

**CONSIDERAÇÕES SÔBRE ALGUNS SOLOS
DA REPUBLICA DO EQUADOR**

Walter Politano

Engenheiro Agrônomo

Dr. Guido Ranzani

Orientador

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de
São Paulo, para a obtenção do título de Mestre.

PIRACICABA
Est. de São Paulo - Brasil
1975

À meus pais
minha espôsa
meu filho
e meus irmãos.

DEDICO

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Professor Dr. Guido Ranzani, pela orientação e apoio recebidos.

Ao Professor Dr. Paulo Cesar Corsini, pelas su gestões e dedicada colaboração.

Ao Professor Antonio Carlos Teixeira Mendes, pelo auxílio e orientação nas determinações mineralógicas.

Ao Dr. Antonio Carlos Moniz, pela criação de fa cilidades e orientação na utilização do aparelho de raio X do Instituto Agronômico de Campinas.

A Sra. Nelci Teixeira Maniero, pelo seu atendi mento simpático e colaboração nos assuntos ligados ao curso de pós-graduação.

Ao Sr. Celso Leite dos Santos e a Srta. Sylvia Paulucci, pela colaboração na confecção dos gráficos e composição datilográfica.

Estendemos, ainda, nosso agradecimento à Facul dade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal, Centro de Estudos de Solos (ESALQ), Instituto Agronômico de Campinas e a todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, tenham contribuído para a realização deste traba lho.

C O N T E Ú D O

	Página
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 - Características Gerais da Área	4
2.2 - Solos	6
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	10
3.1 - Análises Físicas	10
3.2 - Análises Químicas	10
3.3 - Balanço Hídrico	11
3.4 - Identificação dos Minerais da Fração Argila Pela Técnica de Difração do Raio X	15

	Página
3.4.1 - Dispersão da amostra e separação das frações do solo	15
3.4.2 - Preparo e montagem das amostras orientadas.	15
3.4.3 - Obtenção dos difratogramas e reconhecimento dos minerais	16
3.5 - Classificação dos Solos	17
4 - CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS E DOS PERFIS DE SOLOS .	18
4.1 - Características das Áreas	18
4.1.1 - Unidade Tosagua	18
4.1.2 - Unidade San Carlos	22
4.1.3 - Unidade El Tablon	24
4.2 - Características dos Perfis de Solos	26
4.2.1 - Perfil Ec-7	26
4.2.2 - Perfil Ec-8	28
4.2.3 - Perfil Ec-9	29
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 - Características Físicas	31
5.1.1 - Unidade Tosagua	31
5.1.2 - Unidade San Carlos	33
5.1.3 - Unidade El Tablon	34
5.2 - Características Químicas	37
5.2.1 - Unidade Tosagua	37
5.2.2 - Unidade San Carlos	40

	Página
5.2.3 - Unidade El Tablon	44
5.3 - Balanço Hídrico dos Solos	47
5.3.1 - Unidade Tosagua	47
5.3.2 - Unidade San Carlos	51
5.3.3 - Unidade El Tablon	55
5.4 - Regimes de Umidade e Térmico dos Solos	60
5.4.1 - Unidade Tosagua	60
5.4.2 - Unidade San Carlos	61
5.4.3 - Unidade El Tablon	62
5.5 - Identificação dos Minerais da Fração Argila Pela Técnica de Difração de Raio X	62
5.5.1 - Unidade Tosagua	62
5.5.2 - Unidade San Carlos	69
5.5.3 - Unidade El Tablon	70
5.6 - Classificação dos Solos	75
5.6.1 - Unidade Tosagua	75
5.6.2 - Unidade San Carlos	81
5.6.3 - Unidade El Tablon	82
6 - CONCLUSÕES	84
7 - RESUMO	86
8 - SUMMARY	88
9 - BIBLIOGRAFIA CITADA	90

LISTA DE QUADROS

Número		Página
1	Dados Climáticos referentes a unidade Tosa <u>g</u> gua	20
2	Dados climáticos referentes a umidade San Carlos	23
3	Dados climáticos referentes a unidade El Tablon	25
4	Espessuras e resultados de análises <u>físi</u> cas do perfil Ec-7	32
5	Separados do solo e classes texturais do perfil Ec-7	32
6	Espessuras e resultados de análises <u>físi</u> cas do perfil Ec-8	35
7	Separados do solo e classes texturais do perfil Ec-8	35

Número		Página
8	Espessura e resultados de análises físicas do perfil Ec-9	36
9	Separados so solo e classes texturais do perfil Ec-9	36
10	Resultados de análises químicas do perfil Ec-7	38
11	Resultados de análises químicas do perfil Ec-7	38
12	Resultados de análises químicas do perfil Ec-8	43
13	Resultados de análises químicas do perfil Ec-8	43
14	Resultados de análises químicas do perfil Ec-9	45
15	Resultados de análises químicas do perfil Ec-9	45
16	Balanço hídrico do perfil Ec-7, unidade Tosagua	48
17	Atributos do perfil Ec-7 relacionados a água disponível	48
18	Balanço hídrico do perfil Ec-8, unidade San Carlos'	52
19	Atributos do perfil Ec-8 relacionados a	

Número

Página

	água disponível	52
20	Balanço hídrico do perfil Ec-9, unidade El Tablon	57
21	Atributos do perfil Ec-9 relacionados a água disponível	57
22	Seção de controle da umidade dos perfis Ec-7 , Ec-8 e Ec-9	60
23	Regimes de umidade e térmico das unidades, Tosagua, San Carlos e El Tablon	63
24	Minerais da fração argila identificados pela técnica de difração de Raio X , do perfil Ec-7, unidade Tosagua	63
25	Minerais da fração argila, identificados pela técnica de difração de Raio X , do perfil Ec-8, unidade São Carlos	70
26	Minerais da fração argila identificados pela técnica de difração do Raio X , do perfil Ec-9, unidade El Tablon	75

LISTA DE FIGURAS

Número		Página
1	Esquema de representação da fertilidade do solo na forma de gráficos poligonais	14
2	Localização dos perfis Ec-7 , Ec-8 e Ec-9 em relação a área da República do Equador	19
3	Gráficos poligonais representativos da fertilidade do solo, respectivamente as unidades Tosagua, San Carlos e El Tablon	41
4	Marcha anual da precipitação e evapotranspiração, unidade Tosagua.	49
5	Distribuição mensal da água disponível e seção de controle, perfil Ec-7	50
6	Marcha anual da precipitação e evapotranspiração potencial, unidade São Carlos	53
7	Distribuição mensal da água disponível no	

Número

Página

	solo e seção de controle, perfil Ec-8 . . .	54
8	Marcha anual da precipitação e evapotranspi ração potencial, unidade El Tablon	58
9	Distribuição mensal da água disponível e se ção de controle, perfil Ec-8	59
10	Difratogramas da fração argila, horizonte A ₁ , perfil Ec-7	64
11	Difratogramas da fração argila, horizonte A ₂ , perfil Ec-7	65
12	Difratogramas da fração argila, horizonte B ₂₁ , perfil Ec-7	66
13	Difratogramas da fração argila, horizonte B ₂₂ , perfil Ec-7	67
14	Difratogramas da fração argila, horizonte C _{ca} , perfil Ec-7	68
15	Difratogramas da fração argila, horizonte A ₁ , perfil Ec-8	71
16	Difratogramas da fração argila, horizonte A/B, perfil Ec-8	72
17	Difratogramas da fração argila, horizonte B ₃ /C, perfil Ec-8	73
18	Difratogramas da fração argila, horizonte R, perfil Ec-8	74

Número

Página

19	Difratogramas da fração argila, horizonte A _p , perfil Ec-9	76
20	Difratogramas da fração argila, horizonte A ₁₂ , perfil Ec-9	77
21	Difratogramas da fração argila, horizonte A ₁₃ , perfil Ec-9	78
22	Difratogramas da fração argila, horizonte A ₃ /B ₁ , perfil Ec-9	79
23	Difratogramas da fração argila, horizonte B/C, perfil Ec-9	80

1 - INTRODUÇÃO

O uso agrícola da terra fundamentado em princípios técnicos e científicos, depende amplamente dos conhecimentos das condições que definem o comportamento do sistema solo-ambiente em relação às plantas.

Essas condições são determinadas principalmente, pela identificação das características físicas, químicas e mineralógicas dos solos e pela caracterização do ambiente, baseada nos regimes térmico e pluviométrico, definindo desta maneira as possibilidades e limitações de uma área à agricultura.

Referindo-se a República do Equador, há poucas informações relacionadas à caracterização de seus solos e condições de ambiente, o que dificulta a programação de atividades agrícolas dentro dos princípios propostos. Este problema é evidenciado em algumas áreas, como aquelas em que foram identificados os solos representativos das unidades denominadas Tosagua, San Carlos

e El Tablon.

Neste trabalho pretende-se contribuir com informações a respeito destas unidades, caracterizando algumas propriedades físicas, químicas e mineralógicas e estudando os aspectos de disponibilidade de água, relacionando as características edáficas aos recursos hídricos regionais.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em visita a República do Equador, RANZANI (1972) identificou e caracterizou morfológicamente três perfis de solos, encontrando aspectos distintos que possibilitaram a eleição destes perfis como representativos de três unidades de solos de ocorrência na área, as quais foram denominadas unidade Tosagua, San Carlos e El Tablon.

As unidades Tosagua e San Carlos estão localizadas na porção central da região costeira e a unidade El Tablon na região serrana, em área delimitada pelas latitudes $00^{\circ} 47'$ e $01^{\circ} 55'$ S e longitudes $78^{\circ} 55'$ e $80^{\circ} 30'$ W.Gr. A unidade Tosagua está situada nos arredores de Tosagua, Zona da Manta, Província de Manabí. A unidade de San Carlos está localizada na Província de Manabí, nos limites com Província de Guayas e a unidade El Tablon em área do alto Rio Chimbo na Província de Chimborazo. Estas três unidades situam-se em regiões climáticas distintas.

Sendo o número de informações relativas a estas unidades insuficiente para a compreensão de seus problemas e possibilidades, procurou-se contribuir para êste fim, reunindo inicialmente informações disponíveis a respeito da área ocupada pela República do Equador.

2.1 - Características Gerais da Área

A República do Equador está situada na região noroeste da América do Sul, tendo como limites o Perú ao sul e este, a Colômbia ao norte e o Oceano Pacífico a oeste. Ocupa uma área territorial de 270.670 km² e a sua localização geográfica é definida pelas latitudes 01° 20' N e 05° 00' S e longitudes 75° 10' e 81° 00' W.Gr. Êste país é dividido em áreas pertencentes aos hemisférios sul e norte, pelo eixo de latitude 00° 00' ,Equador, sendo que a sua maior parte está concentrada no hemisfério sul.

Apesar da importância deste país no contexto sul americano, é bastante reduzido o número de publicações de cunho científico que tratam de aspectos ligados aos seus recursos naturais.

Com respeito ao clima, O SERVIÇO FLORESTAL DO EQUADOR (1972) efetuou a sua caracterização, encontrando diversos tipos climáticos que evidenciam a existência de diferentes regimes térmicos e pluviométricos, mesmo em áreas situadas relativamente próximas. Êste comportamento está relacionado a aspectos de altitude, latitude e influência da corrente marítima fria de Humboldt. Os tipos climáticos de ocorrência na área variam desde os Equatorial pluvial, tropical úmido e semiáridos até os temperados e frios (DIBO, 1969 e DELTA LAROUSSE, 1972).

Com respeito ao relêvo, a porção continental se apresenta na forma de três grandes complexos geográficos, a saber : região costeira, região serrana e a planície oriental. A região costeira se estende na direção norte-sul, apresenta relevo de baixas altitudes e é banhada pelo Oceano Pacífico. A região serrana compreende a área ocupada pela Cordilheira dos Andes, forma

mada pelos maciços Cordilheira Ocidental e Cordilheira Oriental que são separados por uma fossa de desabamento denominada " graben interandino ". Suas altitudes variam de 200 até 6.000 metros. Já a planície oriental, localizada na região transandina e pertencente à planície amazônica é caracterizada também por relevos de baixas altitudes.

Com respeito a geologia da área, as melhores informações são encontradas no trabalho de mapeamento realizado pelo SERVIÇO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINEIRA (1969). Nêste trabalho são identificadas e mapeadas formações sedimentares, metamórficas e ígneas de diferentes idades, com representantes de praticamente todos os períodos geológicos. A ocorrência e distribuição dos diferentes materiais estão relacionados à idade da formação dos terrenos, existência de tectonismo e processos erosivos atuantes. São abundantes os materiais recentes pertencentes aos períodos terciário-quaternário (plio-quaternário) recobrando apreciáveis extensões.

Com respeito a vegetação natural são identificadas e classificadas diversas formações, como a floresta trópico-equatorial, floresta tropical, estepes, vegetação de desertos, florestas frias, savanas e formações alpestres (DIBO, 1969). De acordo com as características climáticas de cada área a vegetação foi classificada por SOLIS (1968) como formações macrotérmicas, submacrotérmicas, mesotérmicas, submesotérmicas e microtérmicas.

E com respeito ao uso da terra, verifica-se pelas informações de DELTA LAROUSSE (1972), DIBO (1969), SERVIÇO FLORESTAL DO ECUADOR (1972) e RANZANI (1972), que as condições climáticas do Equador, por serem bastante diferenciadas, são fatores preponderantes na definição do tipo de uso de suas terras. Segundo êstes autores, na região costeira, em sua porção de clima úmido e quente, predominam as explorações de madeira, borracha, café e banana e nas suas porções de climas mais secos, predominam os campos de pastoreio, culturas de cereais, amendoim, soja

e o cultivo de bananeiras em áreas irrigadas. Na região serrana, devido a grande diversidade de climas, relacionados principalmente a variações de altitudes, o uso das terras torna-se distinto para cada situação topográfica. Geralmente ocorrem culturas de cereais, de diversas frutíferas e campos de pastoreio. Particularmente, na depressão interandina, os cultivos de cereais e batata são explorados mais intensamente. Nesta região, em áreas situadas em altitudes superiores aos limites que podem variar de 3.100 a 3.600 metros, não se pratica qualquer tipo de exploração agrícola devido principalmente a imposição da limitação climática. Na região da planície oriental, os principais tipos de exploração são a produção de banana pelo sistema exploratório e a obtenção do látex que é extraído das seringueiras de ocorrência natural na área.

2.2 - Solos

A respeito dos solos do Equador existem muito poucas informações científicas e destas, a maioria se refere a estudos realizados na região bananeira.

Nesta região, COLMET-DAAGE (1962) realizou um estudo preliminar de seus solos, caracterizando as principais propriedades químicas e físicas e alguns aspectos mineralógicos, visando contribuir para a elaboração e aplicação de técnicas mais adequadas à cultura da bananeira. Na região de Machala, situada na porção sul da região costeira, em condições de clima semi-árido com precipitações variando de 600 a 800 mm., o autor estudou perfis dos solos denominados aluvionares limo-argilosos até a profundidade de 100 cm, apresentando os resultados: características morfológicas - perfis diferenciados em horizontes de espessuras bastante variadas, camadas superficiais geralmente de textura mais fina que as subjacentes e ocorrência nos perfis de estrutura prismática bastante compacta; características físicas - classe textural geralmente barro, embora ocorra uma variação muito ampla de textura, teores de limo em geral superiores aos da argila e areia, massa específica aparente com valores variando de 1,0

a $1,3 \text{ g/cm}^3$ e teores de umidade bastante variáveis para um mesmo valor de pH (2,7 e 4,2) e geralmente mais elevados nas camadas superiores; características químicas - pH em água geralmente superior a 6,5, capacidade de troca de bases com valores entre 30 a 40 meq % , saturação de bases 85 a 95%, matéria orgânica total nas camadas superficiais 3 a 4 % , cálcio trocável 11,0 a 39,4 meq % , magnésio trocável raramente ultrapassando a 1/10 do teor de cálcio, sódio trocável em torno de 0,20 meq % , mas com existência de valores ao redor de 7 a 8 meq % em alguns perfis, potássio trocável 0,1 a 2,4 meq % e fósforo (P_2O_5 Truog) 10 a 50 mgr% e aspectos mineralógicos - a montmorilonita é o tipo de mineral predominante na fração argila, ocorrendo também caolinita e outros minerais. Em perfis situados nas proximidades dos Andes foram identificados a metahaloisita e gibbsita.

