

**CARACTERÍSTICAS AGROFÍSICAS Y MICROMORFOLÓGICAS
DE LOS SUELOS DE LA LLANURA FERRALÍTICA DE CUBA**

**CARACTÉRISTIQUES AGRO-PHYSIQUES ET MICROMORPHOLOGIQUES
DES SOLS DE LA PLAINE FERRALLITIQUE DE CUBA**

C.A. ALFONSO LINARES

RESUMEN

Un estudio de las características agrofísicas y micromorfológicas fue efectuado sobre los principales suelos que ocurren en la llanura Ferralítica Meridional de Pinar del Río, particularmente sobre los Suelos Ferralíticos Cuarcíticos, los que presentan varios estadios de una misma secuencia de evolución.

Las observaciones del terreno, los resultados del laboratorio, con énfasis en el examen micromorfológico, muestran la similitud de los suelos estudiados en lo que respecta a: agregación, porosidad, esqueleto, plasma, estructura de la matriz y el proceso de lixiviación tanto antiguo como actual a que están sometidos, con diferentes gradaciones.

Se intenta de igual forma, explicar la compactación que presentan dichos suelos, vinculándolo a la dificultad que presentan las raíces para colonizarlas, lo que constituye una barrera infranqueable para éstas, ello concuerda con los valores elevados de densidad aparente que presentan y que producen una reducción de la porosidad, así como el diámetro de los poros, lo que obliga a las raíces a revestir los agregados o aplanarse al intentar atravesarlos.

RÉSUMÉ

Une étude des caractéristiques agrophysiques et micromorphologiques a été effectuée sur les principaux sols de la plaine ferrallitique méridionale de Pinar del Rio et surtout sur les sols ferrallitiques quartzitiques qui présentent les différents stades d'une même séquence évolutive.

Les observations de terrain, les résultats de laboratoire et surtout l'analyse micromorphologique montrent la similitude des sols étudiés, en ce qui concerne l'agrégation, la porosité, le squelette, le plasma, la structure de la matrice et le processus de lessivage, tant ancien qu'actuel, auquel ils sont soumis à différents degrés.

On essaie également d'expliquer la compaction observée dans ces sols, en liant ce phénomène à la difficulté qu'ont les racines à les coloniser, ce qui constitue une barrière infranchissable pour ces dernières. Ceci concorde avec les fortes valeurs de densité apparente qu'elles présentent et qui produisent une réduction de la porosité ainsi que du diamètre des pores, ce qui oblige les racines à recouvrir les agrégats ou à s'aplatir en essayant de les traverser.

INTRODUCCIÓN

La región meridional del Occidente de Cuba es una llanura suavemente ondulada con cierta unidad geomorfológica, constituida según Lange et al (1966) por estratos calizos que buscan ligeramente hacia el sur. En esta llanura; que ha sido llamado Peniplano de Cuba Occidental, por unos y Llanura Occidental de Cuba por otros; es posible distinguir debido a sus suelos, drenaje, vegetación y actividad económica en ellas desarrolladas, dos subregiones diferenciadas, la Llanura Aluvial Meridional de Pinar del Río en la que el Carso está cubierto por Aluvión que se extiende desde Cortés hasta Artemisa y la Llanura Roja Habana Matanzas. En el presente artículo sólo se toca la primera Llanura.

En relación con la Llanura Meridional de Pinar del Río, Lillimberg (1970) plantea que en el sur de Pinar del Río las llanuras marinas de terrazas, formaciones comunes en las áreas periféricas de la Isla de Cuba, están constituidas por llanuras fluvio deltáicas. Según el mapa geomorfológico de estos mismos autores, en la llanura sur se separan 4 formaciones diferentes del Cuaternario. Al respecto, Ortega (1984), señala que estos suelos se han formado sobre depósitos cuarcíticos del Pleistógeno en algunos casos y en otros su origen aún no está definido, estos depósitos pueden variar de textura dando lugar a suelos que fluctúan de arenosos Cuarcíticos a Ferralíticos Cuarcíticos o Amarillos.

Los suelos de esta llanura fueron clasificados ya en 1927 por Bennett y Allison (1928), bajo el mismo nombre con que fueron descritos en La Llanura Costera del Sureste de los Estados Unidos, clasificándolos en su mayoría dentro de la familia Norfok, basados en la clasificación Morfológica Americana de familias y series, excepto la serie Mocarrero (subtipo Laterizado), recientemente Marrero (1984), los describe, puntualizando que la diferen-

ciación pedológica en el nivel más general de clasificación de los suelos de esta Llanura, está representado por diferentes tipos de suelos, a saber: Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado + Arenosos Cuarcíticos + Aluvial ó Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado + Ferralítico + Pardo Rojizo y otras mesocombinaciones de las cuales habla detalladamente en su tesis y dependientes del mesorelieve.

Las características texturales de estos suelos y en algunos casos la presencia de horizontes de acumulación o vestigios del mismo, los ubica muy generalmente dentro de la actual clasificación norteamericana (Soil Taxonomy), en el orden Ultisol, los que se extienden por extensas regiones de Centroamericana, Suramérica y el Sureste de los Estados Unidos, según Sánchez (1981).

El objetivo del presente trabajo es vincular las características agrofísicas y micromorfológicas de estos suelos con el desarrollo del sistema radical del tabaco, cultivo más extendido y de mayor interés económico de esta región y la posible interrelación entre los procesos de lixiviación actual con la compactación que presentan estos suelos después de un período de cultivo, visto a partir del exámen microscópico y de algunos parámetros físicos analizados.

