojas) | |
| CG. Latosoles. | Oxisoles |
| 36. Lateríticos (Roterde) | |
| CH. Tierras pardas. | Alfisoles |
| 37. Braunerde | |
| CI. Pseudogley. | Subgrupos con Mar-- morización |
| 38. Pseudogley | |
| CJ. Podzol. | Spodosoles |
| 39. Semipodzol | |
| 40. Podzol | |

Como se puede observar, la Clasificación de Kubiena es una Clasificación Natural, Ecológica e Intergradual, pero no incluye suelos del trópico; por lo cual no es posible utilizarla en nuestro país.

11. Clasificación Ecológica de Duchaufour.

Es una Clasificación de Suelos con fuerte corriente ecológica basada en la Clasificación Francesa ORSTOM, utiliza para la Clasificación de los Suelos el concepto de horizontes de diagnóstico por lo cual también es morfológica, tiene como meta el establecer cadenas evolutivas de suelos o integrados de suelos, lo que le confiere la característica

de clasificación genética; comprende 9 Clases Taxonómicas donde están incluidas las 12 Clases de la Clasificación Francesa; las Clases de esta clasificación ecológica son muy semejantes a los Ordenes de la 7a. Aproximación USDA. (cita III. 9.1)

IV. Correlaciones Taxonómicas.

Uno de los principales objetivos a desarrollar en el presente trabajo, consiste en establecer las correlaciones de los Grandes Grupos de suelos o sus equivalentes taxonómicos, y principalmente se pretende relacionar a este nivel las Clasificaciones: Francesa, 7a. Aproximación USDA y FAO, sin embargo, en algunos casos se establecerá correlaciones con los Sistemas de Clasificación Ruso y el Sistema Ecológico de Duchaufour. Todas estas correlaciones serán presentadas en forma de cuadros sinópticos y los nombres de los Grandes Grupos o equivalentes estarán en los casos que sea posible, traducidos y escritos en español, de esta manera se trata de establecer una mayor y mejor comprensión de las Clasificaciones de Suelos; con el fin de poder evaluar cuál o cuáles están más próximas de resolver nuestros problemas relativos a la adopción de un Sistema Taxonómico de Suelos para uso Nacional.

Existe la posibilidad de que ninguna de las Clasificaciones aquí establecidas pudieran ser completamente útiles a nuestras necesidades, pero sin embargo, pueden servir como fundamento para postular un Sistema de Clasificación de Suelos que funcione plenamente a nivel de

planeación del uso adecuado de los suelos presentes en el Territorio Mexicano.

Asimismo, todos los investigadores de suelos que trabajan en el país saben la necesidad de un Sistema Taxonómico de Suelos que unifique los criterios y establezca con claridad cuales son los tópicos y características particulares de nuestro recurso edáfico; luego entonces, debemos empezar por interesarnos en lograr a corto plazo, una Clasificación Nacional de Suelos y, que, en virtud de sus características permita avances en el campo de investigación pedológica y agrológica.

12. Introducción y Manejo del Cuadro de Correlaciones.

En el cuadro (12.1), denominado "Correlaciones de Suelos a Nivel de Grandes Grupos y Unidades," se intenta establecer la sinominia de los diferentes suelos anivel de Gran Grupo, comprendidas en las Clasificaciones Francesa; FAO-UNESCO y 7a. Aproximación USDA 1975 y, en algunos casos, se establecen correspondencia a este nivel con otras clasificaciones como: Rusa, Alemana, Belga, Australiana y Canadiense. (Cita III 9.2.2.)

El cuadro consta de diez columnas y cada una de ellas expresa una característica relativa al suelo, o bien una designación taxonómica de acuerdo a la clasificación empleada en esa columna; por ejemplo:

En la columna No. I, están enumerados la gran mayoría de los suelos internacionalmente conocidos y el orden en que están colocá-

dos corresponde del No. 7 al 80 al grado de evolución, tipo de horizontes, complejidad genética y morfogenética, así como a condiciones ecológicas similares en que pueden encontrarse; del No. 80 al 97 se trata de suelos con caracteres muy especiales, no propiamente genéticos o evolutivos, sino más bien morfológicos o físico-químicos, como son los casos de los Histosoles, Gleysoles, Solonchaks, Solometz y Planosoles.

Así, en la columna II están contenidos los grandes grupos de suelos de la Clasificación Francesa, conservando el orden de menos evolucionados (1) a más complejos (80), así, como los suelos que por sus caracteres morfológicos, ecológicos o físico-químicos se consideran como especiales (81-97) y lo mismo sucede con las columnas III-V y VI las cuales conservan este arreglo y correlación, por ejemplo:

El número 7 expresa un suelo con escaso desarrollo, el cual es denominado, en la Clasificación Francesa como "Suelos Minerales en Bruto", que por sus caracteres taxonómicos corresponde a un Regosol en el Sistema FAO-UNESCO, a un Orthente o Psamment en la Clasificación 7a. Aproximación y a un "Suelo con Esqueleto" en la Clasificación Australiana, de hecho todos estos nombres sirven para denominar a un mismo Gran Grupo o Unidad de Suelo; siendo semejante para todos los demás suelos comprendidos en este cuadro.

La columna IV, únicamente expresa el Símbolo Cartográfico propuesto por FAO-UNESCO, para representar la Unidad Edáfica en el

"Mapa de Suelos del Mundo", o bien en cualquier otro mapa de suelos, ya sea a nivel nacional o regional elaborado con el Sistema FAO.

La columna VII expresa con una letra inicial el nombre del país al cual corresponde la nomenclatura taxonómica a nivel de Gran-Grupo, contenida en la columna VI; mientras que, la columna VIII muestra el tipo de horizonte diagnóstico que cada suelo contiene (X) o las posibilidades de horizonte diagnóstico que puede contener (*1) sin que estos alteren su clasificación taxonómica.

En la columna IX se da una distribución cualitativa de la frecuencia con que estos Grandes Grupos de Suelos han sido reportados o localizados en nuestro país, para esto se crearon 4 niveles, donde 0 expresa que no existen o que al menos no han sido reportados adecuadamente, el 7 expresa una distribución baja, el 2 media y el 3 alta; estos datos se basan en varios informes de campo y principalmente en la cartografía y reportes obtenidos de las Cartas de Suelos DETENAL.