Na região localizada entre o Golfo de Guayaquil e a Colombia, situada nas porções centro e norte da região bananeira e definida pelas latitudes $02^{\circ} 00'$ e $01^{\circ} 00'$ N este autor estudou os solos denominados bruno avermelhados, aluviais de terraços e solos jovens de origem vulcânica, de ocorrência em diferentes condições pluviométricas. Os solos bruno avermelhados desenvolvidos em condições de precipitação média apresentam as características: morfológicas - perfil clássico argiloso com evolução ferralítica, situado em áreas de relevo ondulado sobre material, rico em bases, cores pardo escuro e estrutura grumosa nas camadas superficiais e cores pardo mais claro ou avermelhadas e estrutura prismática nas camadas subjacentes; físicas - teores de argila ao redor de 40 % . e teores de limo inferiores aos de argila e areia, massa específica aparente ao redor de $0,8 \text{ g/cm}^3$ nas camadas superficiais e teores de umidade correspondentes aos pontos de pF 2,7 e 4,2, respectivamente ao redor de 30 % e 21 % ; químicas -valores de pH em água em torno de 6,0, capacidade de troca de bases, 25 meq % , saturação de bases, 50 a 60%, cálcio trocável e teores de matéria orgânica bastante elevados e aspectos mineralógicos - o mineral de argila predominante é do tipo caolinita, registrando-se a ocorrência de metahaloisita nas argilas dos perfis situados nos contrafortes dos Andes. Os solos aluviais, desenvolvidos em área com uma plu

pluviosidade ao redor de 2.000 mm, apresentam as características : morfológicas - os perfis apresentam horizonte orgânico pouco espesso, camadas superficiais de textura mais fina que a das camadas subjacentes, estrutura grumosa e cores pardo amareladas; físicas - textura barrenta com teores de limo ao redor de 40 % e teores de argila que diminuem gradativamente com a profundidade do solo e com o aumento dos teores de areia fina e massa específica aparente em torno de $0,82 \text{ g/cm}^3$; químicos - pH em água geralmente superior a 6,0, capacidade total de troca com valores situados entre 30 a 50 meq % relacionados aos teores de matéria orgânica, saturação de bases superior a 60 %, bases trocáveis geralmente com teores elevados e teor de fósforo total elevado para as camadas superficiais e os solos de origem vulcânica, desenvolvidos em condições de pluviosidade que variam de 2.000 a 4.000 mm apresentaram as características: morfológicas - cores com matiz alaranjadas e tonalidades claras, estrutura grumosa nas camadas superficiais e angular nas inferiores; físicas - argila muito pouco dispersa, em geral inferior a 10 %, massa específica aparente das camadas superficiais ao redor de $0,8 \text{ g/cm}^3$ e nas inferiores ao redor de $0,96 \text{ g/cm}^3$ e teores de umidade elevados para o mesmo valor de pH; químicas - pH em água ao redor de 6,0. capacidade de troca catiônica relativamente alta, saturação de bases baixa, matéria orgânica com teores elevados nos horizontes superficiais, teores de bases trocáveis relacionados a intensidade de precipitação atmosférica e fósforo total com teores elevados nos horizontes e mineralógicas - na fração argila de perfis situados em áreas superficiais sob condições de precipitação elevada não foram identificados os clássicos minerais de argila, encontrando somente materiais amorfos e na de perfis sob condições de precipitação média identificou-se os minerais do tipo caolinita, muito pouca montmorilonita e abundância de materiais amorfos. De uma maneira geral a evolução destes solos está relacionada com a pluviosidade da área em que estão localizados.

Em complementação aos estudos realizados em 1962, COLMET-DAAGE e CUCALON (1965) estudaram os solos alofânicos de re

giões úmidas sob condições de regimes pluviométricos distintos, com e sem estação seca pronunciada, constatando também nestes solos a alteração das características de retenção de umidade quando os mesmos são submetidos a qualquer processo de secagem, apresentando o comportamento dos solos alofânicos em geral. Os autores utilizaram na realização deste estudo de amostras mantidas úmidas e amostras submetidas ao processo de secagem ao ar.

Comparando as propriedades dos solos derivados de cinzas vulcânicas situados em áreas de alta e baixa altitudes. COLMET-DAAGE et alii (1969) identificaram a semelhança das condições do desenvolvimento destes solos, ocorrendo exceções somente nas condições de temperatura e cobertura vegetal.

VASCONEZ (1974) elegeu níveis representativos de classes de fertilidade para os solos da região bananeira, utilizando-se de dados de análises de solos.

Ainda, numa tentativa de contribuir para o conhecimento a respeito dos solos do Equador, incluiu-se nesta revisão três estudos realizados em solos vulcânicos da Colômbia e do Chile. Estes estudos contribuem para uma melhor compreensão de aspectos ligados à classificação e identificação mineralógica desse tipo de solo. Na Colômbia, região de Narino, município de Pasto, os estudos realizados por HERNANDEZ E RIASCOS (1972) e ESCOVAR et alii (1972) apresentaram resultados que permitem inferir a semelhança dos solos estudados com os de ocorrência em outras áreas. Um dos perfis estudados apresentou características que permitiram considerá-lo como típico solo Andosol que, pela 7^a aproximação se enquadra na sub ordem Andepts, unidade aceita como a mais característica dos solos alofânicos. No Chile, MONASTÉRIO (1958) identificou os componentes da fração argila dos solos derivados de cinzas vulcânicas recentes (holocênicas), unidade Trumaos e de cinzas antigas (pleistoceno), unidade Rojos Arcilosos, encontrando nos primeiros e predominância da alofana sobre a haloisita hidratada, óxidos cristalinos e amorfos de alumínio e ferro e nos segundos, a predominância da caolinita sobre a haloisita hidratada, óxidos cristalinos e alofana.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

Como material de estudo, utilizou-se de amostras dos diferentes horizontes pertencentes aos perfís das três unidades de solos, a saber: unidade Tosagua, San Carlos e El Tablon, identificados respectivamente pelas siglas EC-7, Ec-8 e Ec-9.

As amostras inicialmente, foram submetidas ao processo de secagem ao ar e em seguida, ao destorroamento e separação das frações terra fina seca ao ar (TFSA) e esqueleto de terra (ET), obedecendo-se as recomendações de VETTORI (1969). Das porções obtidas a TFSA foi reservada para a caracterização analítica

3.1 - Análises Físicas

A análise mecânica, para a determinação das classes dos separados do solo, foi realizada empregando-se o método proposto por Kilmer e Alexander em 1949, com modificações (BAVER,

1956; DAY, 1965). Empregou-se como dispersante uma solução de hexametáfosfato de sódio (50 g/l) e agitação lenta em agitador tipo rotatório durante um período de 12 horas. A fração areia foi separada pelo processo de peneiramento em cinco classes de separados, de acordo com a escala utilizada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. A fração argila foi determinada por processo de sedimentação e amostragem de alíquotas e a fração limo foi calculada em função dos teores de argila e areia. A argila natural foi determinada pelo mesmo método, com o emprego de somente água destilada na agitação para a dispersão.

Êstes resultados foram relacionados no diagrama textural preconizado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, para a determinação das respectivas classes texturais.

A massa específica real foi determinada utilizando-se do método do picnômetro e a massa específica aparente foi determinada pela utilização do método da parafina (INSTITUTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA, 1949; BLAKE, 1965).

Os teores de umidade do solo, retidos sob tensão de 1/3 e 15 atms. foram determinadas por aplicação da metodologia preconizada por Richards em 1947 e 1949. (RICHARDS, 1965).

3.2 - Análises Químicas

O cálcio e o magnésio trocáveis foram determinados pelo emprego da solução de acetato de amônio, normal, pH 7,0 como solução extratora e pelo emprego da solução de EDTA 0,005 M, como solução tituladora, obedecendo-se a metodologia descrita em HEALD (1965).

O potássio e o sódio trocáveis foram determinados em extrato do solo, empregando-se a solução de acetato de amônio normal, pH 7,0 na extração e o processo de fotometria de chama na determinação, de acordo com PRATT (1965).

Os prótons trocáveis foram determinados em extrato do

solo, com solução de acetato de cálcio, normal pH 7,0. A titulação foi por alcalimetria, obedecendo a proposição de CATANI e JACINTHO (1974.).

O alumínio trocável foi determinado com o emprego da solução de cloreto de potássio normal como solução extratora e do método preconizado por Yuan em 1959, que se utiliza do fluoreto de sódio e titulação alcalimétrica para a dosagem. O hidrogênio trocável foi calculado em função dos teores de protons trocáveis e de alumínio (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS, 1967).

A capacidade de troca catiônica a pH 7,0 foi obtida somando-se as bases trocáveis à acidez titulável determinada em extrato de acetato de cálcio, normal, pH 7,0 (CHAPMANN, 1965). Na classificação dos solos os resultados de CTC e soma de bases foram corrigidos com o emprego das equações estabelecidas por OLIVEIRA (1972) para se obter os dados equivalentes aos adotados pela chave taxonômica do SOIL SURVEY STAFF (1970).

A saturação de bases foi calculada aplicando-se a expressão $V \% = 100 \cdot S/CTC$.

O pH em água foi determinado em pasta solo-água, proporção 1:1 e em potenciômetro com eletrodos de calomelano e vidro (PEECH, 1965). O pH em cloreto de potássio foi determinado pelo mesmo processo com a substituição da água pela solução de cloreto de potássio, normal.

O fósforo foi determinado empregando-se como solução extratora a solução diluída de ácidos clorídricos e sulfúrico e como processo de avaliação o método colorimétrico do molibdato vanadato de amônio, proposto por Nelson e colaboradores em 1953, descrito em OLSEN (1965).

O carbono orgânico foi determinado por via úmida, com emprego do método que se utiliza da oxidação do dicromato de potássio em meio ácido e da titulação com solução de sulfato ferro

so na presença do indicador o-fenatrolina (ALISON, 1965).

O ferro livre foi extraído pelo método do ditonito de sódio, baseado em Kilmer, descrito em OLSON (1965). A sua de terminação foi efetuada com o emprego do processo colorimétrico na forma de complexo ferroso, na presença do indicador o - fenan trolina (JACKSON, 1956).

A condutividade elétrica foi determinada pelo método da Ponte de Wheaststone, proposto pelo U.S.S. laboratory Staff em 1954, em pasta solo-água na proporção 1:1, descrito em BOWER (1965).

A fertilidade dos solos foi representada na forma de gráficos poligonais, adotando-se o sistema de representação pro posto por ALVIM e ROSAND (1974) e os níveis estabelecidos por VASCONEZ (1974), conforme Figura 1.

3.3 - Balanço Hídrico

A evapotranspiração potencial foi determinada em ábaco elaborado por aplicação da fórmula de Thornthwaite (THORNTHWAITTE, 1948). Para o cálculo da evapotranspiração potencial da unida de El Tablon, empregou-se a expressão proposta por Serra para a fórmula de Thornthwaite, descrita em REMENIERAS (1965), porque a temperatura média anual da área era inferior à das médias a nuais utilizadas na confecção do ábaco disponível.

Os balanços hídricos dos solos foram elaborados empre gando-se o método proposto por RANZANI (1971).

A seção de controle foi determinada de acordo com a pro posição do SOIL SURVEY STAFF (1970), através das estimativas de aduções de 25 a 75 mm de precipitação efetiva no solo. Os cálculos empregados foram os sugeridos por RANZANI (1971) na avaliação da marcha anual da água disponível do solo.

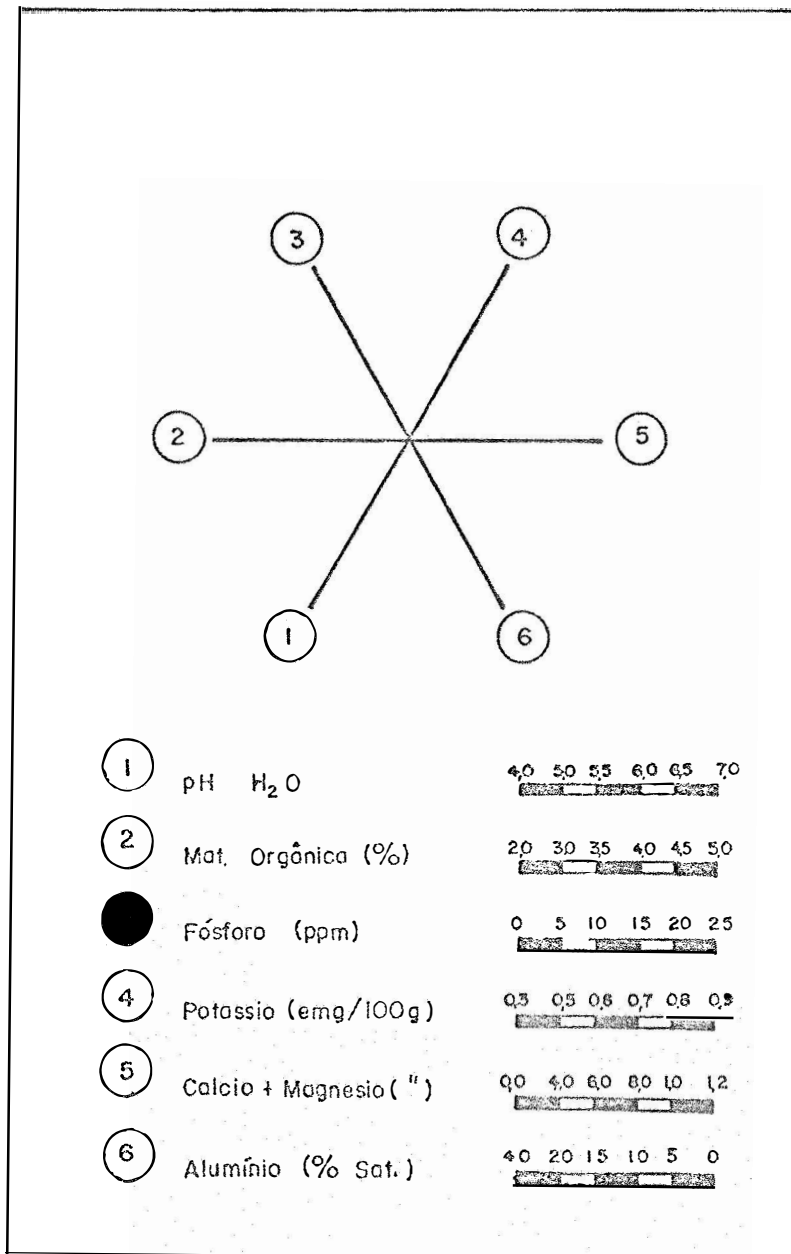


Figura 1 - Esquema de representação da fertilidade do solo na forma de gráficos poligonais.

Os regimes térmico e hídrico foram determinados de acordo com a proposição do SOIL SURVEY STAFF (1970). A avaliação da temperatura do solo a 50 cm de profundidade foi efetuada de acordo com Smith e Newhall, descrita em OLIVEIRA (1972). Esta proposição sugere a subtração de 1^oC da temperatura atmosférica para se obter uma temperatura equivalente à temperatura média do solo à profundidade de 50 cm. O regime hídrico foi avaliado com o auxílio do diagrama da marcha anual da água disponível do solo, elaborado para cada unidade.

3.4 - Identificação dos Minerais da Fração Argila Pela Técnica de difração do raio X.

3.4.1 - Dispersão da amostra e separação das frações do solo.

Os sais solúveis foram removidos por lavagem da amostra com a solução normal de acetato de sódio, pH 5,0. A matéria orgânica e o óxido de manganês foram destruídos pelos tratamentos com água oxigenada e aquecimento em banho maria. Os óxidos de ferro livres foram removidos pelos tratamentos com ditionito de sódio na presença de um agente quelante, citrato de sódio e lavagens com solução de cloreto de sódio a 5%. A metodologia empregada foi baseada nas recomendações de JACKSON (1965 b).

A dispersão das amostras foi efetuada pelos tratamentos com solução de carbonato de sódio 2 % e agitação. A fração areia foi separada pela passagem do material em suspensão em tamiz de 0,05 mm de malha. A fração argila foi separada da fração limo pelos processos de decantação e sifonamento, obedecendo-se as recomendações de TEIXEIRA MENDES, 1970.

3.4.2 - Preparo e montagem das amostras orientadas.

As amostras de argila saturadas com magnésio e potássio foram obtidas pelo tratamento com as soluções dos respectivos cloretos. O íon cloreto foi eliminado por lavagens sucessi

vas, com soluções de metanol a 50% , a 90% e finalmente com acetona. O teste de pureza foi efetuado com o nitrato de prata. As amostras magnésio glicoladas foram obtidas pela adição de gotas de glicerol às amostras magnésio saturadas.

As lâminas preparadas com as suspensões de argila, em duplicata, foram deixadas secar sob condições de temperatura ambiente. O método empregado foi o da placa de vidro para amostras orientadas, descrito em TEIXEIRA MENDES (1972).

3.4.3 - Obtenção dos difratogramas e reconhecimento dos minerais.

As lâminas foram submetidas à exposição do raio X em um aparelho marca Norelco, da Phillips Eletronic Inst., com as seguintes características: unidade básica geradora, raios de onda completa, 0 - 60 KV e 0 - 50 mA; fonte de radiação, tubo de cobre com filtro de níquel; velocidade de varredura, $2^{\circ} 2^{\theta}/\text{min.}$; registro no papel $5^{\circ} 2^{\theta} / \text{polegada}$; unidade de força, 35 KV e 20 mA. As lâminas foram irradiadas no intervalo de 2 a $28^{\circ} 2^{\theta}$, à temperatura ambiente, obtendo-se os difratogramas.

Para a obtenção das lâminas " aquecidas ", as lâminas potássio saturadas foram submetidas, após a primeira irradiação, a um aquecimento de 550°C em mufla e em seguida, deixadas esfriar até a temperatura ambiente em dissecador. Após êste tratamento as lâminas foram irradiadas novamente.

O reconhecimento dos argilo-minerais foi efetuado pela leitura e interpretação dos difratogramas. O processo empregado foi o da medida dos espaçamentos interplanares e comparação com os dos minerais padrões. Os principais espaçamentos interplanares utilizados como padrões foram: $7,2^{\circ}\text{A}$, com eliminação do espaçamento pelo aquecimento a 550°C , minerais do grupo da caolinita; 10°A com estabilidade do espaçamento nos tratamentos térmico e glicolação, mica; 10°A , com alteração para 11°A pelo tratamento glicolação, haloisita $4\text{H}_2\text{O}$; 14°A , com alteração

para 17,7 °A pelo tratamento glicolação, montmorilonita; 14 °A, com alteração para 10 °A pelo tratamento aquecimento, gibbsita e 4,2 °A e 3,3 °A, estável em todos os tratamentos, quartzo (WARSHAW e ROY, 1961; MONIZ, 1972; TEIXEIRA MENDES, 1972).