Igualmente se persigue contribuir con este aporte al mejor conocimiento de los suelos de esa región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio de la región se tomaron 5 perfiles típicos representativos, clasificados según Instituto de Suelos (1979), como Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado Típico (FCARL^t), Ferralítico Cuarcítico Amarillo Típico (FCA^t), Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado Laterizado (FCARL^l), Ferralítico Rojo Lixiviado Típico (FRL^t) y Arenoso Cuarcítico Típico (AC^t), aunque aparecen otros menos extensivos, éstos son los más utilizados en el cultivo del tabaco, excepto algunas áreas del subtipo (FCARL^l).

Para la fabricación de las láminas delgadas se siguió la técnica desarrollada por Guelloré (1980), para la descripción la seguida por Fedoroff (1979) (Fig. #1) y la terminología utilizada se

basó en el Glossary of soil micromorphology de Jongerius and Rutherford (1979).

Para los análisis físicos y algunos químicos realizados se utilizaron las siguientes técnicas:

- Análisis granulométrico método internacional con la pipeta de Robinson.
- Peso específico (Pe) método de los pignómetros.
- Densidad aparente (Da) método de los cilindros.
- Humedad natural (hy) método granimétrico.
- Elevación capilar en 5 horas (EC) según técnico de Klimes Szmik.
- Límite superior de Plasticidad (LSP) según técnica de Arany.
- Capacidad de intercambio catiónico (CCC) método de Schachatschabel.
- Materia Orgánica (MO) método de Walkley and Black.

Todos aparecen en los manuales de técnicas físicas de Pena y Suárez (1977) y las químicas en el Manual de Técnicas Unificadas (1976).

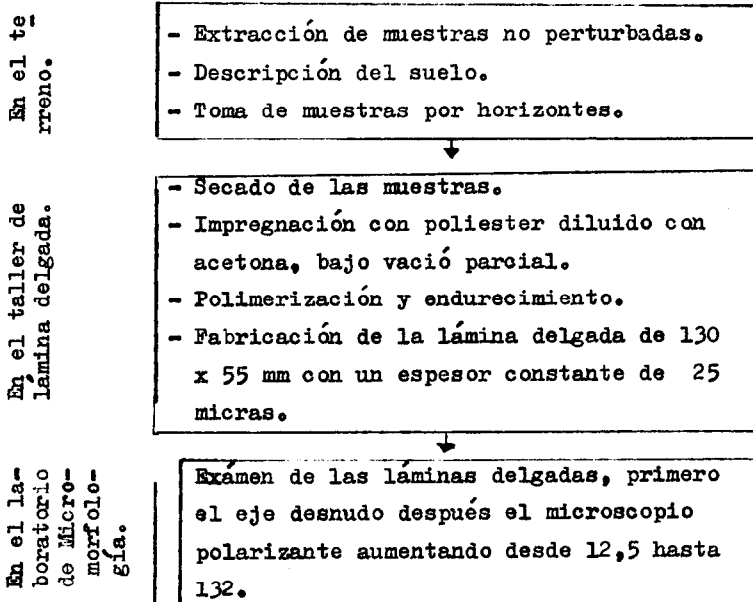


Fig. 1 : Fases para el estudio micromorfológico

Fig. 1 : Etapes de l'étude micromorphologique

2.1 Condiciones naturales.

2.1.1 Características climáticas más sobresalientes.

Las lluvias y las temperaturas características de la región se presentan en la fig. #2, las mismas se refieren al clima actual, reflejando uniformidad en las 4 estaciones climatológicas estudiadas, lo que indica la existencia de dos períodos bien marcados: uno lluvioso desde Abril hasta Octubre y uno seco, coincidente con los más fríos del año, desde Noviembre hasta Marzo.

2.1.2 Vegetación

La vegetación primaria está extinguida, siendo representada en la actualidad por una vegetación secundaria denominada de sabanas y semisabanas, predominando la palma cana, palma barrigona, peralejo, espartillo, marabú etc.

2.1.3 Caracteres Macromorfológicos

Los suelos estudiados ocupan según Alfonso (1976), el 86,8% de toda la superficie cultivable de tabaco del país, repartiéndose como sigue: FCA con 40,8%; FCARL con 34,7%; AC con 3,9%; Aluvial con 4,9% y FRL con 2,5%.

Los suelos presentan en común una textura ligera (Tabla # 1), con contenidos de arcilla que van aproximadamente desde 5 hasta 30% en la capa comprendida en los primeros 40-60 cm que es la de mayor importancia para el cultivo del tabaco. Esto determina que del 70 al 95% de la masa del suelo esté constituida fundamentalmente por partículas arenosas, en el caso del AC^t puede sobrepasar el metro.

El perfil de estos suelos es poco profundo y se caracterizan por poseer a la profundidad de 40 a 60 cm una capa poco permeable compacta y de mayor contenido de arcilla, la cual de acuerdo a la posición del relieve que ocupe el suelo, hacen que sean más propensos a erosionarse y aflora a la superficie cuando la erosión es muy fuerte; los FRL^t no presentan esta capa y en el caso del FCARL¹, entre ambas capas interpone el Hard-pan mocarrero.

El contenido de materia orgánica es en general bajo (Tabla # 1) no alcanzando valores superiores al 2%, mientras que la capacidad

de intercambio catiónico no sobrepasa los 10 me/100g de suelo en los primeros 40-60 cm aumentando en profundidad hasta alrededor de 15 me/100g de suelo, en relación con el contenido de arcilla.

2.1.4 Composición mineralógica de la fracción arcilla.

La composición mineralógica secundaria de la fracción arcilla está constituida principalmente en orden descendente por: Metahalosita, Fire Clay, Gohetita, Gibbsite, Hematita y Cuarzo.