La columna X expresa algunas observaciones generales sobre grupos de suelos con características genéticas, morfológicas o ecológicas semejantes y que en base de estas características se les ha conferido un orden numérico o un arreglo taxonómico en el cuadro 12. 1.

12. 2. Comentarios.

De acuerdo a lo que puede observarse en este cuadro - -

(12.1) se puede comentar lo siguiente:

- a) La mayoría de los Grandes Grupos contenidos, es susceptible de ser correlacionado por cualquiera de las Clasificaciones empleadas.
- b) En algunos casos, un Gran Grupo puede tener 2 o más correspondencias a nivel de nomenclatura taxonómica en un Sistema de Clasificación dado.
- c) En pocos casos un Gran Grupo, no es posible correlacionarlo con otra clasificación a este mismo nivel, sino a niveles más bajos, de subgrupos e incluso familias.
- d) Existen algunos suelos a nivel de Gran Grupo que aunque han sido considerados por otras clasificaciones, no han sido aún propuestos oficialmente, como por ejemplo: Los Gryosoles.
- d) En estos 97 Grandes Grupos propuestos en el cuadro 12.1, no todos son suelos posibles de localizar en nuestro país, como son los casos de los Podzoles y posiblemente de los Chernozem; pero tampoco están todos los suelos que existen en México, principalmente los de las regiones tropicales.
- f) Con respecto a la columna VIII de horizontes de diagnóstico, se ha observado que en los suelos de México, la mayoría de estos horizontes es posible de reconocer de acuerdo a las definiciones de cada uno de ellos, pero resulta más complicado cuando a través de los análisis de laboratorio se pretende verificar el diagnóstico de campo sobre determinado horizonte, ya que estos análisis físico-químicos no ajustan del todo a la definición establecida, por lo que sugiere que

cada país adopte la metodología de análisis químico más adecuada a las condiciones ecológicas existentes en cada caso.

- g) Finalmente en los Grupos de Suelos especiales (81-87) que comprenden a los Histosoles, Gleysoles, Solonetz, Solonchack y algunos planosoles es necesario por parte de algunas clasificaciones, ampliar más sus investigaciones sobre estos grupos y proponer nuevos subgrupos que cubran las necesidades y deficiencias taxonómicas actuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Canada Department of Agricultura. The System Soil 1970 Classification for Canada. Othawa.

Commission de Pedologie et de Cartographie des Sols. Classification 1967 des Sols. Grignon, ENSA.

FAO-UNESCO. Soil map of the World 1:5 000, 000, Volume I Legend - UNESCO. Paris. 1974.

Kouda, U. A., Lobova, E. U. Classification 1967 of the World's Soils. Pochuovedeniye, Nos. 4 and 7.

U. S. Soil Conservation Service. Soil Taxonomy: a basic sistem of soil Classification for Making and Interpreting soil Surveys, by the Soil Survey Staff. Washington, D. C. 1974.

Working. Party on Soil Horizon Designations. Proposal for Uniform Sistem of soil Horizon designations. Bull, Int. Soc. Soil Sci., Amsterdam 31:10-14.

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

La necesidad humana de conocer, diferenciar y obtener beneficios a través del recurso suelo, es tal vez una de las más antiguas y vitales que se presentaron al establecerse las primeras comunidades sociales; se considera que los pueblos de China y Egipto son los primeros que establecen hace 2 500 años una Clasificación Primitiva de Suelos que cumplía de manera satisfactoria con sus funciones, las cuales primordialmente consistían en procurar medios y sistemas para producir suficientes alimentos y materia primas. (Buol 1981).

A mediados del siglo XIX es cuando aparecen las primeras Clasificaciones de Suelos que se basan en conocimientos científicos, en los cuales predominaban las disciplinas geológicas y petrográficas pero que se consideran como las bases principales de las modernas clasificaciones que actualmente se utilizan. Estas Clasificaciones son las que se estudian en este trabajo de tesis y de las cuales se presentan las siguientes conclusiones:

- I. Todas las clasificaciones actuales pretenden obtener conocimientos científicos y lógicos en principio de los razonamientos y la experimentación aplicados al recurso suelo, lo cual se realiza mediante un estudio sistemático de los fenómenos físicos, químicos, biológicos, morfológicos, genéticos y ecológicos observados, lo que permite formular hipótesis sobre el comportamiento de los suelos en diversas condiciones y en algunos casos la reproducción experimental de estos proce-

sos, lo cual genera una serie de datos que una vez interpretados conducen al apoyo, rechazo o modificación de los conceptos edáficos previamente establecidos, pero que de cualquier modo aportan nuevos conocimientos. También se pretende con una Clasificación de Suelos ~~es~~ obtener el control de este recurso con base a su mejor uso y productividad, lo cual genera una nomenclatura y posición taxonómica de un determinado suelo, siendo estas características las que varían en cada una de las clasificaciones.

II. Una de las ideas más importantes entre los edafólogos que se dedican a la Clasificación de Suelos es la de crear una Clasificación Mundial. La idea es muy positiva pero, sin embargo, se debe considerar que son tantas las variables físicas, ecológicas, morfológicas y genéticas que un mismo suelo puede presentar en diferentes latitudes, y tan diversas las necesidades que se pretende subsanar con una Clasificación de Suelos, que prácticamente es difícil el conseguirlo aunque se trabaja actualmente para lograr este fin.

III. Del estudio y análisis de las diversas clasificaciones incluidas en esta tesis se observa que los principios básicos en cada una de ellas son muy similares y que aunque se utilizan otros nombres y rangos en cada clasificación, es absolutamente posible identificar y correlacionar cada uno de estos conceptos, se observa

también que del nivel del Gran Grupo a rangos superiores como son Subórdenes, Ordenes, Subclases y Clases las diferencias de conceptos entre las diversas clasificaciones parecen acentuarse y esto es lógico, si se considera que es a estos niveles donde la investigación científica básica de suelos se realiza en su casi totalidad.