3.5 - Classificação dos Solos

Os solos foram classificados pelo sistema apresentado no SOIL SURVEY STAFF (1970), até o nível de sub grupo.

4 - CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS E DOS PERFIS DE SOLOS

4.1 - Características das Áreas

4.1.1 - Unidade Tosagua

A unidade Tosagua foi identificada na área localizada nos arredores de Tosagua, Zona da Manta, Província de Manabí, situada na região costeira. A localização geográfica de Tosagua é definida pelas coordenadas, latitude $00^{\circ} 47' S$ e longitude $80^{\circ} 17' W.Gr.$ A Figura 2 indica a localização do perfil Ec-7 em relação a área do Equador.

O clima pela classificação de Koeppen, descrita em VILLA NOVA et ali (1966) é BSsh' (clima seco, estepe, muito quente) e pela classificação ecológica, apresentada pelo SERVIÇO FLORESTAL DO ECUADOR (1972) é me-T (monte espinhoso tropical) . Os dados mensais e anuais de temperaturas médias e de precipitações médias são apresentadas no Quadro 1.

A precipitação média anual é 329,3 mm, assim distribui

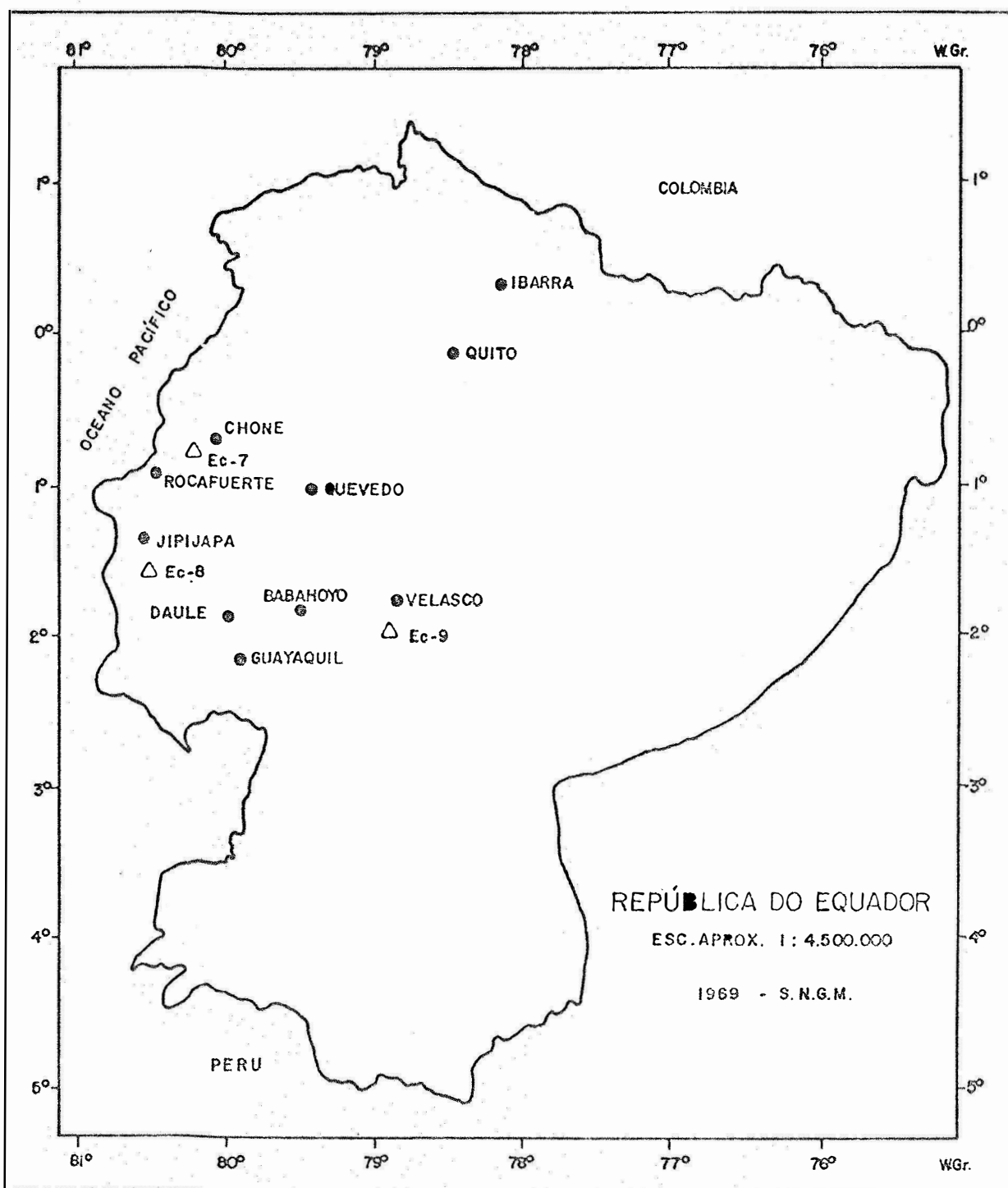


Figura 2 - Localização dos perfis Ec-7 , Ec-8 e Ec-9 em relação a area da República do Equador.

Quadro 1 - Dados climáticos referentes a unidade
Tosagua.

MESES	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Janeiro	26,4	63,7
Fevereiro	26,6	69,9
Março	26,7	116,6
Abril	26,7	36,7
Maio	26,1	22,6
Junho	24,9	6,5
Julho	24,7	1,3
Agosto	24,5	0,3
Setembro	24,7	1,7
Outubro	24,9	0,5
Novembro	25,0	0,5
Dezembro	25,5	9,0
A N O	25,5	329,3

da, na primavera, compreendendo os meses de setembro, outubro e novembro, a precipitação é de 2,7 mm ou 0,8 % da precipitação anual; no verão, compreendendo os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, a precipitação é de 142,6 mm ou 43,3 % da precipitação anual; no outono, compreendendo os meses de março, abril e maio, a precipitação é de 175,9 mm ou 53,4 % de precipitação anual e no inverno, compreendendo os meses de junho, julho e agosto, a precipitação é de 8,1 mm ou 2,5 % da precipitação anual.

O período mais seco abrange os meses de julho, agosto e setembro, sendo o mês de agosto aquele que apresenta menor índice de precipitação com apenas 0,3 mm. O período mais chuvoso abrange os meses de janeiro, fevereiro e março, sendo o mês de março aquele que apresenta maior índice de precipitação, com o valor de 116,6 mm.

A temperatura média anual é 25,5°C e as médias de inverno e verão são respectivamente, 24,7°C e 26,1°C. O mês de agosto apresenta temperatura média mais baixa, com o valor de 24,5°C e as temperaturas médias mais elevadas são encontradas nos meses de março e abril, cujo valor médio é 26,7°C.

O local onde foi identificado o perfil apresenta topografia relativamente plana com relevo ondulado, uniforme e extenso.

O material geológico é constituído por argilas do oligo-mioceno (SERVIÇO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINEIRA, 1969).

A vegetação natural é caracterizada como formação macrotérmica, grupo higrofilico, mesofilia intermediária entre higrofilia e xerofilia. Esta vegetação apresenta três estratos, o arbóreo com espécies de crescimento lento, o arbustivo com a presença da algarobeira e ficus e o rasteiro com predominância de gramíneas. A paineira " seibo " é de ocorrência muito comum (SOLIS, 1968; RANZANI, 1972).

O uso da terra se caracteriza pelo pastoreio e por al

gumas culturas agrícolas como o algodão, amendoim, soja e milho.

4.1.2 - Unidade San Carlos

A área está localizada nas proximidades de San Carlos, Província de Manabí, região costeira. A localização geográfica é definida pelas coordenadas, latitude $01^{\circ} 31' S$ e longitude $80^{\circ} 30' W.Gr.$ A Figura 2 indica a localização do perfil Ec-8 em relação a área do Equador.

O clima, pela classificação de Koeppen é Aw (clima tropical com inverno seco, isotérmico) e pela classificação ecológica é bs-T transição para bh-ST (bosque seco tropical, transição para bosque úmido subtropical). Os dados mensais e anuais de temperaturas médias e precipitações médias são apresentados no Quadro 2.

A precipitação média anual é 1186,2 mm, assim distribuída: na primavera a precipitação é de 30,3 mm ou 2,5 % da precipitação anual; no outono a precipitação é 740,2 mm ou 62,4 % da precipitação anual e no inverno é 59,0 mm ou 5,0 % da precipitação anual. Os períodos com menores índices de precipitação abrangem os meses de agosto, outubro, novembro, sendo o mês mais seco agosto, com apenas 6,2 mm. O período com maior índice de precipitação abrangem os meses de janeiro, fevereiro, março e abril, sendo março o mais chuvoso, com 350,4 mm.

A temperatura média anual é $21,6^{\circ}C$ e as médias de inverno e verão são respectivamente, $20,9^{\circ}C$ e $22,^{\circ}C$. O mês que apresenta temperatura média mais baixa é o mês de julho, com a temperatura de $20,8^{\circ}C$ e os meses que apresentam temperatura média mais elevada são os meses de março e abril, com a temperatura de $22,6^{\circ}C$.

A topografia geral da área pode se apresentar com relevos ondulados, forte ondulados ou montanhosos. No local onde foi identificado o perfil e relevo é ondulado a forte ondulado.

Quadro 2 - Dados climáticos referentes a unidade
San Carlos.

MÊSES	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Janeiro	22,1	154,2
Fevereiro	22,3	184,0
Março	22,6	350,4
Abril	22,6	297,1
Mai	22,1	92,7
Junho	21,1	42,0
Julho	20,8	10,8
Agosto	20,9	6,2
Setembro	21,2	13,6
Outubro	21,1	6,9
Novembro	20,9	9,8
Dezembro	21,6	18,5
A N O	21,6	1186,2

O material geológico é constituído por argilas silteosas do mioceno-médio.

A vegetação natural é caracterizada como selva subtropical, grupo higrofílico higrofilia subtropical. Esta vegetação apresenta três estratos: arbóreo, arbustivo e rasteiro. As espécies arbóreas de ocorrência comum são o sândalo, a "seca" o "roble" de Guayaquil e a paineira,

O uso da terra efetua-se pelos cultivos de cana de açúcar, arroz, algodão, milho, feijão, algumas frutíferas e pelas pastagens naturais.

4.1.3 - Unidade El Tablon

A área está localizada na região do alto rio Chimbo, Província de Chimborazo, região serrana. A localização geográfica é definida pelas coordenadas, latitude $01^{\circ} 55' S$ e longitude de $78^{\circ} 55' W.Gr.$

O clima, pela classificação de Koeppen, é BSwK' (clima seco muito frio) e pela classificação ecológica é bs-MB transição para e-M (bosque seco-montanhoso baixo transição para este montanhoso). Os dados mensais e anuais de temperaturas médias e precipitações médias são apresentados no Quadro 3.

A precipitação média anual é 533,3 mm, assim distribuída: na primavera a precipitação é 154,7 mm ou 20,0 % da precipitação anual; no verão a precipitação é 145,1 mm ou 27,2 % da precipitação anual; no outono a precipitação é 168,8mm ou 31,7% da precipitação anual e no inverno é 64,8 mm correspondendo a 12,1 % da precipitação anual. O período com menor índice de precipitação abrange os meses de julho, agosto e setembro, sendo o mês de agosto o mais seco, com apenas 11,6 mm. O período mais chuvoso abrange de fevereiro, março e abril, sendo o mês de outubro o de maior índice pluviométrico, com o valor de 76,8 mm.

Quadro 3 - Dados climáticos referentes a unidade
El Tablon.

MESES	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITAÇÃO (mm)
Janeiro	13,2	37,5
Fevereiro	13,3	63,9
Março	12,9	64,2
Abril	13,2	69,1
Mai	13,3	35,5
Junho	12,7	40,7
Julho	12,8	12,5
Agosto	12,6	11,6
Setembro	12,6	25,9
Outubro	13,0	76,8
Novembro	13,3	52,0
Dezembro	13,3	43,7
A N O	13,0	533,4

A temperatura média anual é 13,0 °C e as médias de inverno e verão são respectivamente, 12,7 °C e 13,3 °C. Os meses que apresentam temperatura média mais baixa são agosto e setembro, com a temperatura de 12,6 °C e os meses que apresentam temperatura média mais elevada são os meses fevereiro, março, novembro e dezembro, com a temperatura de 13,3 °C.

A área apresenta topografia bastante ondulada. O relevo do local onde foi identificado o perfil é forte ondulado a montanhoso.

O material geológico segundo o SERVIÇO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA (1969), se constitui de argilas oligo-miocênicas provavelmente com contribuição de cinzas vulcânicas.

A vegetação natural é caracterizada como selva submesotérmica, grupo higrofílico higrofilia andina. Esta vegetação se constitui numa transição de bosque andino para deserto " paramos " onde ocorre a predominância de gramíneas na presença de arbustos. As espécies arbóreas ocorrem somente nos fundos dos vales.

O uso da terra é realizado por cultivos esparsos de batata e cereais e por pastagens naturais.

4.2 - Características dos Perfis de Solos

As descrições morfológicas dos perfis de solos foram apresentadas por RANZANI (1972), como se segue:

4.2.1 - Perfil Ec-7

O perfil está localizado na estrada Chone-Rocafuerte , nas proximidades da localidade de Tosagua. O relevo do local é ondulado, uniforme e extenso. A drenagem do solo é de moderada a boa e é constatada também a presença de erosão laminar em grau moderado.

Descrição morfológica do perfil:

- A₁ 0 - 50 cm; negro a pardo muito escuro (10YR 2/1 -2 úmido); barro limoso; maciço; macio, friável, não plástico, não pegajoso; limite suave, difuso;
- A₂ 50 - 90 cm; cinza pardacento claro (10YR 6/2 úmido); limo; maciço; macio, muito friável, não plástico, não pegajoso, galerias biológicas médias, abundantes; limite suave, claro;
- B₂₁ 90 - 150 cm; matriz pardo a pardo escuro (10YR 4/3 úmido); acumulações de matéria orgânica irregulares pardo muito escuro (10YR 2/2); argila; blocos subangulares, médios, forte; duro, firme, plástico, pegajoso; cerosidade abundante; limite suave, difuso;
- B₂₂ 150 - 185 cm; pardo acinzentado escuro (10YR 4/2 úmido); argila; blocos subangulares grandes, muito fortes; e fragmentos angulares de argila; duro, firme, plástico, pegajoso; cerosidade abundante; limite suave, difuso;
- C_{ca} 185 - 200+cm; matriz pardo a pardo escuro (10YR 4/3) veios de carbonatos irregulares nas clivagens, brancos e dentro dos agregados como pontuações; argila; extremamente duro, firme, muito plástico, muito pegajoso.

4.2.2. - Perfil Ec-8.

O perfil está localizado no barranco esquerdo da rodovia Jipijapa-Oaules, nas proximidades da localidade de Finca El Recreo, Recinto Cañita. O relevo do local é ondulado a forte ondulação. A altitude é 380 metros. A drenagem do solo é moderada.

Descrição morfológica do perfil:

- A₁ 0 - 32 cm; pardo acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); argila; granular, moderado, com esparsos fragmentos de rocha e pequenas concreções mais claras; duro, friável, muito plástico, pegajoso raízes muito finas abundantes; limite suave, gradual;
- A/B 32 - 44 cm; matriz pardo e pardo escuro (10YR 4/3 com marreamento mais escuro (10 YR 2/2) pequenos de material suprajacente; argila; blocos subangulares pequenos a médios, forte; filmes de argila e cerosidade, abundantes; raízes médias e finas, comuns; limite suave, claro;
- B₃/C 44 - 59 cm; material de origem guardando a estrutura original da rocha, contudo revestido por filmes de argila, pardo a pardo escuro (7,5YR 4 4) externamente a pardo amarelado escuro (10YR 4/4) internamente; argila; rompe-se em blocos angulares pequenos; raízes finas e médias, comuns; limite suave, claro ;
- R 59 - 200+cm; argilito variegado, parcialmente in

temperizado, apresentando raízes muito finas no terço superior.

4.2.3 - Perfil Ec-9.

O perfil está localizado na Hacienda El Tablon estrada para Velasco, região do alto rio Chimbo, Província de Chimborazo. O relevo do local é forte ondulado a montanhoso, com vertentes extensas e declividade em torno de 30 % a 50 %. A altitude é 2.700 m. A drenagem do solo é boa e constata-se a ocorrência de erosão laminar em grau severo.

Descrição morfológica do perfil:

Ap	0	-	18 cm; preto (10YR 2/1 úmido); barro argiloso; maciço; solto, friável, não plástico, não pegajoso; raízes muito finas, abundantes; limite suave, difuso;
A ₁₂	18	-	60 cm; preto (10YR 2/1 úmido); pardo muito escuro (10YR 2/3 amassado); barro argiloso; granular, pequeno, moderado ; macio, friável, não plástico, não pegajoso; raízes muito finas, comuns; limite suave, difuso;
A ₁₃	95	-	95 cm; pardo muito escuro (10YR 2/2 úmido); barro argiloso; granular, pequeno, moderado; firme, friável, não plástico, não pegajoso; raízes muito finas, comum; limite suave, difuso;
A ₃ /B ₁	95	-	160 cm; pardo acinzentado muito escuro (10 Y R 3/2 úmido); argila; maciço; fofo, poroso, friável, não plástico, não pegajoso;

joso; raízes muito finas, pouco; limite
te ondulado, claro;

B/C 160 - 300+cm; pardo a pardo escuro (10YR 4/3 úmido);
argila; maciço, denso; friável,plástico,
ligeiramente pegajoso; raízes muito
to finas, raras.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Características Físicas

5.1.1 - Unidade Tosagua

Os resultados das análises físicas do perfil Ec-7 são apresentados nos Quadros 4 e 5.