HOR. Y PROF cm	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO %					ÍNDICE DE LIX.	P ₀ g/cm ³	D ₀ g/cm ³	h _y %	EC EN 5 HOR. mm	LSP (ATTER- BERG)	MATERIA ORGANI- CA %	C.C.C. me/100g	COLOR MUNSELL	
	A	L.F	L.G	A.F	A.G										
FERRAL. CUARC. AM. ROJIZO LIXIVIADO TÍPICO															
A ₁	0-12	13,60	5,20	4,80	76,10	0,30	1,00	2,62	1,49	0,75	390	28	1,19	5,24	7,5YR 5/7
AB	12-30	21,10	6,60	3,80	65,90	2,70	1,55	2,63	1,48	0,96	400	34	0,89	6,62	5YR 4/8
B ₁	30-45	32,80	5,90	4,10	53,90	3,40	1,55	2,64	1,49	1,70	365	55	0,69	10,39	7,5YR 6/8
	45-67	37,90	5,90	5,30	49,40	1,60	1,15	2,66	1,50	2,11	380	56	0,39	12,68	2,5YR 5/7
B ₂	67-97	38,90	7,50	5,70	48,40	0,10	1,03	2,67	1,52	2,10	380	59	0,39	11,80	2,5YR 6/8
	97-130	39,20	7,10	5,70	47,70	0,30	1,00	2,66	1,51	2,10	305	64	0,17	12,87	2,5YR 6/8
BC	130-170	45,00	7,20	7,20	40,50	0,10	1,15	2,67	1,52	2,12	325	62	0,17	12,07	2,5YR 5/8
FERRAL. CUARC. AMARILLO TÍPICO															
A _p	0-20	13,57	10,55	8,79	35,45	31,64	1,00	2,62	1,42	0,38	400	32	1,25	3,95	10YR 6/4
AB	20-42	13,42	11,13	8,46	41,77	23,22	1,37	2,63	1,43	0,42	470	28	0,96	2,10	10YR 7/6
B ₁	42-76	17,91	11,95	10,28	39,29	20,59	1,16	2,65	1,50	0,31	490	31	0,53	2,10	10YR 7/8
B ₂	76-95	17,81	12,64	7,71	27,03	34,61	0,99	2,67	1,45	0,64	420	33	0,24	3,10	10YR 6/8
BC	95-117	13,32	12,69	6,77	22,63	44,59	0,75	2,67	1,48	0,25	395	42	0,17	2,29	10YR 7/6
C	117-125	10,18	12,44	5,56	24,45	49,36	0,78	2,70	1,50	0,25	370	39	0,10	3,00	7,5YR 7/6
FERRAL. CUARC. AM. ROJIZO LIX. LATERIZADO															
A	0-15	10,40	7,20	3,90	78,40	0,10	1,00	2,68	1,35	0,44	270	30	1,50	8,93	7,5YR5/7
B ₁	15-30	11,60	5,30	2,80	76,10	4,20	1,12	2,70	1,41	0,46	305	28	0,78	9,06	7,5YR4/8
B _{mo}	30-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B ₂	40-77	24,10	4,80	3,80	65,70	1,80	2,27	2,71	1,44	1,80	330	51	0,35	12,24	2,5YR6/8
BC	77-125	36,10	5,30	3,60	54,50	0,50	1,48	2,75	1,64	2,12	325	69	0,14	15,01	2,5YR7/6
FERRAL. ROJO LIX. TÍPICO															
A ₁	0-18	5,52	1,56	1,81	85,52	5,59	1,00	2,69	1,43	0,89	355	31	1,25	4,15	5YR5/7
AB	18-33	11,95	1,97	1,90	79,53	4,65	2,17	2,68	1,46	0,95	380	33	0,90	6,62	2,5YR4/6
B ₁	33-53	19,55	1,52	1,85	73,04	4,24	1,64	2,69	1,45	1,23	310	33	0,75	9,43	10 R3/5
B _{2.1}	53-84	35,02	0,80	2,37	57,99	3,82	1,79	2,69	1,48	1,39	405	61	0,50	12,09	10 R4/6
B _{2.2}	83-110	42,98	0,69	2,74	49,00	8,59	1,25	2,68	1,50	2,07	305	50	0,21	12,00	7,5 R4/6
B _{2.3}	110-150	36,74	0,64	2,28	53,28	7,06	0,95	2,70	1,48	3,01	400	57	0,16	12,01	7,5 R4/6
ARENOSO CUARC. TÍPICO															
A	0-15	3,90	3,50	0,80	82,80	10,00	1,00	2,67	1,40	0,69	455	31	1,20	4,15	10YR6/8
AC	15-30	2,50	2,40	11,10	74,30	9,70	0,64	2,67	1,42	0,65	400	30	0,58	3,05	10YR7/8
C ₁	30-60	12,30	0,90	5,30	68,30	13,00	3,00	2,65	1,46	1,07	350	30	0,21	2,10	10YR6/10
C ₂	60-120	13,30	2,40	5,10	67,40	10,10	1,02	2,65	1,42	2,16	300	51	0,16	2,10	10YR6/10
C ₃	120-200	20,01	2,75	5,80	61,41	10,03	1,03	2,67	1,42	2,16	305	50	0,10	2,25	10YR6/10

Tabla 1 : Características físicas

3. RESULTADOS

3.1 Descripción micromorfológica.

Perfil Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado Típico (FCARL^t).

Agregación y porosidad: Presenta pedos o agregados primarios, los

granos del esqueleto se observan rodeados por plasma no orientado, a partir del horizonte B_1 , se observa cierta pedalidad, caracterizada por agregados elementales formados por granos de cuarzo más recubiertos con plasma no orientado. Ello genera una porosidad que va desde 60% en la superficie hasta 25-30% en el horizonte BC, representados por huecos de empaquetamientos simples en la superficie a huecos de empaquetamientos simples en la superficie a huecos de empaquetamientos compactos a partir de B_1 .

Esqueletos: Está representado por granos de cuarzo cariados, con predominio de la fracción fina, presentando una estructura con el plasma del tipo gefúrica en la superficie a intertextica en profundidad. No se observan otros minerales alterables.