IV

Por el contrario, del nivel de Gran Grupo a rangos inferiores como las Series, Familias y Tipos, los parámetros utilizados son muy semejantes en las diferentes clasificaciones y varían únicamente en la nomenclatura asignada y en algunos conceptos meramente estadísticos, a estos niveles taxonómicos se les define como de investigación aplicada y se les incluye genéricamente dentro del campo de la Agronomía.

De estos conceptos se concluye que la división entre lo básico y lo aplicado resulta muy artificial y que ambas investigaciones son estrictamente necesarias para lograr el mejor conocimiento, uso y producción del suelo y que incluso resulta imprescindible el abolir esta división y establecer un lenguaje y nomenclatura únicos que puedan ser usados por todos los investigadores de suelos.

V.

Al comparar la Clasificación Francesa con la 7a. Aproximación y FAO se observa que los horizontes de diagnóstico así como las definiciones de los procesos pedogenéticos son muy similares y que incluso los niveles

taxonómicos de las clases en la Clasificación Francesa son casi equivalentes a los Ordenes de la 7a. Aproximación e incluso estos Ordenes son muy parecidos a la Clase ecológica establecida por Duchaufour, además, tanto la Clasificación Rusa como la 7a. Aproximación coinciden en muchas características que desde luego han sido sofisticadas pero que se logran reconocer.

VI. De los diferentes sistemas que se analizan en este trabajo los más empleados en nuestro país son principalmente el sistema de clasificación comprensiva de la 7a. Aproximación, FAO, y eventualmente la Clasificación Francesa, de hecho, tanto la clasificación Francesa como 7a. Aproximación se caracterizan por presentar una tendencia ecológica, mientras que FAO pretende ser eminentemente práctica y agrológica, sin embargo, ninguna de estas Clasificaciones incluyendo a la Rusa que es genética y ecológica, se considera como la más adecuada de establecer en el país.

VII En este mismo trabajo se presenta de manera detallada el proyecto FAO-UNESCO, el cual cuenta con la anuencia de todos los países europeos y americanos, así como de algunos asiáticos para la elaboración del Mapa de Suelos del Mundo a nivel de Grandes Grupos y en escala de 1:1 000 000, para este propósito se utilizaron diferentes Grandes Grupos que habían sido descritos en los diferentes países participantes, pero se observa que pre-

dominan los conceptos sobre los suelos de Rusia, Estados Unidos y Francia por lo cual las bases que presenta FAO en sus definiciones taxonómicas de suelos son muy similares a las establecidas por estas tres clasificaciones y, en últimas fechas dadas las modificaciones que ha sufrido FAO predominan básicamente los conceptos establecidos por la clasificación U.S.D.A.

VIII

De la comparación entre todas las clasificaciones que se presentan se obtienen las siguientes conclusiones generales:

1. Todas las clasificaciones son eficientes para el país que las realizó, pero al ser extrapoladas a otros países reducen su eficacia y sólo pueden ser utilizadas parcialmente.
2. Todas las clasificaciones de suelos son susceptibles de ser interpretadas de muy diversas maneras, e incluso dentro de una misma clasificación de suelos dos diferentes investigadores pueden clasificar incorrectamente a un mismo suelo en dos Grandes Grupos muy diferentes.
3. La clasificación de suelos no es sólo un problema científico o Técnico sino que incluye aspectos ideológicos, culturales y económicos, por lo cual se observa que los países que en alguna forma han superado estas etapas cuentan con una clasificación propia de suelos.

4. A nivel nacional no se cuenta con ninguna clasificación, por lo cual es muy recomendable la creación de una Institución Nacional de Nomenclatura e Investigación del Recurso Suelo que entre sus funciones debería de evaluar, analizar e integrar todos los avances y trabajos realizados en las diferentes áreas y comunicar oportunamente a todos los investigadores e instituciones de estos avances, evitando de este modo la costosa duplicidad de trabajos y la grave anomalía de diferentes criterios sobre un mismo tópico encargándose de crear en conjunto con los investigadores un Sistema Taxonómico Nacional.
5. Es necesario considerar la posibilidad de usar y evaluar la información existente sobre suelos de México, a través de sistemas de computación que tiendan a agilizar y resolver problemas sobre taxonomía y uso del suelo.

COMENTARIOS FINALES

En general, la Clasificación de Suelos en México y en todos los países latinoamericanos presenta graves dificultades para su establecimiento, las principales son:

- a) La escasa producción de Investigadores y Técnicos.
- b) Las profundas diferencias conceptuales e ideológicas entre estos investigadores, lo que incrementa el subdesarrollo sobre el conocimiento de este recurso.
- c) Los diferentes lenguajes técnicos empleados en la investigación de suelos imposibilita el integrar a nivel de interés nacional todos estos estudios, los cuales sólo representarán datos aislados de determinadas regiones.
- d) La gran variedad e irregularidad con que los suelos se distribuyen en las diferentes áreas de nuestro país hace casi imposible su levantamiento sin que se aumenten considerablemente los costos y el tiempo en relación con otros países que ya cuentan con un sistema.
- e) Del análisis de las clasificaciones propuestas para el país y de los recursos con que contamos considero que las clasificaciones más viables que se pueden utilizar actualmente en México son: La 7a. Aproximación, la Clasificación Rusa, la Clasificación Francesa y el Sistema FAO-UNESCO, aunque, todas ellas sufrirían algunas modificaciones para adaptarlas a las condiciones y suelos del País.
- f) Hasta este fecha no existe una Clasificación adecuada para los suelos de México.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Adam, J. 1967. Evolution de la vegetation et sols dans les sous parcelles rotégees. de l'UNESCO-IFAN. Bulletin IFAN (Dakar) Sér A, 29.
- AESCO-UNET. 1975. (ALESCO)-United Nations Environment Program (UNEP) Project # 206-74-002 April., Cairo.
- Afanasiev, Ya, N. 1922. Zonal syateras of soil (Rusos) "Memoires". Gorki Agr. Inst. Acad. ofSci. U. S. S. R. Moscú.
- Aguilera, H. N. 1953. Mineral Identification in two families of latosoles profiles from Wahviea and malakai, Hawai. Misc. Thesis, Dept. of soil. Univ. Of Wisconsin, U. S. A.
- Aguilera, H. N. 1958. Suelos de la Península de Yucatán, génesis, morfología, clasificación y distribución general. "Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento" 2a. parte, tomo II capítulo V. I. M. R. N. R. A. C.
- Aguilera, H. N. 1961. Algunos suelos de la Meseta Tarasca, génesis y clasificación. E. N. A. Folleto técnico # 1. Chapingo, México.
- Aguilera, H. N. 1965. Suelos de Ando, génesis, morfología y clasificación. Serie de investigación # 6. E. N. A., Chapingo, México.
- Aguilera, H. N. 1969. Mapa de distribución de los grandes grupos de suelos. Atlas de la República Mexicana. Porrúa, México.
- Aguilera, H. N. y Hayama, M. L. 1972. Mineralogía de algunos perfiles de suelos del volcán nevado de Toluca, Estado de México; III Panel de Suelos Volcánicos. Universidad de Naviño Colombia. org. por FAO-UNESCO.