Os valores de massa específica aparente são constantes no perfil e são da ordem de $1,2 \text{ g/cm}^3$. Exceção é feita no horizonte A_1 , onde o valor é $1,1 \text{ g/cm}^3$. Valores dessa ordem são encontrados em solos do Equador de textura barro argilosa e compactos (COLMET-DAAGE, 1962). A massa específica real apresenta valores que aumentam com a profundidade, variando de 2,46 a $2,56 \text{ g/cm}^3$. A porosidade total situa-se ao redor de 50% e apresenta a tendência de aumentar com a profundidade.

Os teores de umidade retidos a tensões de 1/3 e 15 atmosferas aumentam com a profundidade, variando respectivamente

Quadro 4 - Espessuras e resultados de análises físicas do perfil Ec-7.

Horizontes	Espessura (cm)	Da (g/cm ³)	Dr (g/cm ³)	Porosidade total (%)	Água Retida (%)		Água Disponível (%)
					1/3 atm	15 atm	
A ₁	50,0	1,1	2,46	56	34,3	16,6	17,8
A ₂	40,0	1,2	2,50	52	29,6	13,2	16,4
B ₂₁	60,0	1,2	2,52	53	40,4	23,9	16,5
B ₂₂	35,0	1,2	2,52	53	47,3	33,0	14,3
C _{Ca}	15,0+	1,2	2,56	54	57,3	40,1	17,2

Quadro 5 - Separados do solo e classes texturais do perfil Ec-7.

Horizontes	S E P A R A D O S D O S O L O (%)										Classe Textural (*)
	E T	Amg	Ag	Am	Af	Amf	Areia	Limo	Argila	Argila Natural	
A _p	0,0	0,0	0,0	0,2	7,8	17,2	25,2	63,3	11,5	7,0	b1
A ₂	0,0	0,0	0,1	0,3	8,7	17,8	26,9	62,5	10,6	6,7	b1
B ₂₁	4,0	0,0	0,0	0,3	7,5	10,3	18,1	47,1	34,8	17,7	br1
B ₂₂	0,0	0,0	0,1	0,5	6,9	8,6	16,1	41,7	42,2	33,3	r1
C _{ca}	0,0	0,0	0,1	0,3	4,9	5,1	10,4	30,5	59,1	41,1	r

(*) a = areia, arenoso (a); b = barro, barrento; l = limo, limoso (a); r = argila, argiloso (a).

de 34,3 a 57,3 % e de 16,6 a 40,1 %; exceção é feita aos valores encontrados no horizonte A_2 . Os valores de água disponível diminuem com a profundidade até a posição do horizonte B_{22} , variando de 17,8 a 14,3 % e no horizonte C_{ca} apresenta sensível elevação, com o valor de 17,2 %. Estes valores, quando transformados em capacidade de água disponível (RANZANI, 1963), possibilitam a classificação dessa característica como alta.

A fração dominante dos separados do solo é o limo, que apresenta valores que decrecem com a profundidade e variam dentro dos limites de 30,5 a 63,3 %. A fração argila varia de 11,5 a 59,1 % e apresenta distribuição inversa à do limo. Exceção é feita no horizonte A_2 , onde o valor encontrado é 10,6 %. A fração areia apresenta distribuição semelhante à do limo, variando de 10,4 a 25,2 %. Nesta fração, a subfração dominante e a areia muito fina. As classes texturais determinadas para os horizontes são: barro limoso para os horizontes A_1 e A_2 ; barro argiloso limoso para o horizonte B_{21} ; argila limosa para o horizonte B_{22} e argila para o horizonte C_{ca} . Os solos aluvionares do Equador apresentam características de textura que são similares a deste perfil (COLMET-DAAGE, 1962).

5.1.2 - Unidade San Carlos

Os resultados das análises físicas do perfil Ec-8 são apresentados nos Quadros 6 e 7.

A massa específica aparente apresenta o valor de $1,2 \text{ g/cm}^3$ não variando no perfil até o horizonte B_3/C . Na camada R o valor é levemente inferior. Os valores de massa específica real diminuem com a profundidade, variando de 2,56 a $2,50 \text{ g/cm}^3$. A porosidade total é avaliada ao redor de 50 %, com pequena variação no perfil.

Os teores de umidade retidos às tensões de 1/3 e 15 atmosferas, são bastante elevados e aumentam levemente com a profundidade até o horizonte B_3/C , apresentando respectivamente va

res que variam de 43,1 a 45,4 % e 34,7 a 36,1 %. No horizonte R os valores sofrem ligeira diminuição. A água disponível apresenta teores baixos, principalmente considerando-se os valores bastante elevados de limo do perfil e os teores de umidade retidos às tensões estabelecidas. Seus teores variam de 8,4 a 10,4 %, aumentando com a profundidade. A capacidade de água disponível é classificada como baixa nos horizontes superficiais e moderada nos subjacentes.

A fração dominante dos separados do solo é a argila, apresentando teores que variam de 36,4 a 58,1 %, irregularmente distribuídos no perfil, com ocorrência de maiores quantidades nos horizontes A/B e B₃/C. A fração limo apresenta distribuição similar à da argila, somente que com ocorrência de maior concentração no horizonte R. Seus valores variam de 37,9 a 42,7%. A fração areia é a de menor expressão no perfil, com valores bastante pequenos nas camadas suprajacentes à camada R, variando de 3,7 a 7,1 %; nesta o teor é acentuadamente maior, de 20,9 %. As classes texturais dos horizontes são argila limosa para o horizonte A₁; argila para os horizontes A/B e B₃/C e barro argiloso para a camada R.

Estas características do perfil não divergem das encontradas nos solos aluvionares do Equador (COLMET-DAAGE, 1962).

5.1.3 - Unidade El Talon

Os resultados das análises físicas do perfil Ec-9 são apresentados nos Quadros 8 e 9.

Os valores de massa específica situam-se ao redor de 1,0 g/cm³, com distribuição uniforme no perfil. A massa específica real apresenta valores que a partir do horizonte A₁₂ aumentam ligeiramente com a profundidade, variando de 2,45 a 2,50 g/cm³. O valor no horizonte A p é 2,48 g/cm³. Estes valores são acentuadamente inferiores aos valores médios dos solos minerais. A porosidade total é inferida ao redor de 60 %.

Quadro 6 - Espessuras e resultados de análises físicas do perfil Ec-8.

Horizontes	Espessura (cm)	D _a (g/cm ³)	D _r (g/cm ³)	Porosidade total (%)	Água Retida (%)		Água Disponível (%)
					1/3 atm	15 atm	
A ₁	32,0	1,2	2,56	54	43,1	34,7	8,4
A/B	12,0	1,2	2,53	53	44,4	35,8	8,6
B ₃ /C	15,0	1,2	2,50	52	45,5	36,1	9,4
R	141,0	1,1	2,50	56	44,9	34,5	10,4

Quadro 7 - Separados do solo e classes texturais do perfil Ec-8.

Horizontes	SEPARADOS DO SOLO (%)										Classe Textural
	E T	Amg	Ag	Am	Af	Amf	Areia	Limo	Argila	Argila Natural	
A ₁	0,3	0,3	1,6	1,7	1,9	1,3	7,1	40,7	52,2	20,4	r1
A/B	0,0	0,1	0,5	0,8	1,2	1,1	3,7	38,2	58,1	11,0	r
B ₃ /C	0,0	0,4	1,3	1,4	1,4	1,0	5,5	37,9	56,5	17,5	r
R	0,1	0,3	5,1	5,8	5,5	4,1	20,9	42,7	36,4	20,7	br

Quadro 8 - Espessuras e resultados de análises físicas
do perfil Ec-9.

Horizontes	Espessura (cm)	Da (g/cm ³)	Dr (g/cm ³)	Porosidade total (%)	Água Retida (%)		Água Disponível (%)
					1/3 atm	15 atm	
A _p	18,0	0,9	2,48	64	51,9	29,5	22,4
A ₁₂	42,0	1,0	2,45	60	48,8	33,3	15,1
A ₁₃	35,0	1,0	2,46	60	50,6	34,5	16,1
A ₃ /B ₁	65,0	1,0	2,48	60	59,1	42,7	16,4
B/C	140,0	1,1	2,50	56	62,4	49,9	12,5

Quadro 9 - Separados do solo e classes texturais do
perfil Ec-9.

Horizontes	S E P A R A D O S D O S O L O (%)										Classe Textural
	E T	Amg	Ag	Am	Af	Amf	Areia	Limo	Argila	Argila Natural	
A _p	0,1	0,1	1,4	6,3	17,9	17,4	43,1	47,8	9,1	3,5	b
A ₁₂	1,2	0,0	1,5	6,9	16,0	15,3	39,7	49,1	11,2	6,2	b
A ₁₃	0,0	0,0	0,6	3,7	13,8	17,0	35,1	50,8	14,1	4,5	b1
A ₃ /B ₁	0,1	0,0	0,9	5,0	10,9	12,7	29,5	52,1	18,4	2,5	b1
B/C	0,1	0,0	1,9	7,2	10,8	8,8	28,7	45,5	25,8	2,7	b

Os teores de umidade retida às tensões de 1/3 e 15 atmosferas são bastante elevados, variando respectivamente de 48,8 a 62,2 % e de 29,5 a 49,9 % apresentando uma distribuição que aumenta com a profundidade. Exceção é feita no horizonte A p ao valor 51,9 %. Os teores de água disponível são elevados, variando de 12,5 a 22,4 %. O horizonte A p apresenta o valor de 22,4 %, valor nitidamente superior ao dos demais horizontes. Nos horizontes A_{12} , A_{13} e A_3/B_1 a distribuição é praticamente constante e no horizonte B/C o valor apresentado é inferior. A capacidade de água disponível "CAD" é classificada como alta em todos os horizontes.

A fração dominante dos separados do solo é o limo, com valores que variam de 45,5 a 52,1 % e com distribuição que aumenta com a profundidade até o horizonte A_3/B_1 e diminui no horizonte B/C. A fração areia varia de 28,7 a 43,1 %, com distribuição que diminui com a profundidade. Nesta fração a subfração predominante é a areia muito fina. A fração argila é a de menor expressão no perfil em virtude de sua baixa dispersão, ocorrendo valores que variam de 9,1 a 25,8 % os quais aumentam com a profundidade. As classes texturais dos horizontes são barro para os horizontes A p, A_{12} e B/C e barro limoso para os horizontes A_{13} e A_3/B_1 .

Estas características do perfil se analisadas juntamente com as características químicas e mineralógicas, apresentam grande similaridade com aquelas dos solos derivados de cinzas vulcânicas recentes, identificados por COLMET-DAAGE (1962).

5.2 - Características Químicas

5.2.1 - Unidade Tosagua

Os resultados analíticos da caracterização química do perfil Ec-7 são apresentados nos Quadros 10 e 11.

Os valores totais das bases trocáveis variam no perfil de 13,69 a 40,53 emg/100g e apresentam distribuição em que

Quadro 10 - Resultados de análises químicas do perfil Ec-7.

Horizontes	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Soma de Bases	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	CTC	CTC% argila	V (%)
	(em g / 100 g)									
A ₁	11,48	2,39	1,23	0,74	15,84	0,50	0,00	16,34	106,3	96,9
A ₂	8,68	2,92	1,43	0,66	13,69	0,31	0,00	14,00	110,7	97,8
B ₂₁	16,95	6,46	2,22	1,32	26,95	0,37	0,07	27,39	75,7	98,4
B ₂₂	21,75	6,99	1,80	3,60	34,14	0,36	0,01	34,51	79,9	98,9
C _{ca}	25,77	6,85	1,19	6,72	40,53	0,29	0,00	40,82	68,00	99,3

Quadro 11 - Resultados de análises químicas do perfil Ec-7.

Horizontes	pH		Cond.Elet. (mmhos/cm)	Ac.titulável (CaOAc,N) (emg/100g)	Carbono (%)	Matéria Orgânica (%)	Fósforo (ppm)	Fe ₂ O ₃ (%)
	H ₂ O	KCl						
A ₁	8,0	6,8	0,08	0,50	1,20	2,06	0,89	0,74
A ₂	8,0	6,7	0,10	0,31	0,66	1,13	0,71	0,50
B ₂₁	7,6	6,1	0,08	0,44	0,31	0,53	0,89	0,74
B ₂₂	8,2	6,1	0,66	0,29	0,23	0,39	2,41	1,24
C _{ca}	8,2	6,7	0,77	0,29	0,19	0,32	2,32	1,37

diminuem com a profundidade nos horizontes A_1 e A_2 e a partir deste, aumentam com a profundidade. O menor valor é apresentado pelo horizonte A_2 e o maior horizonte Cca. Das bases trocáveis, o cálcio é predominante, com valores variando de 8,68 a 25,77 emg/100g e com distribuição similar a do total das bases. O magnésio varia de 2,39 a 6,99 emg/100g e seus teores aumentam com a profundidade. A proporção Ca/Mg varia de 2,6 a 4,8, ocorrendo o menor valor no horizonte B_{21} e o maior no horizonte A_1 , com distribuição irregular no perfil. O potássio, com valores variando de 1,19 a 2,22 emg/100g, aumenta no perfil com a profundidade até o horizonte B_{21} e a partir daí passa a diminuir.

Os teores de sódio variam de 0,66 a 6,72 emg/100g e se distribuem identicamente ao cálcio no perfil. Apresentam valores bastante elevados que de acordo com BOWER E WILCOX (1965), são classificados ao nível alto, sendo portanto, prejudiciais ao desenvolvimento das culturas. Os valores de condutividade elétrica revelam uma maior concentração de sais solúveis nos horizontes de subsuperfície. A saturação de bases trocáveis é bastante elevada e aumenta com a profundidade no perfil.

Os valores de acidez titulável são baixos, ocorrendo pequena variação no perfil, com teores entre 0,29 e 0,50 emg/100g. Apresentam uma distribuição decrescente com a profundidade nos horizontes superficiais, sofrendo elevação no horizonte B_{21} e a partir deste, passam a diminuir novamente com a profundidade. Os teores de alumínio são em níveis não prejudiciais ao desenvolvimento das culturas, apresentando saturação classificada como baixa (INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO CENTRO OESTE, 1971). Os valores de pH em água variam de 7,6 a 8,2, indicando a presença de alcalinidade em grau moderado e os valores pH em cloreto de potássio, inferiores aos do pH em água, tendem revelar a predominância de cargas negativas na suspensão de solo.

Os valores de capacidade de troca catiônica a pH 7,0 variam de 14,00 a 40,82 emg/100g e apresentam distribuição perfil igual a do total de bases trocáveis. A CTC % de argila va

ria de 68,0 a 110,7 emg/100g e apresenta distribuição inversa à da CTC.

Os teores de matéria orgânica varia de 0,32 a 2,06 % , diminuindo com a profundidade. O fósforo varia de 0,71 a 2,41 ppm, com distribuição irregular no perfil, apresentando teores mais elevados nos horizontes inferiores. O ferro livre varia de 0,56 a 1,37 % de Fe_2O_3 , aumentando com a profundidade. Exceção é feita no horizonte A_1 onde o valor apresentado é de 0,74%.

As características químicas deste perfil não divergem daqueles dos perfis situados em clima semi-árido do Equador (COLMET-DAAGE, 1962), embora ocorra algumas diferenças sinsíveis como nos valores da relação Ca/Mg e níveis de capacidade de troca catiônica.

A Figura 3 apresenta o gráfico poligonal obtido pela representação dos principais parâmetros que definem a fertilidade do solo.

O parâmetro pH em água (1) da camada superficial do solo é classificado como ligeiramente alcalino, a matéria orgânica (2) e o fósforo (3) em níveis baixos, o potássio (4) e o cálcio + magnésio (5) em níveis altos e a saturação de alumínio (6) na classe baixa. Estes parâmetros definem as seguintes classes de fertilidade relativa do solo: alta para o pH , potássio, cálcio + magnésio e saturação de alumínio e baixa para a matéria orgânica e fósforo.

No gráfico poligonal os parâmetros matéria orgânica e fósforo revelam desequilíbrio de proporções em relação aos demais parâmetros. O pH, potássio, cálcio + magnésio e saturação de alumínio revelam proporções equilibradas.