Plasma: Se presenta de color pardo amarillento rojizo a pardo anaranjado en profundidad muy polvoriente, con microinclusiones y fragmentos negros, es birrefringente a grandes aumentos. Presentando una fábrica o contextura plásmica a partir del horizonte B_2 del tipo Insepi-Esquelsepica.

Nódulos: Presenta nódulos negros concéntricos, opacos y pardo amarillentos, similares a los encontrados en los Ferralíticos Rojos, que van desde muy pocos en la superficie pasando por un 10% en B_1 , disminuyendo en profundidad.

Ferruginización: Se observan impregnaciones negras y opacas aunque menos que en los demás perfiles examinados, notándose en el horizonte BC presencia de Ferruginización de colores rojizas y opacas.

Rasgos texturales: A partir del horizonte AB aparecen argilanes birrefringentes, que van desde unos pocos en éste a un 20% de la lámina en B_2 , se observan revistiendo granos, rellenando vacíos, fisuras y canales, ya en BC ocupa un 30%, con argilanes férriticos, relacionados estos con la ferruginización, de igual forma se observan papulas y agrotubulos a partir del horizonte B_1 .

Perfil Ferralítico Cuarzítico Amarillo Típico (FCA^t).

Agregación y porosidad: Esta se presenta de igual forma que el perfil anterior.

Esqueleto: El esqueleto se comporta de similar forma que en el anterior.

Plasma: El mismo se presenta amarillo parduzco homogéneo en todo el perfil, observándose muy polvoriente, con microinclusiones y fragmentos negros y opacos, birrefringente a partir del horizonte BC, mostrando una fábrica plásmica insepi-masepica.

Nódulos: Se presentan negros y opacos, ocupando menos del 1% en todo el perfil.

Ferruginización: Se observa gran cantidad de impregnaciones ferruginosas, que a partir del B₂ se transforma en una fuerte ferruginización opaca mostrando diferentes fases de nodulación.

Rasgos Texturales: A partir del horizonte AB, donde se observan algunos revestimientos o cutanes de lixiviación, aumenta considerablemente en B₁ al extremo de ocupar más de un 10% de la lámina, estos cutanes se encuentran revistiendo granos, en los vacíos, rellorando fisuras, canales, etc., de color amarillo en forma de delgadas láminas (parece ser caolinita), sin microinclusiones, también se observan argilanes actuales más amarillos bordeando argilanes férricos formados anteriormente, también se encontraron gran cantidad de papulas amarillentas sin microinclusiones, está se hace más marcada a partir del horizonte B₂. En este perfil la actividad biológica se vio incrementada, observándose mayor cantidad de agrotubules en la superficie que los encontrados en el perfil anterior.

Perfil Ferralítico Cuarzítico Amarillo Rojizo Lixiviado Laterizado (FCARL¹).

Agregación y porosidad: Presenta ped o agregados primarios en los dos primeros horizontes, caracterizado por la presencia de granos rodeados de plasma no orientado, polvoriento y restos de materia orgánica. La porosidad en superficie alcanza entre un 60 y un 70%, disminuyendo a 0% en el Hard-pan y entre un 10 y un 15% en B₂, a 0% en el horizonte BC. Los vacíos van desde huecos de empaquetamiento simples en superficie a huecos de empaquetamientos compactos en profundidad.

Esqueleto: Presenta un esqueleto formado por granos de cuarzo cariados, representados por arena fina en la superficie en un 60-70% disminuyendo a un 40-50% en BC, no está muy bien definido en el Hard-pan; la estructura que presenta con el plasma es gefúrica en los dos primeros horizontes, intertextica en B₂, a perfirioesquelética en el BC.

No se observaron otros minerales alterables.

Plasma: El plasma se ve poco representado en superficie, muy polvorienta con microinclusiones y fragmentos negros y opacos, al parecer carbonosos unos y otros férricos, observándose solamente fábrica plásmica en el horizonte BC del tipo mo-vosepica no muy definida.

Nódulos: A partir de B₁ se observa más del 20% de la lámina cubierta por concreciones negras, concéntricas, negras opacas y pardo amarillentas, se ven algunos fragmentos de Hard-pan del horizonte B_{mo}, ya en éste se presentan formando una capa compactada que ocupa el 100% del horizonte, con grandes galerías y canales por donde circulaba el agua con el hierro en suspensión, de igual forma se observa acontamientos del esqueleto (esqueletanes) y arginales férricos ocupando parte de esas galerías.

Ferruginización: Presenta varias fases de nodulación, notándose gran concentración de impregnaciones ferruginosas en la matriz del suelo, sobre todo en el horizonte B₁, llegando a su máxima concentración en el B_{mo}, donde ésta representado por el Hard-pan, o mocarreo, que forma una capa ferruginosa compacta.

Rasgos Texturales: Estos ocurren en mayor cantidad en el Hard-pan, donde se presenta como argilanes férricos y esqueletanes, rellenan vacíos, fisuras, galerías, canales y recubriendo granos, los argilares férricos parecen ser de difusión.

Perfil Ferralítico Rojo Lixiviado (FCAL^t).

Agregación y porosidad: En el primer horizonte se observan pedregalios integrados por granos de cuarzo revestidos de plasma en forma de capa muy fina, no orientada, a partir de AB los granos se ven más recubiertos por el plasma, aumentando progresivamente con la profundidad, ello produce una porosidad entre 60 y 70% en A₁ disminuyendo hasta 40-50% en B₂₋₃ los vacíos están formados por huecos simples en A₁ pasando a huecos de empaquetamiento compactos y compuestos en profundidad.

Esqueleto: Este ocupa más del 60% de la matriz del suelo, siendo el cuarzo el representante casi exclusivo, el mismo se presenta cariado

do, con argilanes férricos en las fisuras de los mismos, forma con el plasma una estructura intertextica en superficie y en profundidad perfirosquelética. No se observan otros minerales alterables.