- Allende, I. R. 1968. Introducción al estudio de suelos derivados de cenizas volcánicas o de ando del volcán la Malinche. Tesis. UNAM. Méx.
- Aubert, C. 1950. Observations sur la dégradation des sols et la formation de la cuirasse lateritique dans le Ford-Cuest du Pahomay Ca, Of, 4 th Int. Cong. Soil Sci., 3.
- Basinsk e Ivanova 1959. Clasificación Rusa de suelos. Acad. de Ciencias U. S. S. R. Moscú.
- Bassols, A. 1979. Los recursos naturales de México. 1a. edición. Edit. Nuestro Tiempo, S. A. 361.
- Buol, S. W., Hole, P. D., No kracken, R. J. 1981 Soil génesis and classification. The Iowa state U. Press, Apar.
- Cárdenas, C. C. D. G. 1979. Estudios edafológicos en la zona cafetalera de Tlapocoyan, Estado de Veracruz. Tesis. UNAM. México.
- CETENAL. 1976. Sistema de clasificación de tierras para uso potencial. Secretaría de la Presidencia. México, D. F.
- Demolon, A. 1965. Dinámica del suelo. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Dokuchaiev, V. V. 1883. Russian Chernozem (Trad. del Ruso por N. Kaner) Israel Prog. for Sci. Trans. Jerusalem 1967.
- DETENAL. 1972. Modificaciones al sistema de unidades FAO-UNESCO 1968 por DETENAL. México, D. F.
- Dokuchaiev, V. V. 1893. Estepas rusas. Estudio de los suelos en Rusia Departamento de Agricultura in. in et. Petersburg U. S. S. R.
- Dokuchaiev, V. V. 1900. Clasificación de suelos publicado por The Iowa State V. Press, Amer. 1973.

- Duchaufuour, P. I. 1977. Atlas ecológico de los suelos del mundo. Pub. por Toray Masson, S. A. Balnus, Barcelona.
- Dunn, J. O. 1974. Applied statistics, Series Wiley en probabilidades y estadística matemática. Edit. R. A. Bradley. Londres.
- FAO. 1962. Report of the first meeting on soil survey, correlation and interpretation for latin America, Río de Janeiro, Brasi. Mayo 1962.
- FAO. 1964. Report of the masting on the classification and correlation of soils from volcanic ash, Tokyo, Japan. Junio 1964.
- FAO. 1970. Vocabulario multilingue de la Ciencia del Suelo. Pub. FAO-UNESCO.
- FAO. 1972. Definiciones de las unidades de suelos según el Sistema de Clasificación. Ens. rústica Vol. II.
- Joffe, J. S. 1949. Pedology. Pedology Publications, New Brunswick. New Jerscy.
- J. B. C. S. 1978. The Cartographic Journal. Public by British cartographic Society, North East Londron.
- Kubiana. W. I. 1953. The soils of Europe. T. Murby J Co. Londron.
- LANDSAT. 1977. Thamatic mapa. Public by Photogrammetric Engineering and Remoto Sensing 43.
- Marbut, O. F. 1927. A schame for soil classification. First Inter. Cong. of Soil Sci.
- Marbut, C. P. 1935. Soil of the United States, U. S. Department of Agriculture Atlas of American Agricultura.
- Miliforoff, C. C. 1937. Solonets like soils in Southerm California. Jour.

Amer. Soc. Agron. 29.

- Nikol'Skii, N. W. Practical soil Science. Publ. by the Israel Program for Sc. Transl. Jerusalem. 1963.

- ORSTOM. 1967. Clasificación Francesa de Suelos, propuesta por la Comisión de Pedología y Cartografía de Suelos; basada en la Clasificación de Aubert y Duchaufuour (1956). París, Francia.

- Peña, R. F. y Flores, R. D. 1976. Los principios de la geografía como solución a un problema de génesis de suelos. Un ejemplo a través de la fotopedología. IX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Durango, Dgo. P. P. 15.

- Segalen, P. 1964. Suelos de la zona intertropical. Apuntes Chapingo, México. Pag. 15.

- Soil Survey Staff U. S. Department of Agricultura. 1960. Soil Classification. a comprehensive system (Approximation) Washington, D. C.

- Tlorp, and G. D. Smith. 1949. Higher categories of soil classification: Orden, Suborder, and Great soil groups. Soil Sci. 67.

- U. S. Department of Agricultura. 1938. Yearbook of Agriculture U. S. Goverment Printing Office. Washington, D. C.

- U. S. D. A. 1975. Soil Clasification a comprehensive system, 7 th approximation U. S. Rep. of Agricultural. Washington.

- U. S. D. A. 1975. Soil Taxonomy. U. S. D. A. Estados Unidos de Norte américa.

- Vallejo, G. E. 1968. Algunos estudios de perfiles de suelos de ando de la parte noroeste del Popocatépetl, estado de Morelos, México.

Tesis. Biólogo. UNAM.