5.2.2 - Unidade San Carlos

Os resultados analíticos de caracterização química do

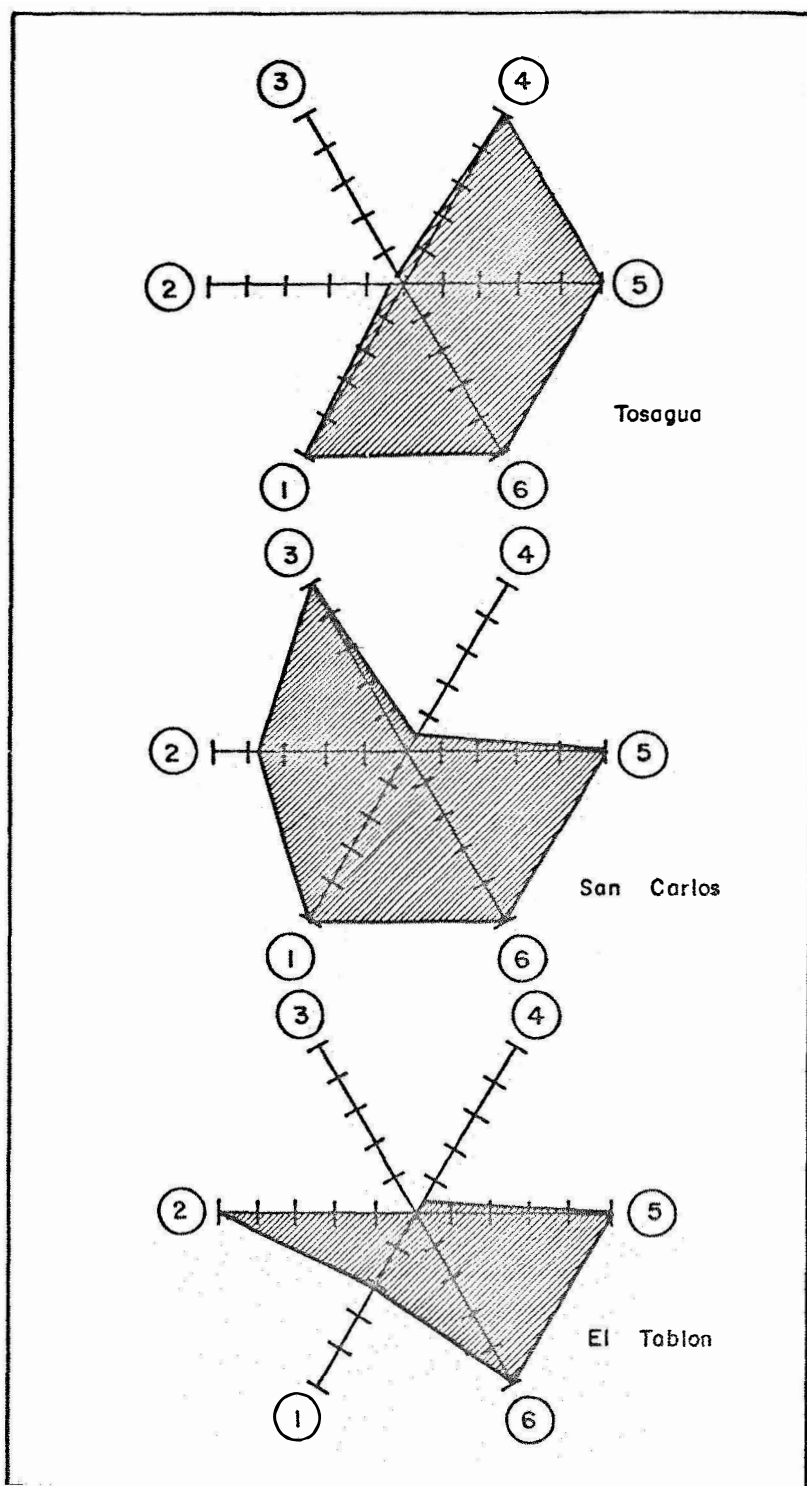


Figura 3 - Gráficos poligonais representativos da fertilidade do solo, respectivamente as unidades Tosagua, San Carlos e El Tablon.

perfil Ec-8 são apresentados nos Quadros 12 e 13.

Os valores de bases trocáveis variam de 34,87 a 43,32 emg/100g, diminuindo com a profundidade. Das bases trocáveis o cálcio é o elemento predominante, com valores variando de 31,76 a 38,24 emg/100 g, apresentando distribuição similar à do total de bases. Os valores de magnésio variam de 2,07 a 4,01 emg/100g com distribuição semelhante a do cálcio, excetuando o horizonte A/B onde o valor apresentado é superior ao do horizonte subjacente. A proporção Ca/Mg é bastante elevada, com os valores situados entre 9,1 a 9,8 nos horizontes suprajacentes à camada R. Nesta o valor da relação é bastante superior, em torno de 15,3. Os teores de potássio variam de 0,31 a 0,37 emg/100g com distribuição praticamente uniforme no perfil. O sódio apresenta distribuição análoga a do potássio, com valores variando de 0,67 a 0,70 emg/100g que, embora bastante inferiores aos apresentados pelo perfil Ec-7, são elevados, sendo classificados no nível alto. A condutividade elétrica revela uma concentração de sais solúveis uniformemente distribuída no perfil. A saturação de bases trocáveis é bastante elevada, com pequena variação no perfil, ocorrendo leve aumento com a profundidade.

A acidez titulável varia de 0,75 a 1,13 emg/100g aumentando com a profundidade. O perfil apresentou apenas traços de alumínio trocável. Os valores de pH em água variam de 6,7 a 7,7 diminuindo com a profundidade, indicando a presença de reação alcalina em grau ligeiro nos horizontes superficiais e de reação próxima a neutralidade naquelas de posição inferiores. Os valores de pH em cloreto de potássio são inferiores aos de pH em água e apresentam distribuição similar ao perfil.

A capacidade de troca catiônica varia de 36,00 a 44,07 emg/100g diminuindo com a profundidade. A CTC % de argila varia de 67,7 a 97,4 emg/100g, diminuindo com a profundidade até o horizonte B₂/C e aumentando sensivelmente na camada R.

O teor de matéria orgânica no horizonte superficial é 4,35 %, valor muito superior aos teores dos demais horizontes,

Quadro 12 - Resultados de análises químicas do perfil Ec-8.

Horizontes	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Soma de Bases	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	CTC	CTC% argila	V
	(e m g / 100 g)									
A ₁	38,24	3,92	0,37	0,79	43,32	0,75	0,00	44,07	67,7	98,3
A/B	36,34	4,01	0,31	0,70	41,36	1,04	0,00	42,40	70,3	97,5
B ₃ /C	35,48	3,34	0,38	0,70	39,90	1,07	0,00	40,97	71,6	97,4
R	31,76	2,07	0,37	0,67	34,87	1,13	0,00	36,00	97,4	96,7

Quadro 13 - Resultados de análises químicas do perfil Ec-8.

Horizontes	pH		Cond.Elet. (mmhos/cm)	Ac.titulável (CaOAc,N) (emg/100g)	Carbono (%)	Matéria Orgânica (%)	Fósforo (ppm)	Fe ₂ O ₃ (%)
	H ₂ O	KCl						
A ₁	7,7	6,7	0,22	0,75	2,53	4,35	32,1	1,86
A/B	7,2	5,8	0,18	1,04	0,45	0,77	30,7	2,49
B ₃ /C	6,8	5,4	1,10	1,07	0,43	0,73	35,7	1,61
R	6,7	5,0	0,08	1,13	0,16	0,27	29,6	1,37

que varia de 0,77 a 0,27 % diminuindo com a profundidade. O fósforo varia de 29,6 a 35,7 ppm, apresentando teores elevados que diminuem com a profundidade, excetuando o horizonte B₃/C, onde é superior aos demais. O ferro livre varia de 1,37 a 2,49 %, com distribuição semelhante à do fósforo, excetuando o horizonte A/B onde é encontrado o maior valor.

As características químicas deste perfil, embora diferentes daquelas do perfil Ec-7, também se enquadram nas normalmente apresentadas pelos solos aluvionais do Equador.

A Figura 3 apresenta o gráfico poligonal representativo da fertilidade do solo.

O parâmetro pH em água é classificado como ligeiramente alcalino; os parâmetros fósforo e cálcio + magnésio são classificados ao nível alto; o potássio ao nível baixo e a saturação de alumínio na classe baixa. Estes parâmetros definem as classes de fertilidade relativa como: alta para pH, fósforo, cálcio + magnésio e saturação de alumínio; média para a matéria orgânica e baixa para o potássio.

No gráfico poligonal, o potássio revela acentuado desequilíbrio de suas proporções com as dos demais parâmetros.

5.2.3 - Unidade El Tablon

Os resultados analíticos da caracterização química do perfil Ec-9 são apresentados nos Quadros 14 e 15.

Os valores das bases trocáveis e de cada elemento apresentam distribuição semelhante: diminuem com a profundidade até o horizonte A₃/B₁ e aumentam sensivelmente no horizonte B/C. As bases trocáveis variam de 6,74 a 17,01 3mg/100g. O cálcio é o elemento predominante, apresentando variação de 4,79 a 12,79 emg/100g. O magnésio varia de 1,18 a 3,16 emg/100g. A proporção Ca/Mg varia de 2,7 a 4,1 com distribuição irregular no perfil. Os teores de potássio variam de 0,27 a 0,74 emg/100g e os de sódio variam entre 0,30 a 0,42 emg/100g nas camadas suprajacentes ao horizonte B/C; neste o seu teor é de 0,81 emg/100g acentuada

Quadro 14 - Resultados de análises químicas do perfil Ec-9.

Horizontes	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Soma de Bases	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	CTC	CTC% argila	v
	(e m g / 100 g)									
A ₁	12,97	3,16	0,46	0,42	17,01	11,12	0,03	28,16	15,9	60,4
A ₁₂	8,25	2,33	0,37	0,30	11,25	11,41	0,03	22,69	11,7	49,6
A ₁₃	6,26	1,86	0,27	0,43	8,82	10,41	0,03	19,25	41,6	45,8
A ₃ /B ₁	4,79	1,18	0,30	0,37	6,64	8,38	0,03	15,05	26,7	44,1
B/C	7,91	2,97	0,74	0,81	12,43	5,16	0,03	17,62	53,2	70,6

Quadro 15 - Resultados de análises químicas do perfil Ec-9.

Horizontes	pH		Cond.Elet. (mmhos/cm)	Ac.titulável (CaOAc,N) (emg/100g)	Carbono (%)	Matéria Orgânica (%)	Fósforo (ppm)	Fe ₂ O ₃ (%)
	H ₂ O	KCl						
A _p	5,6	5,0	0,56	11,15	7,77	13,36	0,00	1,61
A ₁₂	5,7	4,8	0,25	11,44	6,22	10,69	0,00	3,35
A ₁₃	5,9	4,9	0,15	10,43	3,89	6,69	0,00	2,61
A ₃ /B ₁	6,0	5,0	0,12	8,41	2,95	5,07	0,00	2,98
B/C	6,1	5,0	0,14	5,19	1,13	1,94	0,00	4,97

mente mais elevado. Seus teores são classificados no nível alto. Os valores de condutividade elétrica revelam que os sais solúveis tendem a diminuir com a profundidade. A saturação de bases varia de 44,1 a 60,4 % nas camadas superiores no horizonte B/C, diminuindo com a profundidade e neste o valor se eleva para 70,7 %.

Os valores de acidez titulável são bastante elevados, com muito pouca contribuição do íon alumínio, variando de 5,16 a 11,41 emg/100g e com distribuição que diminui com a profundidade. O pH em água varia de 5,6 a 6,1, aumentando com a profundidade, acusando reação moderadamente ácida na superfície e ligeiramente ácida nas camadas inferiores. Os valores de pH em cloreto de potássio são inferiores aos do pH em água.

A capacidade de troca catiônica varia de 15,05 a 28,16 emg/100g, diminuindo com a profundidade até o horizonte A_3/B_1 e elevando-se no horizonte B/C, onde apresenta o valor de 17,62 emg/100g. A CTC % de argila varia no perfil de 11,7 a 53,2 emg/100g, apresentando valores mais elevados nas camadas de subsuperfície.

Os teores de matéria orgânica são elevados no perfil, variando de 1,97 a 13,36 %, os quais diminuem com a profundidade. O fósforo não foi acusado no perfil e o ferro livre varia de 1,61 a 4,97 %, apresentando distribuição irregular.

As características químicas apresentadas pelo perfil são bastante diferentes daquelas dos perfis Ec-7 e Ec-8, assemelhando-se com as características encontradas nos perfis de solos originados de cinzas vulcânicas recentes, identificados por COLMET-OAAGE (1962).

A Figura 3 apresenta o gráfico poligonal representativo da fertilidade do solo.

O parâmetro pH é classificado como moderadamente ácido, os parâmetros matéria orgânica e cálcio + magnésio no nível alto

e os de fósforo e potássio, no nível baixo, enquanto a saturação de alumínio, na classe baixa. Estes parâmetros definem as classes de fertilidade relativa do solo como: alta para a matéria orgânica, cálcio + magnésio e saturação de alumínio; média para o pH e baixa para potássio e fósforo.

O gráfico poligonal evidencia o desequilíbrio das proporções de fósforo, potássio e pH em relação às de matéria orgânica, cálcio + magnésio e saturação de alumínio.

5.3 - Balanço Hídrico dos Solos

5.3.1 - Unidade Tosagua

O balanço hídrico, os atributos do perfil relacionados à água disponível e a seção de controle da unidade são apresentados respectivamente nos Quadros 16, 17 e 21. A marcha anual da precipitação e da evapotranspiração potencial e a distribuição mensal da água disponível no solo são apresentados respectivamente nas Figuras 4 e 5.

Os valores da evapotranspiração potencial mensal (EP), (Quadro 15), são superiores aos da precipitação mensal (P) em todos os meses do ano, caracterizando para esse período um balanço de umidade ($P - EP$) negativo. Em vista disto, no decorrer de todo o ano, não existem camadas do perfil com água disponível (camada com AD). Neste balanço o solo apresenta um déficit (D) de água disponível mensal equivalente aos valores de ($P - EP$). Nesta unidade não ocorre armazenamento de água disponível no perfil (A), excedentes de água (E) ou utilização de água disponível armazenada (U). O déficit anual é de 1142,9 mm.

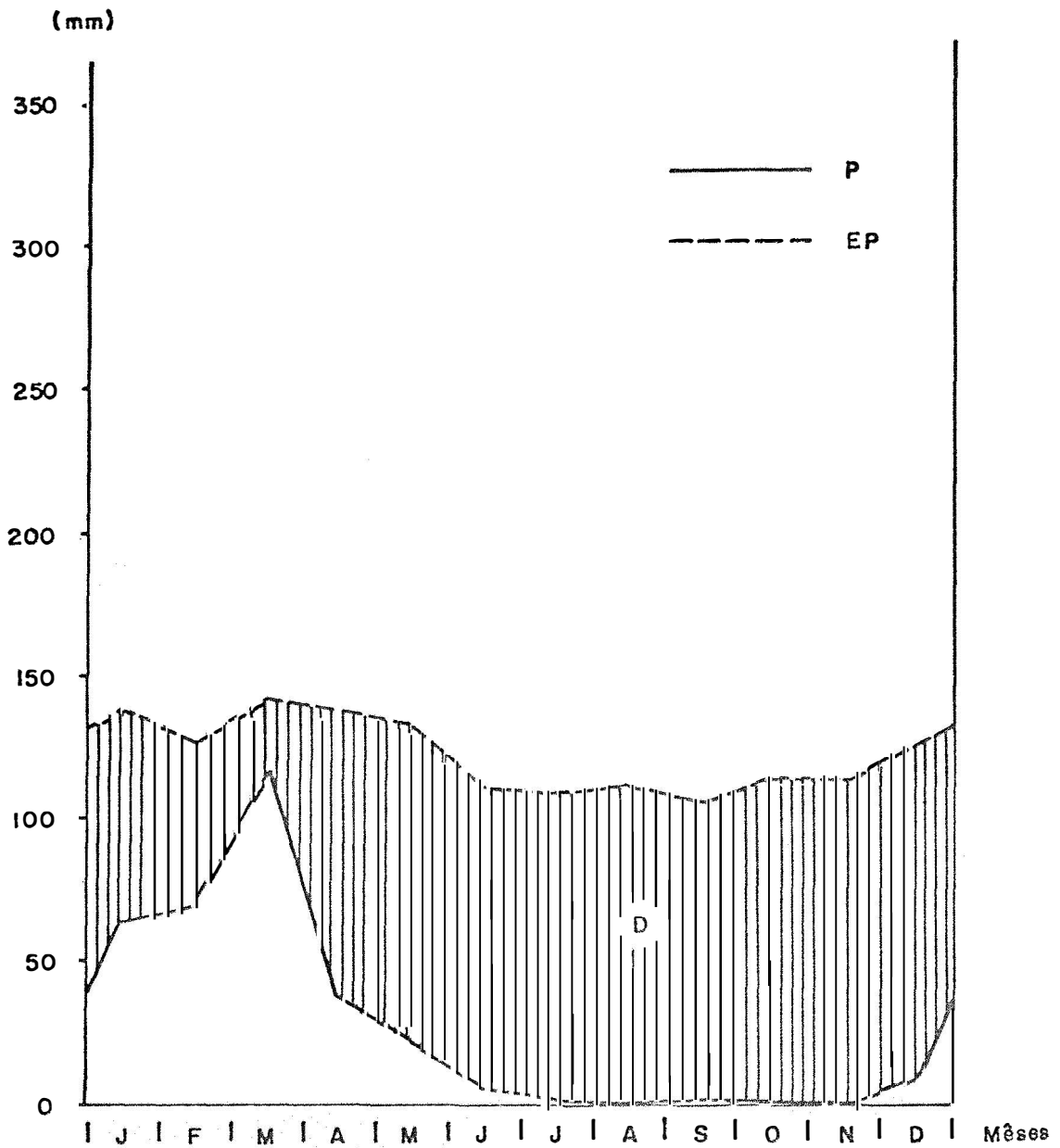
As características do solo, como reveladas no Quadro 17, são favoráveis ao armazenamento de água disponível e sua consequente utilização pelas plantas. A capacidade de armazenamento do perfil é de 386,5 mm de precipitação efetiva e os horizontes apresentam valores elevados de altura de água retida por uni

Quadro 16 - Balanço hídrico do perfil Ec-7, unidade Tosagua.