Plasma: El mismo se presenta de color rojo claro, muy polvoriento, con microinclusiones y fragmentos negros y opacos, débilmente birrefringente a gran aumento, con una fábrica plásmica del tipo cosépica, evolucionando a latisépica o vosépica (co-lat-vo).

Nódulos: Ocupan menos del 1% en todo el perfil, son negros y opacos, redondos y de tamaño pequeño.

Ferruginización: Solamente se observan impregnaciones negras y opacas.

Rasgos Texturales: A partir de AB se presentan una enorme cantidad de revestimientos arcillosos, amarillo-rojizos de mayor birrefringencia que el plasma, ocupando entre un 20 y 30% de la lámina, disminuyendo con la profundidad hasta llegar al 15% en B₂₋₃. Estos se presentan alrededor de granos, rellenando vacíos, galerías, fisuras y canales.

Presenta gran actividad biológica (agrotubules), sobre todo en la superficie.

Perfil Arenoso Cuarcítico Típico (AC^t).

Agregación y porosidad: Este suelo se presenta completamente a pedol, observándose solamente en superficie un ligero recubrimiento de los granos. Ello genera una porosidad elevada caracterizada por huecos de empaquetamientos simples exclusivamente, disminuyendo en profundidad.

Esqueleto: Se observa solamente cuarzo cariado con predominio de la fracción fina, la estructura que presenta es granular en superficie a intertextica a mayor profundidad.

Plasma: Esto practicamente está ausente, observándose muy poco alrededor de algunos granos en la superficie no orientado con muchas microinclusiones carbonosas, en profundidad solo se presenta alrededor de algunos granos.

Nódulos: Se observan algunos nódulos en superficie.

Ferruginización: Se ven impregnaciones Ferruginosas y pardas en profundidad, así como inicios de ferruginización en los horizontes a partir de C₂.

Rasgos Texturales: Se observaban acumulaciones de arginales férricos en C₂, formando delgadas capas, su color es rojo intenso, ya en el horizonte C₃ esta lixiviación aumenta enormemente constituyendo un horizonte de acumulación de arginales férricos.

Características agrofísicas de los suelos

En la Tabla # 1 se ofrecen los resultados obtenidos al analizar los 5 suelos estudiados, los mismos arrojan que; al igual que la micro-morfología, los índices evaluados varían poco, así tenemos que la textura de los primeros 40-60 cm es bastante parecida, el peso específico, la densidad aparente, el límite superior de plasticidad, la humedad natural, etc., varían muy poco en unos en relación con los otros, lo que indica un similar comportamiento agrofísico de todos ellos, excepto el FCARL¹ por presentar un régimen hidromórfico cerca de la superficie; ya en los respectivos horizontes compactos con mayor contenido de arcilla física, las diferencias son cuantitativas en relación precisamente con dicho contenido.

4. DISCUSIÓN

En todos los perfiles examinados la matriz del horizonte: A₁, A_p, A₁, A₁ y A respectivamente, contiene entre un 60 y un 70% del esqueleto formado por granos de cuarzo cariados, observándose los mismos revestidos por plasma no orientado y partículas carbonosas estos componentes de la matriz forman una estructura del tipo geúrica, excepto el AC[†] que lo presenta granular, a intertextica, aunque debido a la presencia de los residuos carbonosos ya mencionados, lo más común es observar la estructura intertextica. Ya a partir del segundo horizonte: AB, AB, B₁, AB y AC respectivamente, sobre todo en el cambio entre los primeros horizontes y estos, se destaca una estructura netamente intertextica, mientras que la porosi

dad que en aquellos fluctuaba entre 60 y 70%, se ve reducida en estos sobre todo en la base de los mismos, disminuyendo a 50 o 60%, posteriormente en los horizontes: B_1 , B_1 , B_{mo} , B_1 y C_1 , sigue bajando y llega a valores de 25 ó 30%, 0% en el laterizado, 40-50% en el FRL[†] y menos de 60% en el AC[†]. Los vacíos se caracterizan por ser de empaquetamientos simples en la superficie, pasando a huecos de empaquetamientos compuestos y compactos en profundidad.

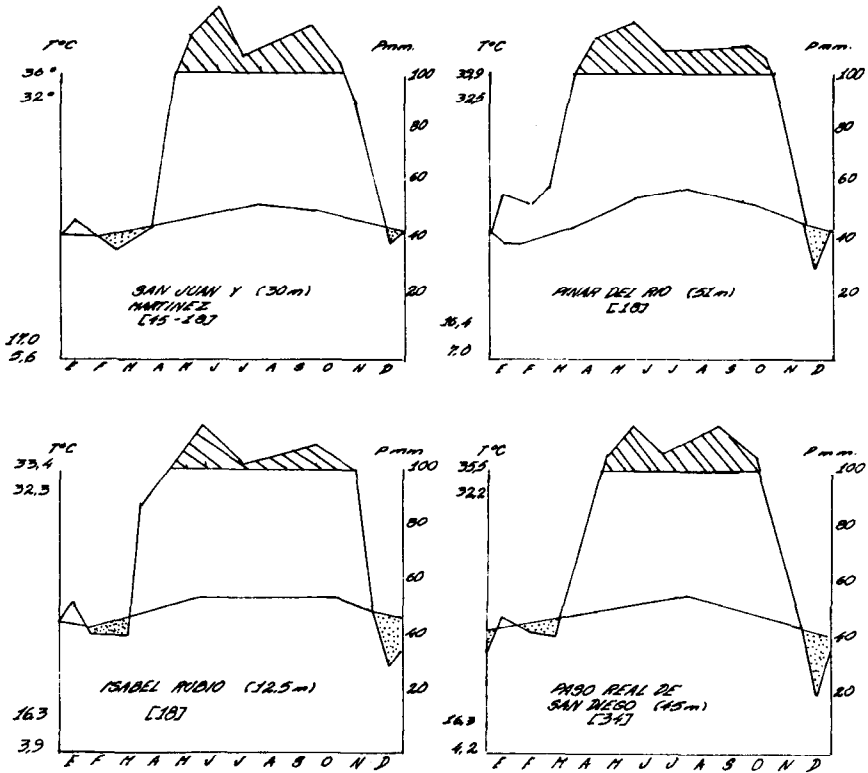


Fig. 2 : Diagramas climáticos de las estaciones de la región estudiada
Fig. 2 : Diagrammes climatiques des stations de la région étudiée