- Villegas, S. M., Aguilera, H. N., Flores, D. L. 1978. Método simplificado para la clasificación granulométrica de los minerales del suelo UNAM. México. Instituto de Geología. Revista, Vol. 2 Núm. 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Aguilera, H. N. 1969. Geographic distribution and characteristics of Volcanic ash soils in México, pp. A. 6.1-A, 6.II. IICA, Turrialba, Costa Rica. II Panel de Suelos Volcánicos. org. por FAO-UNESCO y la OEA.
 - I.1. Afanesiev, 1/A, N. 1922. Zonal System of Soil "Memoires" Horki Agr. Inst. Acad. of Sci. USSR. Moscú.
 - I.2. Buol, S. W., Hole, F.D., McKracken, R. J. 1981 "Soil Génesis and Classification". The Iowa state U. Press, Amer.: 1-21.
 - I.3. Dokuchaev, V. V. 1883. Russian Chernozem (Trad. del Ruso por N. Kaner) Israel Prog for Sci. Trans. Jerusalem 1967.
 - I.4. Hilgard, E. W. 1892. A report on the relations of soil to climate. U. S. Dept. Agr. Weather Bull 3:1-59.
 - I.5. Soil Survey Staff 1951. "Soil Survey Manual" U. S. Dept. Agr. Handbook 18. U. S. Gout. P. Q Washington.
 - I.6. Howard, A. "The Soil and Health". The Devin-Adair Company N. Y. 1947 pp 30-50.
- II (6).1. Gerasimov, I. P. 1968. World soil maps compiled by Soviet soil scientists. pp: 1-77/N World soil resources report 32. FAO.
- II (6).2. Ivanova, E. N. 1956. An attempt. ata General Classification of soils Pochvovedeniye, 1956; 6:82-102.

- II (6).3. Rozov, N. N. and E. N. Ivanova 1968. "Soil Classification and, forestry, pp 53-7" In World Soil Resources Report 32
FAO, Rome, Italy.
- III (7):1. Aubert, G. 1965. Soil Classification ORSTOM 1965 for soil classes, subclasses, groups, and subgroups. ORSTOM 3, pp 269-288.
- III (7).2. Duchaufour, P. L. 1977 "Atlas Ecológico de los Suelos del Mundo". Pub. por Toray Masson, S. A. Balnus Barcelona pp: 1-25.
- III (7).3. Kubiena, W. L. 1953 "The soils of Europe". T. Murky and Co. London pp: 63-90.
- Dokuchaiev, V. V. 1883. Russian Chernozem (Trad. del Ruso por N. Kaner) Israel Prog. for Sci, Trans. Jerusalem 1967.
- III. 8. (1). Foth, H. D. "Fundamentals of Soil Science". John Willey and Sons. 1979. pp:225-290.
- III. 8. (2). Kellog, Ch. E. "Soils", Sci. Am., 183:20-39. July 1950.
- III. 8. (3). Soil Survey Staff "Soil Survey Laboratory Memorandum 1, USDA", Washington, D. C. 1952.
- III. 8. (4). Soil Survey Staff, "Soil Classification, A. Comprehensive System, USDA", Washington, D. C. 1960.
- III. 8. 6. (1). A. J. Ameryckk (1964). Classification des sols, système americain I. T. C. post Graduate Soil Scientists. Grand, Belgica.

- III. 8. 6. (2). CETENAL 1970. Definición de horizontes diagnósticos, Departamento de Edafología. pp:1-11.
- III. 8. 6. (3). Foth, H.D. 1978. Fundamentals of soil science. J. W. and Sons. N. Y. pp:225-250.
- III. 8. 6. (4). Gaucher, G. 1971. Tratado de pedología agrícola. Ediciones Omega, S. A. Barcelona pp:455-630.
- III. 8. 7. (1). Buol, Hole and Mc Cracken. 1973. Soil génesis and Classification. The Iowa State University Press, Ames. pp:100 - 160,
- III. 8. 7. (2). U. S. D. A. 1975. Soil Taxonomy.
- III. 8. 9. (1). U. C. A. 1962. Resumen de la 7a. Aproximación. Serie de Textos No. 136. Ciudad Universitaria Rodrigo. Fracío - Costa Rica.
- III. 9. 4. -1. Cline, M.G. (1949). Basic principles of soil classification Soil Sci. 67:81-91.
- III. 9. 4. -2. FAO 1970. "Soil Map of the World" Anexo WS/A7460, FAO Toma pp:1-16.
- III. 9. 4. -3. Dudal, R. 1968. Definitions of soil units for the soil map of the world soil Resources, Development an Conserva-tion Service, Reporte 33 FAO Roma.
- III. 9. 4. -4. Dudal, R. 1970. Key to soil units for the soil map of the world S. R. D. C. S. FAO Roma.
- III. 9. -1 Buol. S. W., F.D. Hole, R. J. Mc Cracken. Soil Génesis and Classification the Iowa State University Press. 1981. U. S. A.

- III. 9. 2. -1. CETENAL 1975 "Clasificación FAO-UNESCO 1970 Modificada por CETENAL. México, D. F.
- III. 9. 2. -2. CETENAL 1976 "Modificaciones al Sistema de Clasificación FAO-UNESCO. México, D. F.
- III. 9. 3. -1. CETENAL 1975 "Horizontes de Diagnóstico". Elaborado por la Oficina de Edafología. México, D. F.
- III. 9. 3. -2. Soil Survey Staff 1960. Soil Classification A Comprehensive System. 7 th approximation. U. S. D. A.

CLASSIFICATION DE DUBLIN SUDON "RIL TAXONOME, 1918"