M e s e s	T °C	N o m o g.	C o r.	E P (mm)	P (mm)	P - EP (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
						(-)	(+)	com AD	sem AD				
J	26,4	133,0	1,04	138,3	63,7	74,3		0-2000	-	-	-	74,3	
F	26,6	136,0	0,94	127,8	69,9	57,9		0-2000	-	-	-	57,9	
M	26,7	137,0	1,04	142,5	116,6	25,9		0-2000	-	-	-	25,9	
A	26,7	137,0	1,01	138,4	36,7	101,7		0-2000	-	-	-	101,7	
M	26,1	129,0	1,04	134,2	22,6	111,6		0-2000	-	-	-	111,6	
J	24,9	110,0	1,01	111,1	6,5	104,6		0-2000	-	-	-	104,6	
J	24,7	105,0	1,04	109,2	1,3	107,9		0-2000	-	-	-	107,9	
A	24,5	107,0	1,04	111,3	0,3	111,0		0-2000	-	-	-	111,0	
S	24,7	105,0	1,01	106,0	1,7	104,3		0-2000	-	-	-	104,3	
O	24,9	110,0	1,04	114,4	0,5	113,9		0-2000	-	-	-	113,9	
N	25,0	112,0	1,01	113,1	0,5	112,6		0-2000	-	-	-	112,6	
D	25,5	117,0	1,04	126,2	0,9	117,2		0-2000	-	-	-	117,2	
ANO	25,5				329,3								1142,9

Quadro 17 - Atributos do perfil Ec-7 relacionados a água disponível.

H O R I Z O N T E S							
Ident.	Eh (mm)	Eh acum. (mm)	AD %	da g/cm ³	h (mm)	h acum. (mm)	h/Eh mm/mm
A ₁	500	500	17,8	1,1	97,9	97,9	0,19
A ₂	400	900	16,4	1,2	78,7	176,6	0,20
B ₂₁	600	1500	16,5	1,2	118,8	295,4	0,20
B ₂₂	350	1850	14,3	1,2	60,1	355,5	0,17
C _{ca}	150	2000	17,2	1,2	31,0	386,5	0,21
		2000			386,5		



A = 0,0 mm

U = 0,0 mm

Exc. = 0,0 mm

D = 1142,9 mm

Figura 4 - Marcha anual da precipitação e evapotranspiração, unidade Tosagua.

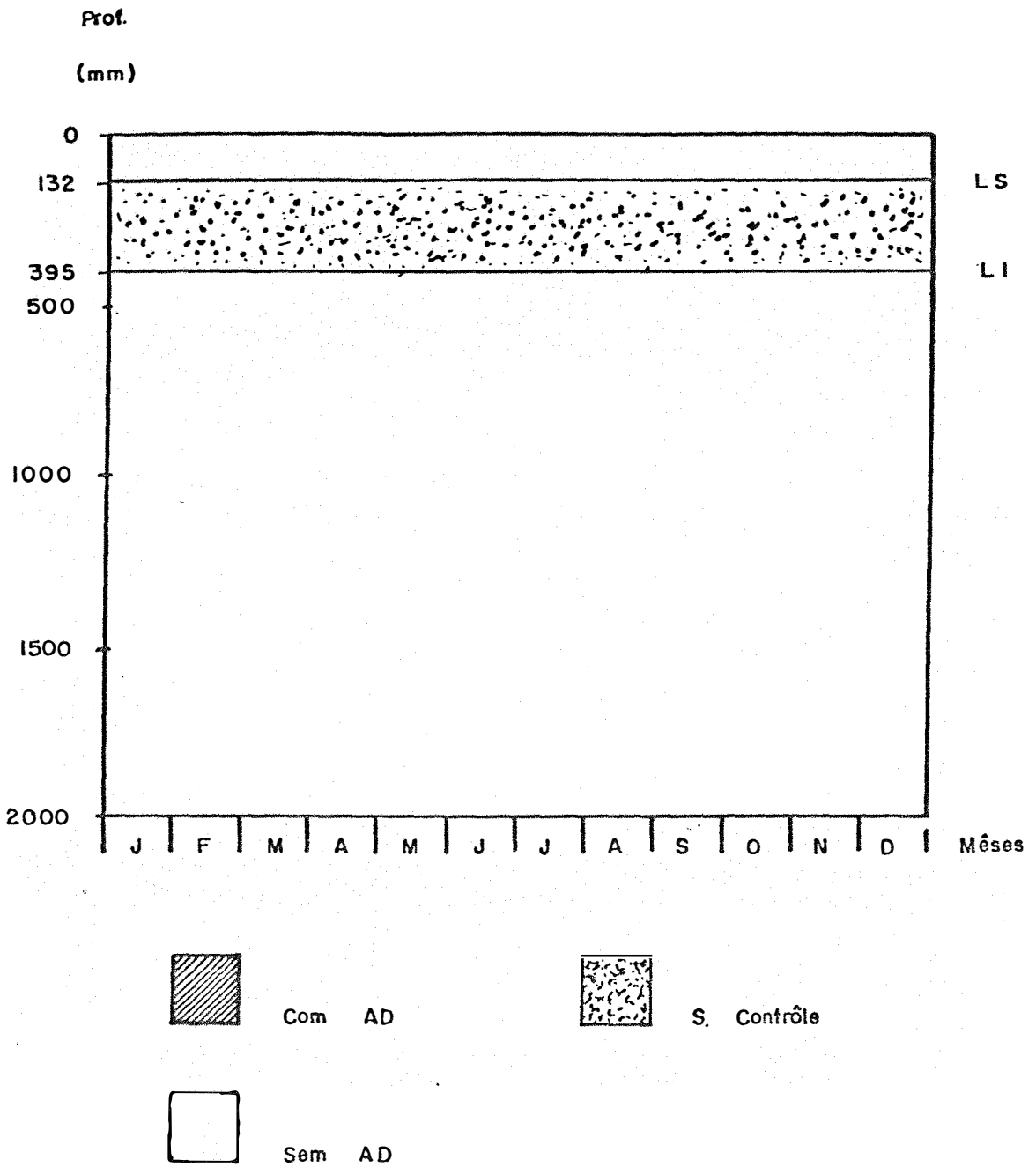


Figura 5 - Distribuição mensal da água disponível e seção de controle, perfil Ec-7.

dade de espessura da camada de solo.

A marcha anual da precipitação e da evapotranspiração potencial, (Figura 4), registra a ocorrência de um período de déficit (D) com duração de doze meses no ano e mostra os comportamentos da precipitação e evapotranspiração potencial nesse período, onde os valores da evapotranspiração potencial são sempre superiores aos da precipitação.

A distribuição mensal da água disponível (Figura 5) , mostra que as camadas do solo não apresentam água disponível durante o ano todo. A seção de controle é definida pela camada situada entre as profundidades de 132 e 395 mm, permanecendo totalmente seca durante o ano.

5.3.2 - Unidade San Carlos

O balanço hídrico, os atributos do perfil relacionados a água disponível e a seção de controle são apresentados respectivamente nos Quadros 18,19 e 22. A marcha anual da precipitação e da evapotranspiração potencial e a distribuição mensal da água disponível no solo são apresentadas respectivamente nas Figuras 6 e 7.

Os valores de precipitação são superiores aos da evapotranspiração nos primeiros cinco meses do ano, existindo nesse período um balanço de umidade positivo. Nos demais meses, sendo os valores de evapotranspiração superiores aos da precipitação, o balanço de umidade é negativo. No primeiro período há um fornecimento de água ao solo superior à sua capacidade de retenção, possibilitando a formação de uma camada de solo com água disponível de espessura igual à do perfil e definindo a ocorrência de um período de armazenamento com duração superior a dois meses, com retenção de 22,9 mm de água e de um período de excedente, com duração próxima a três meses, apresentando um excesso de água de 402,2 mm. No segundo período, com a retirada da água armazenada no solo são definidos: um período de utilização com du

Quadro 18 - Balanço hídrico do perfil Ec-8, Unidade San Carlos.

M e s e s	T °C	N o m o g.	C o r.	E P (mm)	P (mm)	P - EP (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
						(-)	(+)	com AD	sem AD				
J	22,1	87,0	1,04	90,5	154,2		63,7	0- 609	609-2000	63,7	-	-	-
F	22,3	89,0	0,94	83,7	184,0		100,3	0-1520	1520-2000	100,3	-	-	-
M	22,6	92,0	1,04	95,7	350,4		254,7	0-2000		58,9	195,8	-	-
A	22,6	92,0	1,01	92,9	297,1		204,2	0-2000		-	204,2	-	-
M	22,1	87,0	1,04	90,5	92,7		2,2	0-2000		-	2,2	-	-
J	21,1	78,0	1,01	78,8	42,0	36,8		365-2000	0- 365	-	-	36,8	-
J	20,8	75,0	1,04	78,0	10,8	67,2		975-2000	0- 975	-	-	67,2	-
A	20,9	76,0	1,04	79,0	6,2	72,8		1637-2000	0-1637	-	-	72,8	-
S	21,2	79,0	1,01	79,8	13,6	66,2			0-2000	-	-	46,1	20,1
O	21,1	78,0	1,04	81,1	6,9	74,2			0-2000	-	-	-	74,2
N	20,9	76,0	1,01	76,7	9,8	66,9			0-2000	-	-	-	66,9
D	21,6	82,0	1,04	85,3	18,5	66,8			0-2000	-	-	-	66,8
ANO	21,6				1186,2					222,9	402,2	222,9	228,0

Quadro 19 - Atributos do perfil Ec-8 relacionados a água disponível.

H O R I Z O N T E S							
Ident.	Eh (mm)	Eh acum. (mm)	AD %	da g/cm ³	h (mm)	h acum. (mm)	h/Eh mm/mm
A ₁	320	320	8,4	1,2	32,3	32,3	0,10
A/B	120	440	8,6	1,2	12,4	44,7	0,10
B ₃ /C	150	590	9,4	1,2	16,9	61,6	0,11
R	1410	2000	10,4	1,1	161,3	222,9	0,11
	2000				222,9		

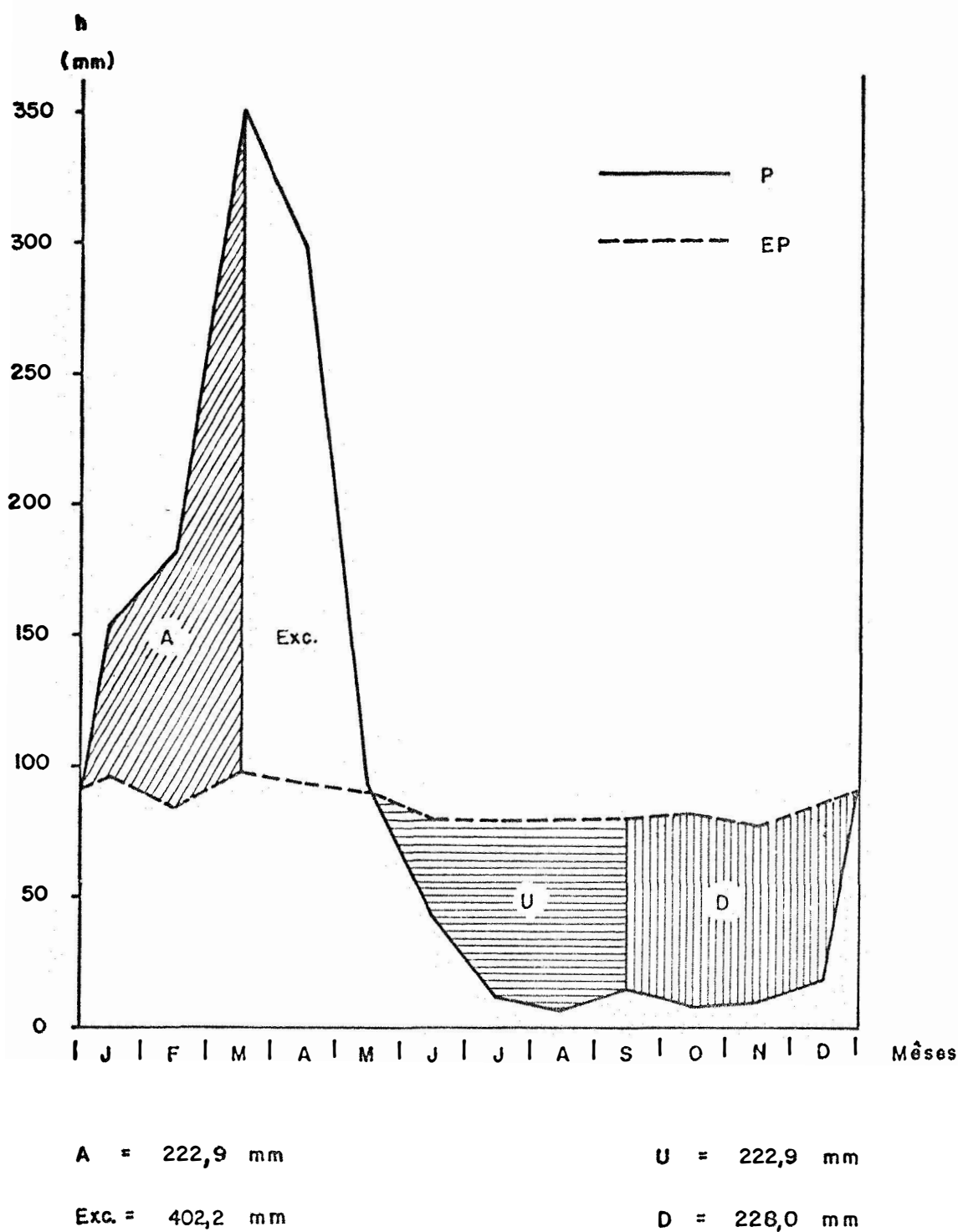


Figura 6 - Marcha anual da precipitação e evapotranspiração potencial, unidade São Carlos.

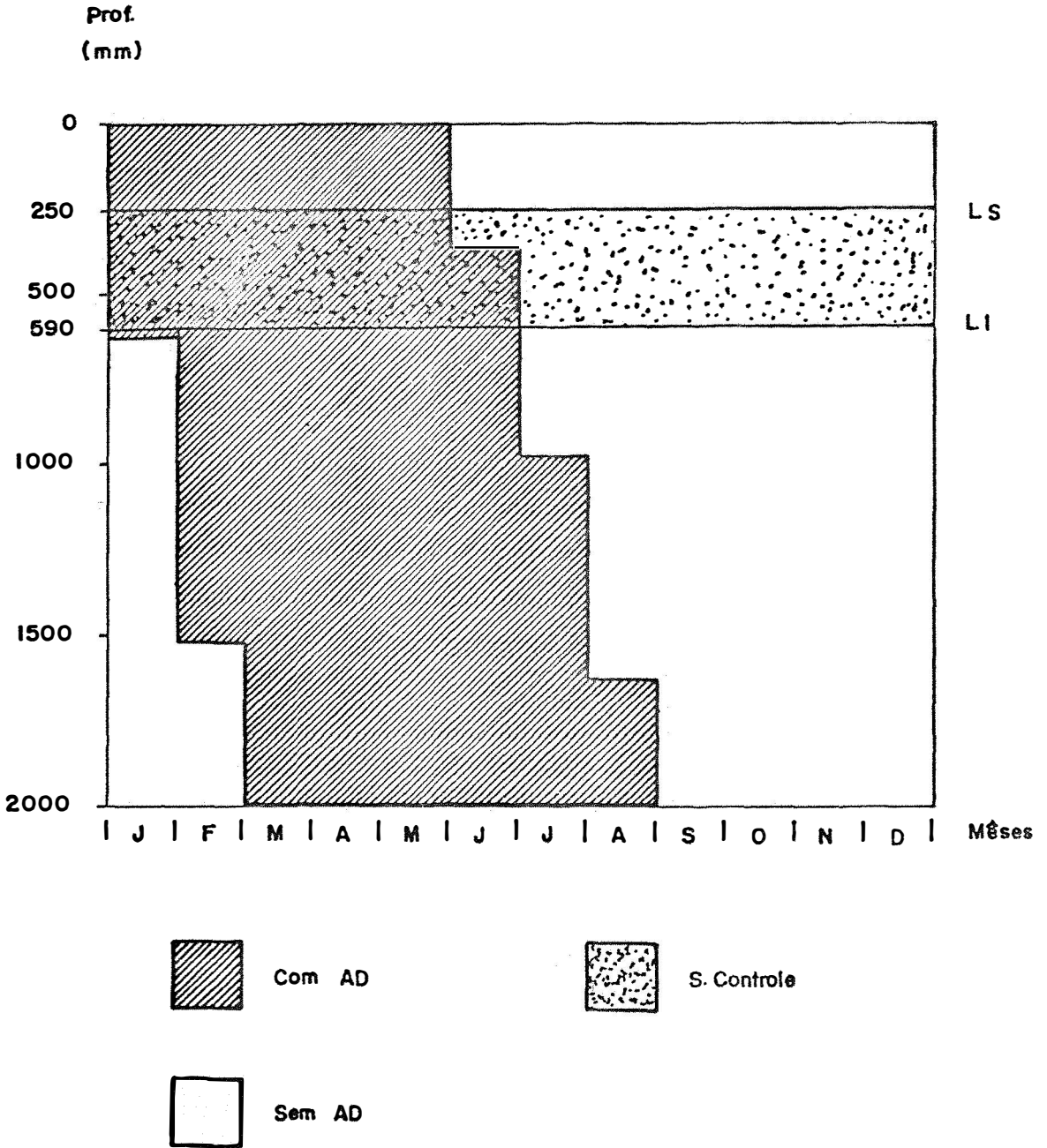


Figura 7 - Distribuição mensal da água disponível no solo e seção de controle, perfil Ec-8.

ração em torno de quatro meses que esgota o perfil e apresenta um valor de 222,9 mm e um período de déficit de 228,0 mm com duração ao redor de três meses. O balanço hídrico define para esta unidade dois períodos de regimes de umidade do solo: um úmido e outro seco.