Esta reducción pudiera relacionarse con los revestimientos (argilanes) que comienzan a aparecer, con diferentes intensidades a partir ya de los horizontes; AB, AB, B_1 , AB y C_1 , donde se ven revistiendo vacíos, rellenando canales, fisuras y alrededor de granos, estas acumulaciones texturales son de colores amarillos y ama

rillo-rojizos (al parecer las primeras están constituidas de caolinita) por su aspecto del tipo laminar (lité) e hidromórficas (caso del horizonte BC del subtipo laterizado), también se observan cutanes alrededor de granos de cuarzo; este comportamiento o proceso se va incrementando en los horizontes; B_1 , B_1 , B_{mo} , B_1 y C_2 de los respectivos perfiles, derivándose los ya mencionados huecos de empacamiento compacto y producto de aparecer cubriendo desde un 5% de la lámina hasta un 30% en el FRL, aumentando con la profundidad; este concuerda con la distribución de arcilla presenta en la Fig. # 3; estas migraciones texturales caracterizan los horizontes B_+ (arcilla iluvial) definidos por Pérez Jiménez y Bosch (1978).

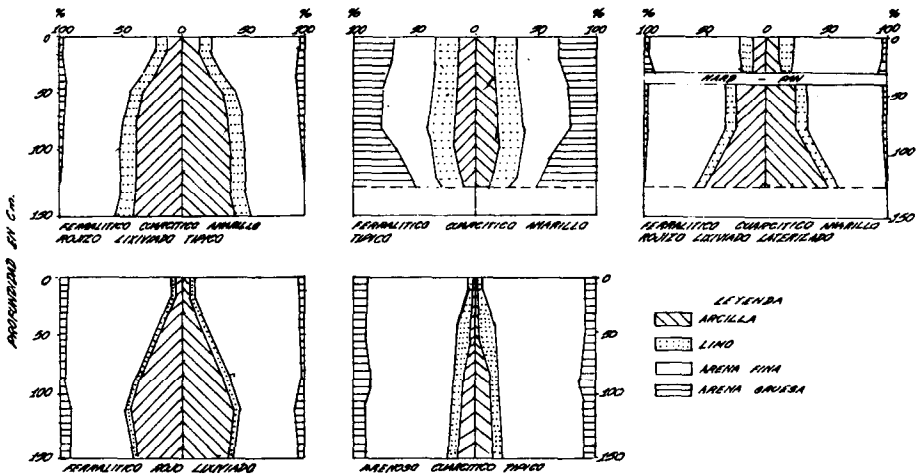


Fig. 3 : Distribution de las fracciones granulométricas en los perfiles
Fig. 3 : Fractionnement granulométriques dans les profils

En relación con el pequeño vientre transicional que aparecen entre los primeros 40-60 cm y la capa más arcillosa ya descrita, lo que motivó a Zonn (1968) a denominar estos suelos como lixiviados, mientras que Marrero (1984), atribuye el origen de esta acumulación a que los materiales transportados se diferencian texturalmente y ello en la actualidad puede estar conllevando a una pequeña lixiviación, lo cual es confirmado en la observación micromorfológica efectuada.

La reducción del diámetro de los poros al hacerse más compactos, motivado por las acumulaciones texturales antes mencionadas que ocupan el espacio poral de la capa que aparece entre 30 y 50 cm de profundidad; limita la penetración de las raíces, las que al encontrar poros con un diámetro menor al que ellas tienen, no la atraviesan o lo hacen revistiendo los agregados, comprimiéndose y aplanándose, este comportamiento es reportado por Wiersum (1957) citado por Avilan et al (1976) y observado en parcelas experimentales con el cultivo del tabaco por Alfonso et al (1981, 1982 y 1983), algunos de estos resultados se muestran en la Fig. # 4, re marcándose los elevados valores de D_a , a partir de los 20-30 cm.

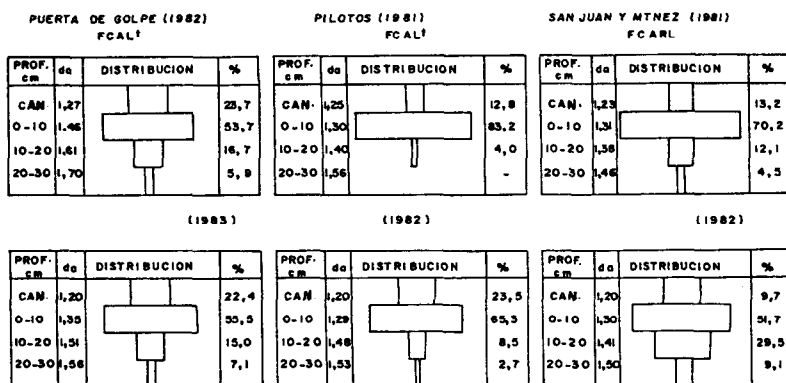


Fig. 4 : Colonización radical por capas y por suelos

Fig. 4 : Répartition totale par couches et par sols

El funcionamiento actual de estos suelos; púes queda sentado por las acumulaciones texturales descritas, los resultados reportados en la Tabla # 1, y la presencia de fragmentos de cutanes antiguos (papulas) en los horizontes inferiores; muestran que estos suelos están sometidos a un proceso de lixiviación actual y antiguo, ello confirma las revelaciones de Belobrov (1978), el que considera que la formación de los suelos FCA y FCARL presentan un enlace genético entre la capa superior arenosa y la inferior más arcillosa producto de una lixiviación frontal, mientras que Shishov (1973) primero y posteriormente Hernández (1982 b) los consideran como suelos Seudopodsolicos.