| ORDEN | SUBORDEN | GRAN GRUPO | ORDEN | SUBORDEN | GRAN GRUPO | | | |
|----------|----------|-------------|------------|--------------|--------------|----------------|---------------|---------------|
| Alisole | Aquea | Alaquea | Miteole | Fibrosa | Basidifera | | | |
| | | Duraquea | | | Cyphofera | | | |
| | | Fragiliquea | | | Lenticifera | | | |
| | | Glaciquea | | | Mollifera | | | |
| | | Metraquea | | | Spumifera | | | |
| | | Ochroquea | | | Tropidifera | | | |
| | Borea | Pilobaquea | | Tollita | Basidifera | | | |
| | | Tropaquea | | | Cyphofera | | | |
| | | Umbraquea | | | Tropidifera | | | |
| | | Cyphaquea | | | Basidifera | | | |
| | | Basidifera | | | Cyphofera | | | |
| | | Basidifera | | | Lenticifera | | | |
| Ura | Ura | Ura | Ura | Ura | Ura | | | |
| | | | | | | Ura | Ura | |
| | | | | | | Ura | Ura | |
| | | | | | | Ura | Ura | |
| | | | | | | Ura | Ura | |
| | | | | | | Ura | Ura | |
| | Ura | Ura | Ura | Ura | Ura | Ura | | |
| | | | | | | | Ura | Ura |
| | | | | | | | Ura | Ura |
| | | | | | | | Ura | Ura |
| | | | | | | | Ura | Ura |
| | | | | | | | Ura | Ura |
| Ardisole | Argida | Argida | Lacipitole | Audepta | Cyphofera | | | |
| | | | | | Argida | Duraudepta | | |
| | | | | | Argida | Dystrudepta | | |
| | | | | | Argida | Kytrudepta | | |
| | | | | | Argida | Hypodepta | | |
| | | | | | Argida | Metodepta | | |
| | Ornida | Ornida | | Ornida | Aquepta | Aquepta | Andaquepta | |
| | | | | | | | Ornida | Cryaquepta |
| | | | | | | | Ornida | Fragiliquepta |
| | | | | | | | Ornida | Koliquepta |
| | | | | | | | Ornida | Hapliquepta |
| | | | | | | | Ornida | Humoquepta |
| Entisole | Aquea | Aquea | Ochrepta | Ochrepta | Duraochrepta | | | |
| | | | | | Aquea | Dystrochrepta | | |
| | | | | | Aquea | Kytrochrepta | | |
| | | | | | Aquea | Fragilochrepta | | |
| | | | | | Aquea | Urochrepta | | |
| | | | | | Aquea | Xerochrepta | | |
| | Aroma | Aroma | Aroma | Fragilipepta | Fragilipepta | Dystrapepta | | |
| | | | | | | Aroma | Kytrapepta | |
| | | | | | | Aroma | Humilapepta | |
| | | | | | | Aroma | Sombilapepta | |
| | | | | | | Aroma | Uroapepta | |
| | | | | | | Aroma | Cyphapepta | |
| Bistole | Aquea | Aquea | Mollisole | Albilla | Argibilla | | | |
| | | | | | Aquea | Metribilla | | |
| | | | | | Aquea | Argibilla | | |
| | | | | | Aquea | Argibilla | | |
| | | | | | Aquea | Cyphobilla | | |
| | | | | | Aquea | Cyphobilla | | |
| | Aroma | Aroma | Aroma | Borilla | Borilla | Argiborilla | | |
| | | | | | | Aroma | Caliborilla | |
| | | | | | | Aroma | Cyphoborilla | |
| | | | | | | Aroma | Haploborilla | |
| | | | | | | Aroma | Kytraborilla | |
| | | | | | | Aroma | Paleborilla | |
| Aroma | Aroma | Aroma | Rendilla | Rendilla | Rendilla | | | |
| | | | | | Aroma | Udilla | | |
| | | | | | Aroma | Udilla | | |
| | | | | | Aroma | Udilla | | |
| | | | | | Aroma | Udilla | | |
| | | | | | Aroma | Udilla | | |
| | Aroma | Aroma | Aroma | Uitole | Aquila | Albiquilla | | |
| | | | | | | Aroma | Fragiliquilla | |
| | | | | | | Aroma | Ochraquilla | |
| | | | | | | Aroma | Palequilla | |
| | | | | | | Aroma | Tropiquilla | |
| | | | | | | Aroma | Uroquilla | |
| Aroma | Aroma | Aroma | Nucilla | Nucilla | Metribucilla | | | |
| | | | | | Aroma | Palebucilla | | |
| | | | | | Aroma | Palebucilla | | |
| | | | | | Aroma | Sombilbucilla | | |
| | | | | | Aroma | Tropibucilla | | |
| | | | | | Aroma | Urobucilla | | |
| | Aroma | Aroma | Aroma | Ucilla | Ucilla | Metribucilla | | |
| | | | | | | Aroma | Paleucilla | |
| | | | | | | Aroma | Paleucilla | |
| | | | | | | Aroma | Rhoducilla | |
| | | | | | | Aroma | Tropucilla | |
| | | | | | | Aroma | Uroucilla | |
| Aroma | Aroma | Aroma | Uitole | Uitole | Metribucilla | | | |
| | | | | | Aroma | Paleucilla | | |
| | | | | | Aroma | Paleucilla | | |
| | | | | | Aroma | Rhoducilla | | |
| | | | | | Aroma | Tropucilla | | |
| | | | | | Aroma | Uroucilla | | |
| | Aroma | Aroma | Aroma | Uitole | Uitole | Metribucilla | | |
| | | | | | | Aroma | Paleucilla | |
| | | | | | | Aroma | Paleucilla | |
| | | | | | | Aroma | Rhoducilla | |
| | | | | | | Aroma | Tropucilla | |
| | | | | | | Aroma | Uroucilla | |
| Aroma | Aroma | Aroma | Uitole | Uitole | Metribucilla | | | |
| | | | | | Aroma | Paleucilla | | |
| | | | | | Aroma | Paleucilla | | |
| | | | | | Aroma | Rhoducilla | | |
| | | | | | Aroma | Tropucilla | | |
| | | | | | Aroma | Uroucilla | | |
| | Aroma | Aroma | Aroma | Uitole | Uitole | Metribucilla | | |
| | | | | | | Aroma | Paleucilla | |
| | | | | | | Aroma | Paleucilla | |
| | | | | | | Aroma | Rhoducilla | |
| | | | | | | Aroma | Tropucilla | |
| | | | | | | Aroma | Uroucilla | |

A P E N D I C E II

ELEMENTOS FORMATIVOS DE LOS ORDENES DE SUELOS

| ORDEN | ELEMENTO | DERIVACION | SIGNIFICADO |
|------------|----------|-------------|-------------|
| Alfisol | Alf | --- | Pedalfer |
| Aridisol | ld | L. aridus | Arido |
| Entisol | Ent | --- | Reciente |
| Histosol | Ist | Gr. histos | Tejido |
| Inceptisol | Ept | L. inceptum | Incipiente |
| Mollisol | Oll | L. mollis | Suave |
| Oxisol | Ox | F. oxide | Oxido |
| Spodosol | Od | Gr. spodos | Ceniza |
| Ultisol | Ult | L. ultimus | Ultimo |
| Vertisol | Ert | L. verto | Invertir |