Os atributos da unidade impõem limitações ao aproveitamento da água disponível apresentada pelo perfil (Quadro 19). Estas limitações provocam a existência de um excedente de água com valores elevados e de um período de déficit de duração relativamente longa. A capacidade de retenção de umidade é baixa nas camadas superficiais e moderada nas de posição inferior.

A marcha anual da precipitação e evapotranspiração potencial, (Figura 6), revela as ocorrências de período de armazenamento de janeiro a março, de excedente de março a maio, de utilização de maio a setembro e de déficit, de setembro a dezembro. A precipitação é alta de março a abril, causando uma rápida saturação de água do perfil e a ocorrência de valores altos de água excedente.

A distribuição mensal da água disponível, (Figura 7), é a seguinte: no mês de janeiro o solo apresenta água disponível até a profundidade de 600 mm; no mês de fevereiro de \pm 1500 mm e nos meses de março a maio, abrange a espessura total do perfil. A partir de junho o solo começa a perder água. Em junho a camada sem água disponível atinge a profundidade de \pm 350 mm; em agosto de \pm 1600 mm e no mês de setembro abrange a espessura total do perfil, situação em que permanece até o mês de dezembro. A seção de controle apresenta o seu limite superior a 250 mm e o limite inferior a profundidade de 590 mm, no contato lítico. Esta seção permanece totalmente seca no período correspondente aos meses de julho a dezembro.

5.3.4 - Unidade El Tablon

O balanço hídrico, os atributos de perfil relacionados a água disponível e a seção de controle são apresentados respec

tivamente nos Quadros 20 , 21 e 22. A marcha anual da precipitação e da evapotranspiração potencial e a distribuição da água disponível no solo são apresentados nas Figuras 8 e 9.

No balanço hídrico, (Quadro 19) o balanço de umidade se caracteriza por apresentar no decorrer do ano dois períodos de balanço negativo e dois períodos de balanço positivo. Os períodos de balanço positivo situam-se nos meses de fevereiro a abril e no mês de outubro e os períodos de balanço negativo nos meses de novembro a janeiro e de maio a setembro. Este comportamento faz com que ocorra: dois períodos de armazenamento, um de fevereiro a abril e outro no mês de outubro, respectivamente com os valores de 30,6 e 19,8 mm; dois períodos de utilização, de maio e junho e outro de novembro a dezembro, respectivamente com os valores de 30,6 a 19,8 mm e de dois períodos de déficit, um de junho a setembro e outro de dezembro a janeiro, respectivamente com os valores 118,6 e 20,5 mm. Nesta unidade não ocorre período de excedente de água disponível, sendo definidos dois períodos secos e dois períodos de fornecimento de água ao solo. Os atributos do solo não interferem no comportamento do balanço hídrico em virtude da existência de baixa precipitação na área. A capacidade de retenção de umidade, (Quadro 21) definida pela relação h/E_h é elevada em todos os horizontes e é praticamente constante no perfil a partir do horizonte A_{12} . No horizonte A_p o valor apresentado por esta relação é bem superior aos das demais camadas do solo.

A marcha anual da precipitação e da evapotranspiração potencial, (Figura 8) mostra a ocorrência de períodos de déficit, de períodos de armazenamento e de períodos de utilização.

A distribuição mensal da água disponível, (Figura 9) mostra que o solo apresenta camadas com água disponível nos meses de fevereiro a maio e nos meses de outubro a novembro. No mês de fevereiro a camada de solo com água disponível atinge a profundidade ± 50 mm, em março de ± 90 mm e em abril de ± 150 mm. No mês de maio a camada de água disponível se restringe à camada situada entre as profundidades de 115 a 153 mm e no mês de junho

Quadro 20 - Balanço hídrico do perfil Ec-9, unidade E1 Tablon.

M e s e s	T °C	N o m o g.	C o r.	E P (mm)	P (mm)	P - EP (mm)		Camada de Solo (mm)		A (mm)	E (mm)	U (mm)	D (mm)
						(-)	(+)	com AD	sem AD				
						J	13,2	55,8	1,04				
F	13,3	56,4	0,94	53,0	63,9		10,9	0- 54	54-3000	10,9	-	-	-
M	12,9	55,1	1,04	57,3	64,2		6,9	0- 89	89-3000	6,9	-	-	-
A	13,2	55,8	1,01	56,3	69,1		12,8	0-153	153-3000	12,8	-	-	-
M	13,3	56,4	1,04	58,6	35,5	23,1		115-153	0-115/153-3000	-	-	23,1	-
J	12,7	53,1	1,01	56,3	40,7	12,6		0-3000		-	-	7,5	5,1
J	12,8	53,6	1,04	55,7	12,5	43,2		0-3000		-	-	-	43,2
A	12,6	52,5	1,04	54,6	11,6	43,0		0-3000		-	-	-	43,0
S	12,6	52,5	1,01	53,0	25,9	27,1		0-3000		-	-	-	27,1
O	13,0	54,8	1,04	57,0	76,8		19,8	0- 99	99-3000	19,8	-	-	-
N	13,3	56,4	1,01	57,0	52,0	5,0		25- 99	0-99/ 99-3000	-	-	5,0	-
D	13,3	56,4	1,04	58,7	43,7	15,0		0-3000		-	-	14,8	0,2
ANO	13,0					533,4				50,4		50,4	139,1

Quadro 21 - Atributos do perfil Ec-9 relacionados a água disponível.

H O R I Z O N T E S							
Ident.	Eh (mm)	Eh acum. (mm)	AD %	da g/cm ³	h (mm)	h acum. (mm)	h/Eh mm/mm
A _{1p}	180	180	22,4	0,9	36,3	36,3	0,20
A ₁₂	420	600	15,5	1,0	65,1	101,4	0,15
A ₁₃	350	950	16,1	1,0	56,3	157,7	0,16
A ₃ /B ₁	650	1600	16,4	0,9	95,9	253,6	0,15
B/C	1400	3000	12,5	1,1	192,5	446,1	0,14
	3000				446,1		

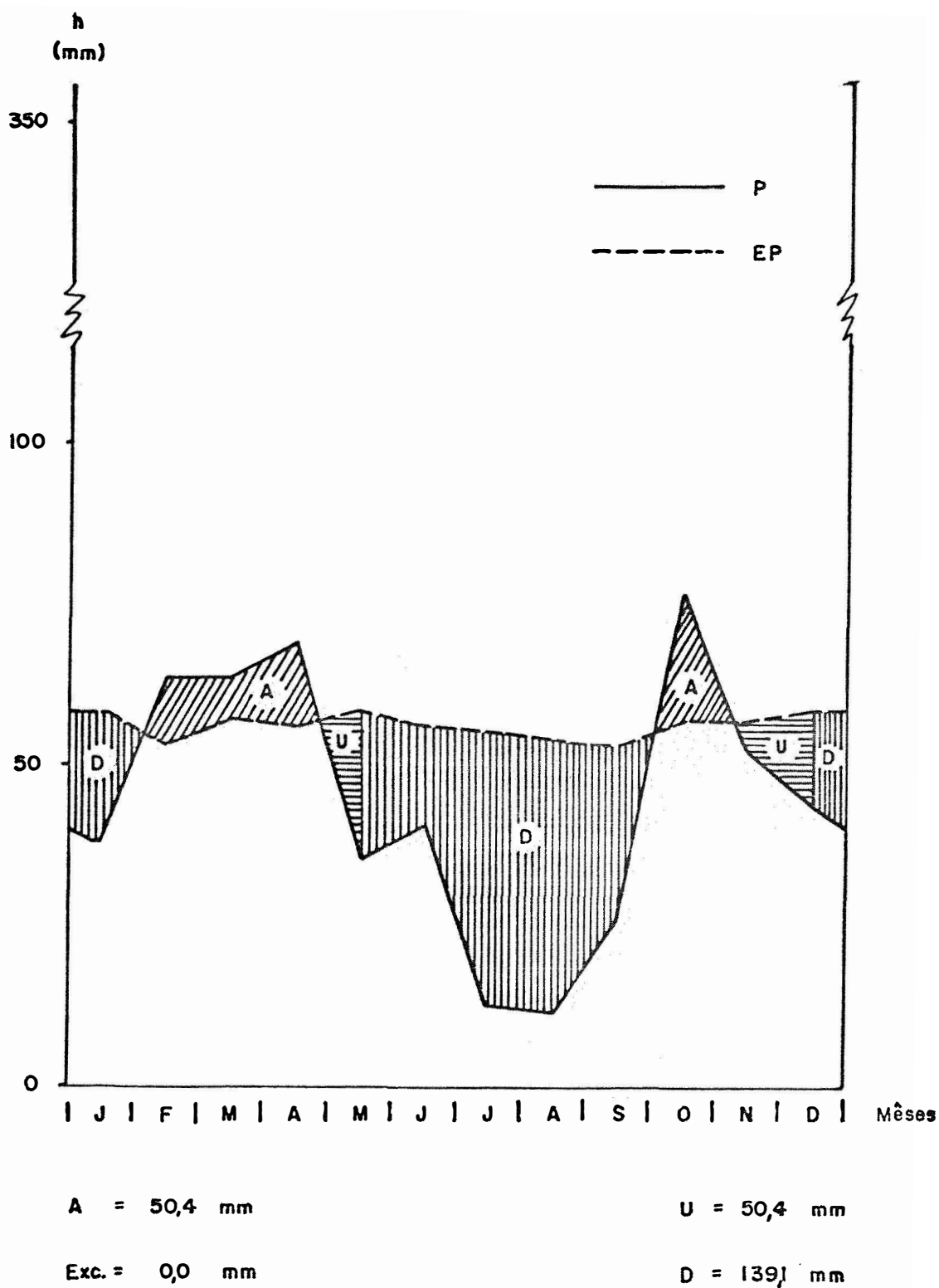


Figura 8 - Marcha anual da precipitação e evapotranspiração potencial, unidade El Tablon.

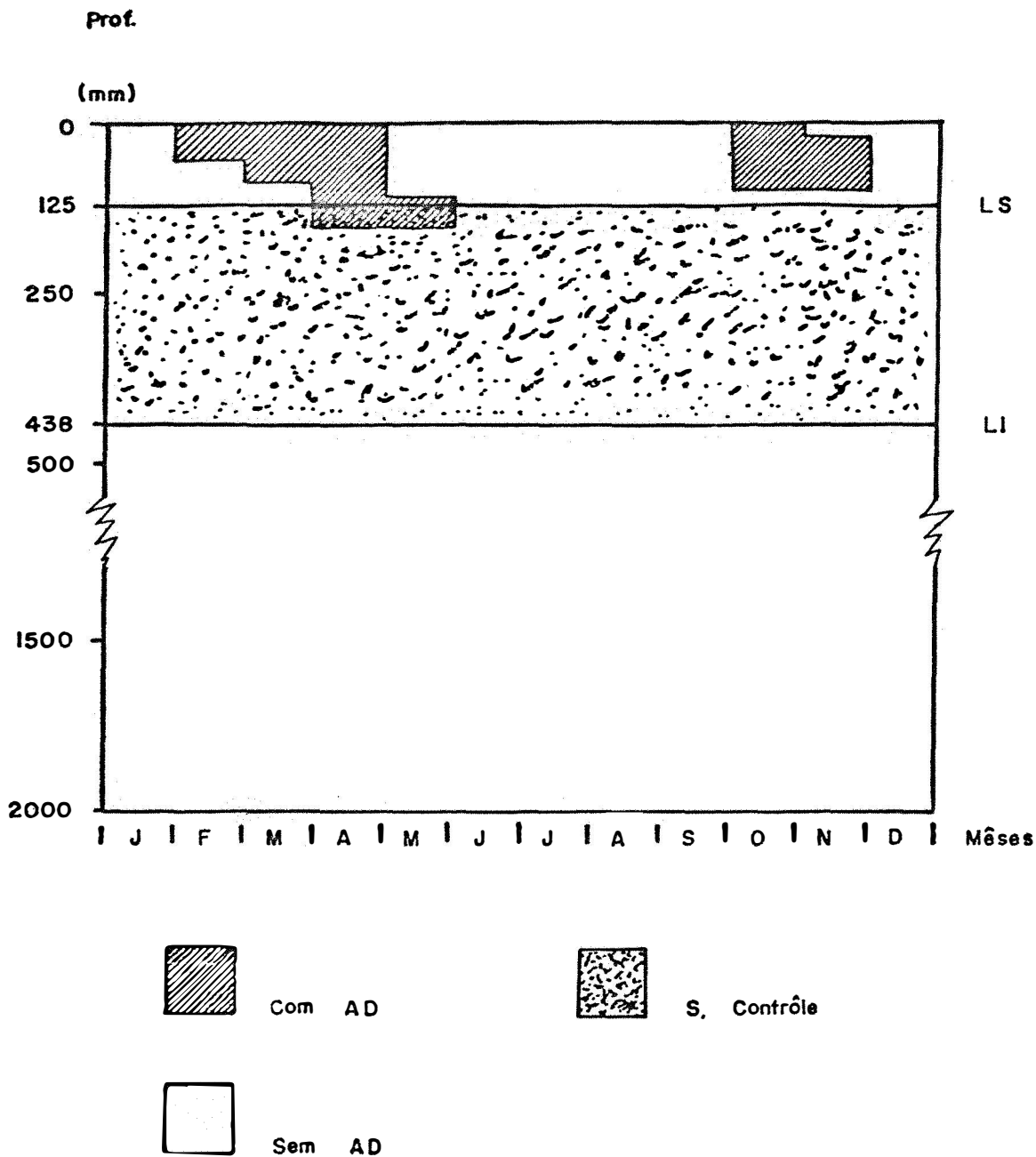


Figura 9 - Distribuição mensal da água disponível e seção de controle, perfil Ec-9.

**Quadro 22 - Seção de controle da umidade dos perfis
Ec-7, Ec-8 e Ec-9.**

PERFIL	Seção de Controle (mm)		
	limite superior	limite inferior	espessura
Ec-7	132	395	263
Ec-8	250	590	340
Ec-9	125	438	313

o perfil se apresenta totalmente desprovido de água, permanecendo nesse estado até o mês de setembro. No mês de outubro a camada de água disponível atinge a espessura de ± 100 mm. Finalmente, no mês de dezembro o solo se apresenta totalmente seco permanecendo nessa situação até o mês de janeiro. A seção de controle é definida pela camada situada entre as profundidades de 125 e 438 mm. Esta seção permanece praticamente seca durante o ano, ocorrendo água disponível somente em pequena porção de sua parte superior nos meses de abril e maio.

5.4 - Regimes de Umidade e Térmico dos Solos.

5.4.1 - Unidade Tosagua

A seção de controle do solo apresenta-se seca por mais da metade do tempo em que a temperatura do solo a 50 cm de profundidade está acima de 5°C e não há período maior que 90 dias consecutivos em que a seção de controle apresente água disponível, quando a temperatura do solo a 50 cm de profundidade é maior que 8°C . Estas características da unidade permitem classificar o seu regime de umidade como Arídico e Tórrico. O solo neste regime de umidade não é lavado pela água e toda água que se infiltra

nêle é removida pela evapotranspiração, deixando depositados os sais que eventualmente a acompanham.

A temperatura média anual é superior a 22°C e a diferença entre a temperatura média de verão (tv) e a de inverno (ti) a 50 cm de profundidade é inferior a 5°C . Estas características permitem classificar o regime térmico da unidade com o regime Isohipertérmico. As condições apresentadas pela unidade são favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais e das atividades biológicas no solo, não ocorrendo contraste térmico entre inverno e verão. Analisando as condições de regimes de umidade e térmico pode-se afirmar que o fator limitante ao desenvolvimento das culturas é a água.

5.4.2 - Unidade San Carlos

A seção de controle apresenta-se seca por mais de 90 dias acumulados por ano, a temperatura média anual é inferior a 22°C e a diferença entre a temperatura média de verão e a temperatura média de inverno a 50 cm de profundidade é inferior a 5°C . Estas características possibilitam classificar o regime de umidade do solo como Ústico. O solo, nessas condições, apresenta regime das regiões tropicais, com ocorrência de uma estação seca por ano, onde parte da água que se infiltra no solo é removida pela evapotranspiração e parte é perdida por percolação, provocando lavagem do perfil.

A temperatura média anual situa-se entre 15 e 22°C e a diferença entre as temperaturas médias de verão e inverno é inferior a 5°C . Estas características possibilitam classificar o regime térmico do solo como regime Isotérmico. Há portanto condições térmicas favoráveis ao desenvolvimento das culturas e às atividades biológicas no solo, sem a ocorrência de contraste térmico entre verão e inverno. Analisando as condições dos regimes de umidade e térmico do solo pode-se afirmar que não há gran

des limitações para o desenvolvimento de atividades agrícolas nessa unidade.

5.4.3 - Unidade El Tablon

A seção de controle apresenta-se seca por mais da metade do tempo em que a temperatura do solo à 50 cm de profundidade está acima de 5 °C e não há período maior que 90 dias consecutivos em que a seção de controle apresente água disponível, quando a temperatura do solo a 50 cm de profundidade é maior que 8 °C. Estas características permitem classificar o regime de umidade do solo como Arídico e Tórrico. As condições de umidade deste perfil são semelhantes às do perfil Ec-7.