Partiendo de lo antes planteado, se expone la hipótesis acerca de los factores que contribuyen a la compactación que presenta estos suelos al nivel de los 30-50 cm, los mismos son: proceso de lixiviación actual, composición granulométrica, grado de erosión; -régimen de riego, laboreo intensivo y tipo de cultivo que se establezca.

La interrelación entre varios de ellos o todos afectan en mayor o menor grado la migración de las partículas más finas hacia la profundidad del perfil, tal como se demostró anteriormente, lo que favorece la compactación superficial; refiriéndose a las características que presentan los Alfisoles y Utisoles de compactarse en la superficie, Sánchez y Salinas (1983), atribuyen esa propiedad a la composición mecánica predominantemente arenosa, mientras que Greenland (1972) citado por Charreau (1974) atribuye el endurecimiento de los suelos a la absorción de los aniones orgánicos por hidróxidos de Fe y Al amorfos lo que dificulta su cristalización.

La interdependencia entre estos factores deberá tenerse en cuenta a la hora de explotar estos suelos.

CONCLUSIONES

Se observa un comportamiento actual en relación con el funcionamiento de los horizontes superficiales, al presentar organizaciones texturales, fábricas plásmicas y agregación similares.

La susceptibilidad para compactarse en superficie bajo cultivo, parece deberse en todos los suelos estudiados a un mismo mecanismo complejo.

Existen igualmente evidencias de una lixiviación antigua, al encontrarse fragmentos de antiguos cutánes de lixiviación (páulpas), en los horizontes inferiores.

Se producen capas compactadas al nivel de los 30-50 cm que impiden la colonización radical en profundidad, con densidades aparentes superiores a $1,50 \text{ g/cm}^3$.

Es necesario seguir estudiando más en profundidad la migración textural de los primeros horizontes hacia los inferiores, partiendo del examen micromorfológico, con vistas a la clasificación definitiva desde el punto de vista genético de estos suelos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALFONSO C. A.; G. HERNÁNDEZ y O. SUÁREZ, (1981): Estudio del sistema radicular del tabaco por el método de cilindros. Resumen IV Seminario del INCA. La Habana. Cuba.
- ALFONSO C. A.; J. G. HERNÁNDEZ y O. RODRÍGUEZ (1982): Influencia de las enmiendas sobre el desarrollo radical del tabaco. II Efecto de la compactación en función de la erosión. Resumen y Seminario del INCA. La Habana. Cuba.
- (1983): Influencia de las enmiendas sobre el desarrollo radical del tabaco. III Efecto de los niveles de estiércol vacuno. Resumen VI Seminario del INCA. Cuba. La Habana.
- ALFONSO, P.F., (1976): Estudios edafológicos de las zonas tabacaleras de Cuba. Estación de Tabaco de Cabaiguán. Cuba.
- AVILAN, R. L. y A. M. NEPTUNO, (1976): Estudios del sistema radicular del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Carioca) por los métodos de monolitos senda y radicisetos en suelo del orden Alfisol. *Agronomía Tropical* vol. XXVI. 2 p. 117-118.
- BELOBROV, V. P., (1978): Sobre el lixiviado y la diferenciación textural de algunos suelos de Cuba. *Pochvovedenie* 5 p. 29-41.
- BENNETT, H. H.; ALLISON, R. V., (1928): *The soils of Cuba*. Trop. Res. Washington.
- CHARREAU, C. (1974): *Materia Orgánica y propiedades bioquímicas del suelo en zona tropical árida del Africa Occidental*. IRAT París pág. 149.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE SUELOS y FERTILIZANTES, (1976): *Manual de técnicas analíticas*, (publicación interna). MINAGRI. Cuba.
- FEDOROFF, N., (1979): *Organization du sol a l'échelle microscopique* cap. XIII. *Pedologie*. tomo II P. H. Duchaufour et B. Souchier.
- GUIOLLORE, P. (1980): *Methode de fabrication mecanique et en serie des lames mices*. I. N. A. París-Grignon. Dep. des Sols Chaire de Geologie Pedologie. Thiverval Grignon France.

- HERNÁNDEZ, A.; A. OBREGÓN; A. SLAZAR y C. AGUERO, (1982 b): Seudo podzolización y suelos pseudopodsólicos en Cuba. Resumen IV Conferencia de Ciencias Agropecuarias de la UVLV p. 54. Rep. de Cuba.
- INSTITUTO DE SUELOS, (1979): Génesis y clasificación de los suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana p. 315.
- JONGERIUS, A. and G. K. RUTHERFORD, (1979): Glossary of soil micro morphology English, French, German, Spanish and Russian. Wageningen. Centro for Agricultural Publishing and Documentation.
- LANGE, O.; M. IVANOVA y N. LEBEDEVVA (1966): Geología General ed. Pedagógica Cuba, p. 228.
- LILIMBERG, D. A., (1970): Geomorfología en el Atlas Nacional de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba y Academia de Ciencias de la URSS p. 27.
- MARRERO, A., (1984): Tesis para optar por el grado de Candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas (título). Principales tipos de suelos de la cobertura de suelos de la llanura sur de Pinar del Río.
- ORTEGA S. F., (1984). Comunicación personal. Instituto de Suelos de la Academia de Ciencias de Cuba.
- PÉREZ JIMÉNEZ, J. M. y D. BOSCH, (1978): Sobre la utilización de algunos subindicadores de los horizontes mayores empleados en la segunda Clasificación genética de los suelos de Cuba. Revista Ciencias de la Agricultura No. 4 p. 80-87.
- SÁNCHEZ, P. A., (1981): Suelos del trópico: Características y manejos Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura, San José de Costa Rica.
- SÁNCHEZ P. A. y J. G. SALINAS, (1982): Suelos ácidos. Estrategia para su manejo con bajos insumos en América Tropical, San José de Costa Rica p. 47.