A P E N D I C E III

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE PERFILES DE SUELOS REPRESENTATIVOS DE LAS 10 ORDENES DE LA 7a. APROXIMACION U. S. D. A. 1975 "SOIL TAXONOMY"

I. Histosol.

I.1 Localización: Lake County, Florida

I.2 Clasificación: Histosol típico

I.3 Observaciones: Se trata de un suelo orgánico, constituido por un horizonte O; de colores oscuros, muy rico en materia orgánica; fuertemente ácido y constituido, fundamentalmente por fibras vegetales.

| <u>Profundidad</u> (cm) | <u>Horizonte</u> | <u>Color</u> | <u>M. O.</u> (%) | <u>pH</u> | <u>Fibras</u> (%) |
|----------------------------|------------------|--------------|---------------------|-----------|----------------------|
| 0-23cm. | Oi1 | 10YR 2/1 | 55 | 4.3 | 65 |
| 23-46cm. | Oi2 | 10YR 3/4 | 50 | 4.2 | 75 |
| 46-100cm. | Oi3 | 7.5Y 3/2 | 42 | 4.0 | 80 |
| 100-160cm. | Oi4 | 10YR 3/4 | 35 | 3.9 | 85 |

II. Spodosol.

II.1 Localización: Provincia de Ottawa-Canadá

II.2 Clasificación: Podzol

II.3 Observaciones: Se caracteriza por presentar un horizonte A2 Albico y un horizonte B Espódico; pobre en bases, con baja capacidad de intercambio catiónico, de pH extremadamente ácido, pobre en arcilla, rico en materia orgánica en

los primeros 10 cm.; para decrecer muy considerablemente en el horizonte A2 y volver a incrementarse en el horizonte B2hir, lo cual es típico de estos suelos.

| Profundidad (cm) | Horizonte | Materia Orgánica (%) | Bases (%) | C. I. C. T. me/100 g | Arcilla (%) | pH |
|------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|-------------|-----|
| + 10 | O2 | 45.6 | -- | -- | -- | 3.6 |
| 0-12 | A2 | 0.8 | 10 | 7.1 | 2 | 3.8 |
| 12-27 | B2hir | 7.2 | 4 | 14.3 | 4 | 4.4 |
| 27-47 | B2hir | 2.9 | 22 | 4.1 | 3 | 4.8 |
| 47-84 | B3 | 0.8 | 9 | 6.5 | 2 | 5.2 |
| 84-150 | C | 0.01 | 4 | 4.6 | 7 | 5.0 |

III. Oxisol.

III.1 Localización: Brasilia-Brasil

III.2 Clasificación: Ferralsol (FAO)

III.3 Observaciones: Suelo tropical, de color rojizo, con un horizonte B Oxico, muy pobre en bases; de pH ácido, contenidos de materia orgánica moderados a bajos en todo el perfil, capacidad de intercambio catiónico baja y contenidos apreciables de fierro.

| Profundidad (cm) | Horizonte | C. I. C. T. me/100 g | Bases (%) | Fe extraíble | pH | M. O. (%) |
|------------------|-----------|----------------------|-----------|--------------|-----|-----------|
| 0-10 | A1 | 15.0 | 6 | 6.8 | 5.0 | 6 |
| 10-30 | A3 | 8.4 | 5 | 7.3 | 5.1 | 4 |
| 30-65 | B1 | 6.0 | 5 | 7.6 | 5.0 | 2 |
| 65-140 | B2 | 4.5 | 5 | 7.5 | 5.1 | 1.3 |
| 140-235 | B22 | 3.1 | 5 | 7.5 | 5.5 | 1.0 |
| 235-310 | B23 | 3.1 | 5 | 7.4 | 5.8 | 1.0 |

IV. Vertisol.

IV.1 Localización: Valle de Santiago-Gto.

IV.2 Clasificación: Vertisol pélico (FAO)

IV.3 Observaciones: Se trata de un suelo negro; arcilloso; con algunos problemas de drenaje interno, buenos contenidos de materia orgánica a través de todo el perfil; alta capacidad de intercambio catiónico y altos contenidos de CaCO_3 se agrieta durante la época de sequía.

| Profundidad (cm) | Horizonte | Arcilla (%) | M.O. (%) | CaCO_3 (%) | C.I.C.T. me/100g | Color |
|------------------|-----------|-------------|----------|---------------------|------------------|----------------|
| 0-50 | A11 | 60 | 6.5 | 27 | 64 | negro |
| 50-110 | A12 | 60 | 5.4 | 30 | 60 | negro |
| 110-170 | AC | 63 | 4.2 | 26 | 52 | gris oscuro |
| 170-200 | C | 66 | 2.0 | 36 | 45 | gris |

V. Aridisol.

V.1 Localización: Utah-U. S. A.

V.2 Clasificación: Xerosol cálcico (FAO)

V.3 Observaciones: Suelo de zona arídica; de colores claros, presenta un horizonte A Ocrico y un horizonte B Cámbico cálcico, rico en bases y CaCO_3 , de pH alcalino a muy alcalino, C.I.C.T. de moderada a baja; contenidos medios de materia orgánica en el horizonte A y bajos en el B.

| Profundidad (cm) | Horizonte | M. O. (%) | Bases (%) | CaCO ₃ (%) | pH |
|---------------------|-----------|--------------|--------------|--------------------------|-----|
| 0-10 | A11 | 3.5 | 100 | 30 | 8.5 |
| 10-18 | A12 | 2.5 | 100 | 31 | 8.4 |
| 18-38 | A13 | 1.6 | 100 | 35 | 8.5 |
| 38-53 | B1Ca | 1.0 | 100 | 53 | 8.6 |
| 53-74 | B2Ca | 0.7 | 100 | 65 | 8.8 |
| 74-110 | C1ca | 0.6 | 100 | 64 | 9.0 |
| 110-145 | C2ca | 0.4 | 100 | 61 | 9.2 |
| 145-170 | C3ca | 0.3 | 100 | 39 | 9.2 |

VI. Entisol

VI.1 Localización: Madrid, España.