- SHISHOV, E. V.; V. SHISHOVA; y R. VILLEGAS, (1973 b): Fertilidad de los suelos de algunas áreas cañeras de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 102pp.
- ZONN, S. V., (1969): Características de la edafogénesis y principales tipos de suelos de Cuba (en ruso). En Génesis y geografía de los suelos de los países extranjeros. Nauka, Moscú, pp. 53-152.

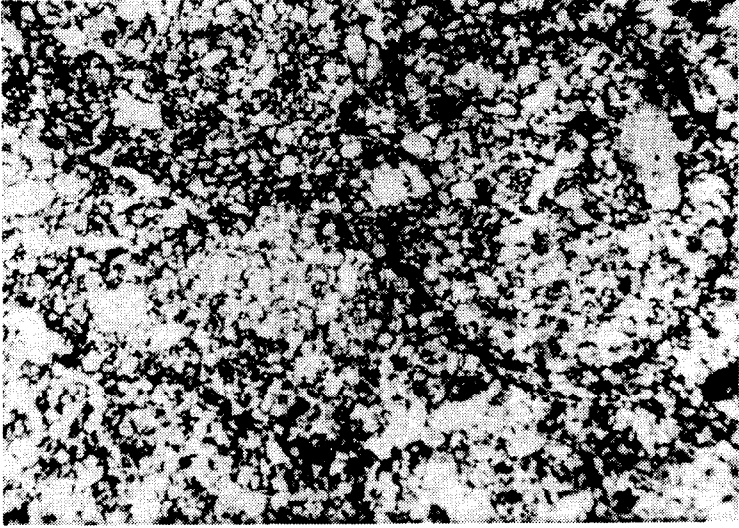


Fig. 5 : Estructura geológica y actividad biológica (agrotubules) de los horizontes superiores. Perfil FCARL¹, horizonte A₁ (luz natural) 80 x

Fig. 5 : Structure "géologique" et activité biologique (agrotubules) des horizons supérieurs. Profil FCARL¹, horizon A₁ (lumière naturelle) 80 x

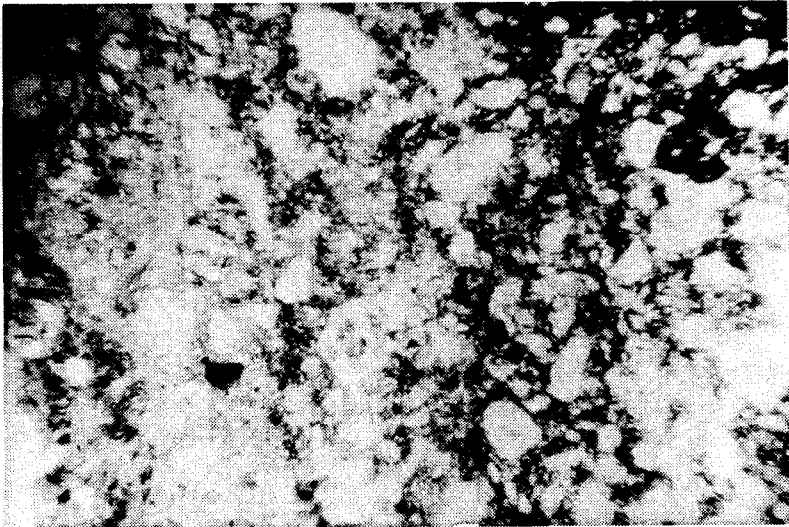


Fig. 6 : Rellenado de una cavidad, esqueletanes, hard pan, perfil FCARL¹, horizonte B_{mo} (luz natural) 100 x

Fig. 6 : Remplissage d'une cavité, squelettes, cuirasses, profil FCARL¹, horizon B_{mo} (lumière naturelle) 100 x

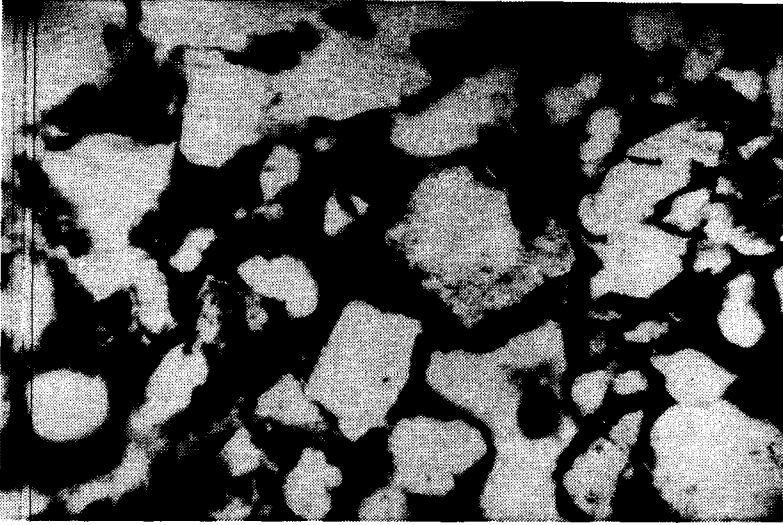


Fig. 7 : Horizonte B_t del perfil FRL, horizonte AB
(luz natural) 300 x

Fig. 7 : Horizon B_t du profil FRL, horizon AB
(lumière naturelle) 300 x