VI.2 Clasificación: Fluvisol (FAO)

VI.3 Observaciones: Suelo aluvial reciente, de textura gruesa, gravoso, constituido por un horizonte A Ocrico, moderado en materia orgánica, constituido por un conjunto de capas arenosas que sobreyacen a un depósito de gravas, presenta pH casi neutro y capacidad de intercambio catiónico de baja a moderada, drenaje interno muy drenado.

| Profundidad (cm) | Horizonte | Arena (%) | Grava (%) | pH | M. O. (%) | C. I. C. T. me/100g |
|---------------------|-----------|--------------|--------------|-----|--------------|------------------------|
| 0-33 | Ap | 40 | 20 | 7.2 | 4.1 | 16 |
| 33-46 | C1 | 49 | 30 | 7.3 | 2.4 | 12 |
| 46-99 | C2 | 75 | 30 | 7.0 | 0.9 | 9 |
| 99-133 | C3 | 49 | 30 | 7.0 | 0.7 | 8 |
| 133-166 | C4 | 80 | 30 | 7.1 | 0.3 | 8 |
| 166-200 | C5 | gravas | 90 | --- | --- | -- |

VII. Mollisol.

VII.1 Localización: Texas 33-U. S. A.

VII.2 Clasificación: Kastañozem (FAO)

VII.3 Observaciones: Suelo de pradera, con un horizonte A M_ólico de color negro, y un B C_ámbico-c_álcico de color par_{do} claro (castaño), rico en bases y altos contenidos de CaCO₃, con pH ligeramente alcalino a alcalino, buen contenido de materia orgánica en el horizonte A, sin problemas de ningún tipo; Clase 1.

| Profundidad (cm) | Horizonte | Textura | M.O. (%) | pH | Bases (%) | CaCO ₃ (%) | Color |
|---------------------|-----------|---------|-------------|-----|--------------|--------------------------|-----------|
| 0-20 | A1 | franco | 5.0 | 7.7 | 100 | 12 | 10YR 3/2 |
| 20-56 | B2ca | franco | 2.0 | 7.8 | 100 | 24 | 7.5YR 3/3 |
| 56-120 | C1ca | mlr | 0.6 | 8.0 | 100 | 30 | 7.5YR 6/4 |
| 120-203 | C2ca | ml | 0.7 | 8.3 | 100 | 14 | 7.5YR 6/6 |

VIII. Alfisol.

VIII.1 Localización: Tlapacoya, Ver.

VIII.2 Clasificación: Luvisol (FAO)

VIII.3 Observaciones: Suelo forestal, tropical; presenta un horizonte A Ocrico, un A2 Albico y un B Argílico cuya saturación de bases es mayor de 50%; presenta además un incremento en sus contenidos de arcilla y constituye un B2t, su capacidad de intercambio es baja a moderada y se incrementa en el horizonte argílico, presenta pH neutros a ácidos y contenidos de materia orgánica medios en el A y bajos en el B; probablemente predominen las arcillas caolinoides.

| Profundidad (cm) | Horizonte | C. I. C. T. me/100 g | Bases (%) | pH | M. O. (%) | Arcilla (%) |
|---------------------|-----------|-------------------------|--------------|-----|--------------|----------------|
| 0-12 | Ap | 13.5 | 90 | 7.0 | 2.8 | 12.5 |
| 12-30 | A2 | 8.6 | 55 | 5.6 | 0.3 | 13.8 |
| 30-39 | B1t | 9.8 | 80 | 5.3 | 0.9 | 18.4 |
| 39-52 | B21t | 13.2 | 70 | 5.2 | 0.7 | 25.9 |
| 52-87 | B22t | 19.4 | 90 | 5.0 | 0.6 | 33.5 |
| 87-110 | B31t | 17.2 | 90 | 5.3 | 0.4 | 28.3 |
| 110-150 | B32t | 16.4 | 70 | 5.2 | 0.2 | 20.5 |
| 150-200 | C | 11.0 | 75 | 5.1 | 0.09 | 14.7 |

IX. Inceptisol.

IX.1 Localización: Tlapacoyan, Ver.

IX.2 Clasificación: Andosol (FAO)

IX.3 Observaciones: Se considera un suelo típicamente forestal, de textura migajón arenoso y arena; con un horizonte A Ocríco rico en materia orgánica y un horizonte (B) estructural; de bajos contenidos en arcilla, pero rico en bases y alta capacidad de intercambio catiónico, de pH ligeramente ácido y altos contenidos de alofano y vidrio volcánico; vegetación típica de Bosque de Coníferas.

| Profundidad (cm) | Horizonte | Arena (%) | Arcilla (%) | pH | M. O. (%) | C. I. C. T. me/100 g | Alofano |
|---------------------|-----------|--------------|----------------|-----|--------------|-------------------------|---------|
| 0-5 | Ao | 60 | 11 | 6.7 | 9.5 | 32.3 | +++ |
| 5-17 | A1 | 63 | 11 | 6.5 | 7.3 | 29.8 | +++ |
| 17-53 | (B) | 68 | 15 | 6.6 | 3.3 | 38.2 | +++ |
| 53-100 | C | 72 | 10 | 6.6 | 2.1 | 23.2 | +++ |

X. Ultisol.

X.1 Localización: Nebraska, U.S.A.

X.2 Clasificación: Acrisol (FAO)

X.3 Observaciones: Es un suelo forestal, caracterizado por presentar un horizonte A Ocrico y un B Argílico, muy pobre en bases, menos de 50% de bases con respecto a la capacidad de intercambio catiónico total, presenta contenidos de arcilla que se incrementan con la profundidad (B2t), baja capacidad de intercambio y bajos contenidos en materia orgánica, salvo en los primeros 5 cm. del suelo.

| Profundidad (cm) | Horizonte | Arcilla (%) | M.O. (%) | C. I. C. T. me/100 g | Bases (%) |
|---------------------|-----------|----------------|-------------|-------------------------|--------------|
| 0-5 | A1 | 9 | 5.2 | 14 | 29 |
| 5-15 | A2 | 8 | 1.8 | 6 | 15 |
| 15-40 | A3 | 8 | 1.2 | 4 | 9 |
| 40-66 | B1t | 17 | 0.4 | 5 | 8 |
| 66-100 | B2t | 35 | 0.3 | 10 | 8 |
| 100-140 | IIC | 48 | 0.1 | 13 | 6 |