A temperatura média anual situa-se entre 8 e 15 °C e a diferença entre as temperaturas médias de verão e inverno a 50 cm de profundidade, é inferior a 5 °C. Estas condições permitem classificar o regime térmico do solo como Isomésico. As condições térmicas apresentadas pela unidade são limitantes ao desenvolvimento da maioria das culturas tropicais e à atividade biológica no solo. Em consequência da baixa intensidade do processo de evapotranspiração, o movimento da água no solo é lento e pouco intenso, não provocando mobilização de sais solúveis como normalmente ocorre em situações de mesmo regime de umidade com evapotranspiração intensa.

Os regimes de umidade e térmico referentes às unidades são apresentadas no Quadro 23.

5.5 - Identificação dos Minerais da Fração Argila Pela Técnica de Difração de Raio X.

5.5.1 - Unidade Tosagua

Os minerais identificados no perfil EC-7 são apresentados no Quadro 24 e os difratogramas referentes aos diversos tratamentos para cada horizonte são apresentados nas Figuras 10 a 14.

Quadro 23 - Regimes de umidade e térmico das unidades,
Tosagua, San Carlos e El Tablon.

Perfil	R e g i m e	
	Umidade	Térmico
Ec-7	Arídico e Tórrico	Isohipertérmico
Ec-8	Ústico	Isotérmico
Ec-9	Arídico e Tórrico	Isomésico

Quadro 24 - Minerais da fração argila identificados pela
técnica de difração de Raio X, do Perfil
Ec-7, unidade Tosagua.

Horizontes	Minerais identificados			
A ₁	montmorilonita	quartzo	-	-
A ₂	montmorilonita	quartzo	-	-
B ₂₁	montmorilonita	quartzo	mica(ilita)	caolinita
B ₂₂	montmorilonita	quartzo	mica(ilita)	caolinita
C _{ca}	montmorilonita	quartzo	mica(ilita)	caolinita

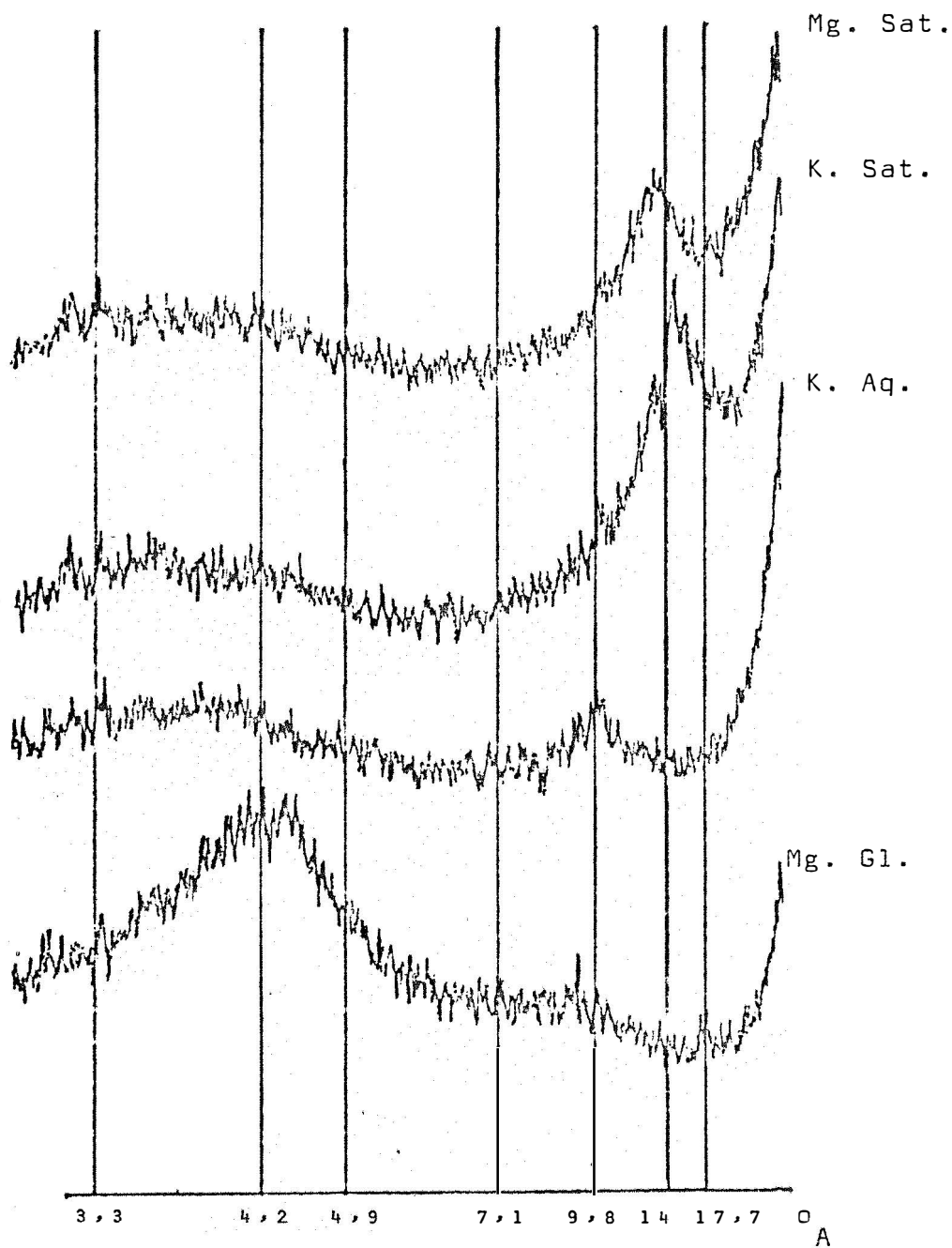


Figura 10 - Difratoqramas da fração argila, horizonte A₁, perfil Ec-7.

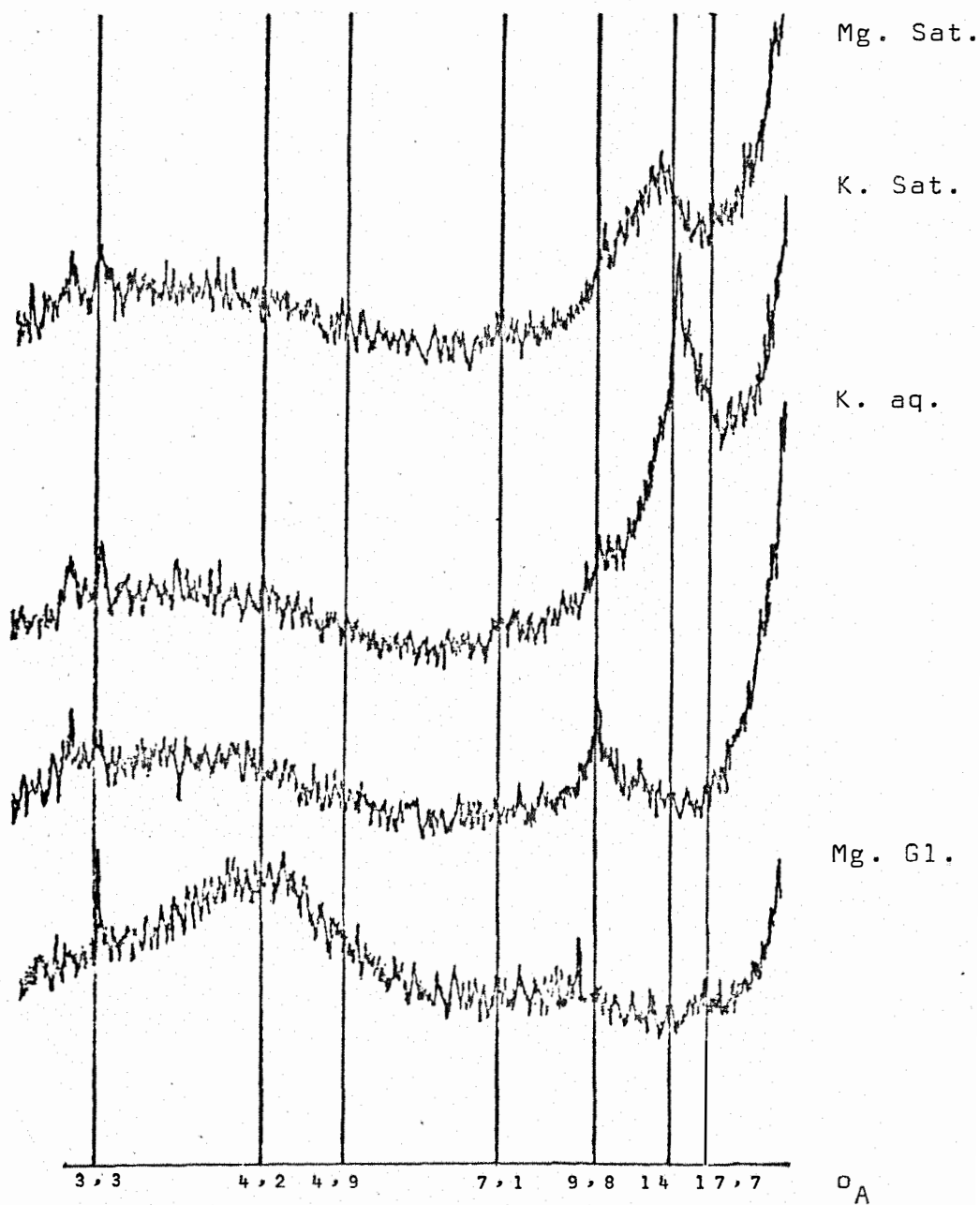


Figura 11 - Difratoqramas da fração argila, horizonte A₂, perfil Ec-7.

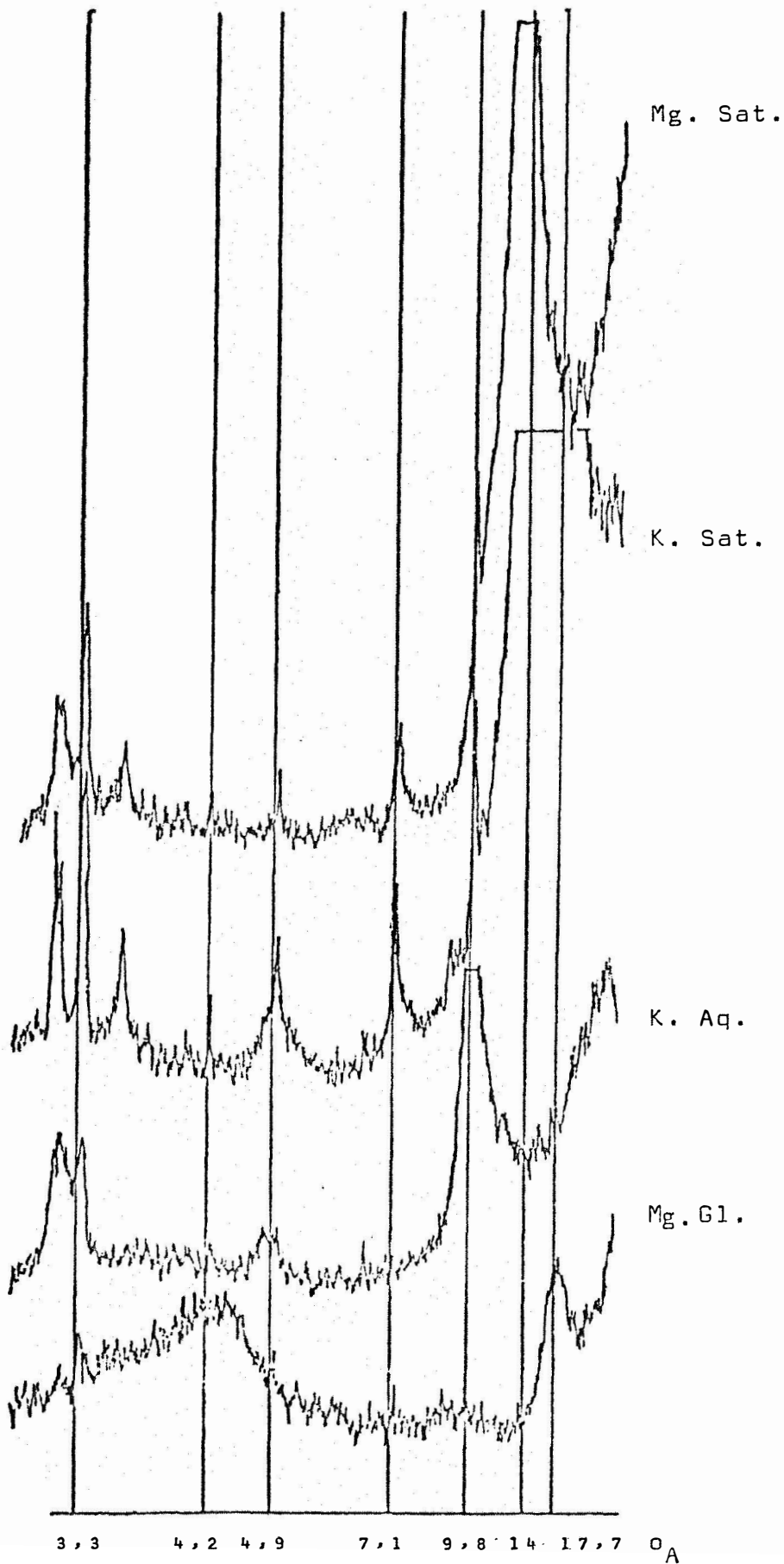


Figura 12 - Difractogramas da fração argila, horizonte B₂₁, perfil Ec-7.

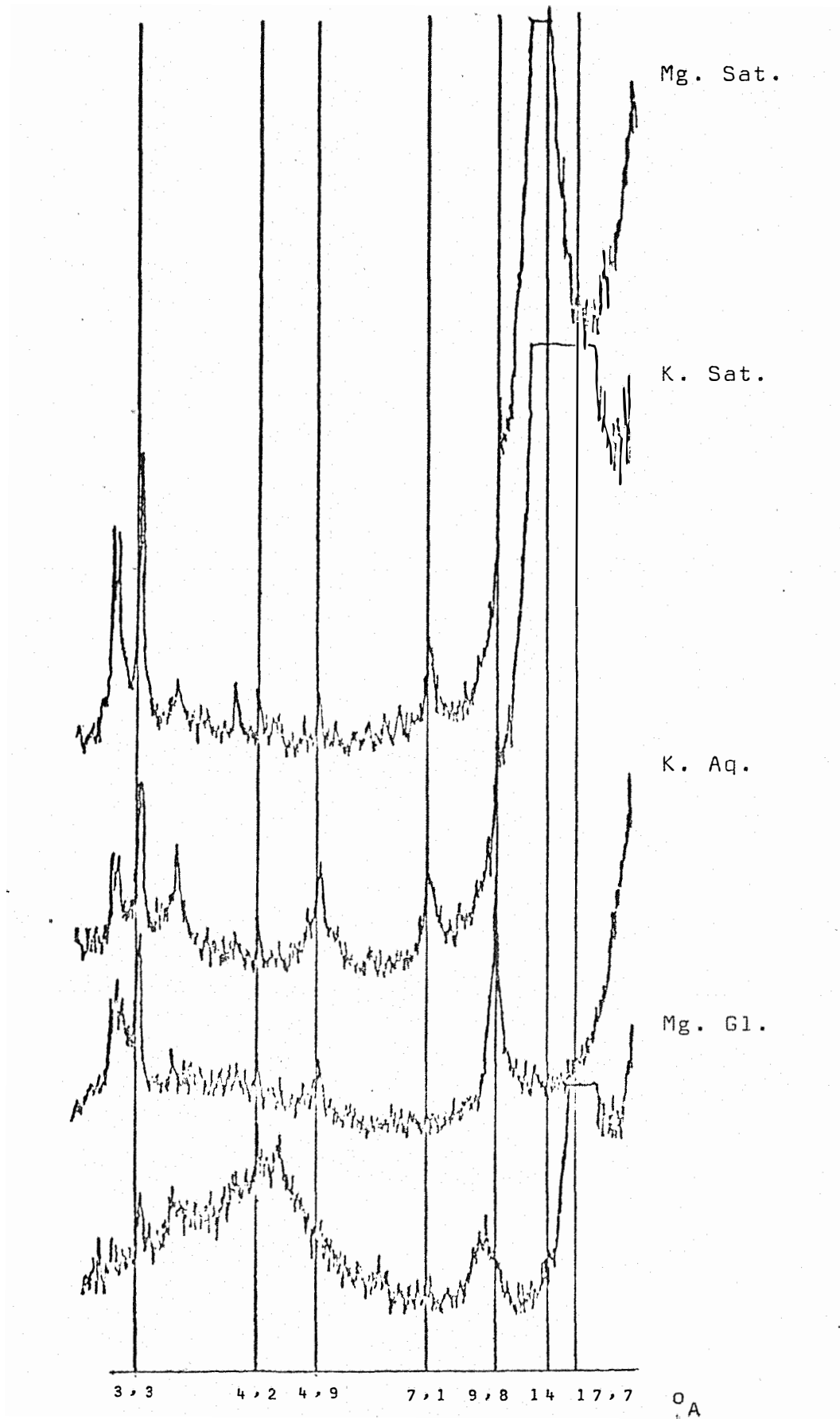


Figura 13 - Difratoqramas da fração argila, horizonte B₂₂, perfil Ec-7.

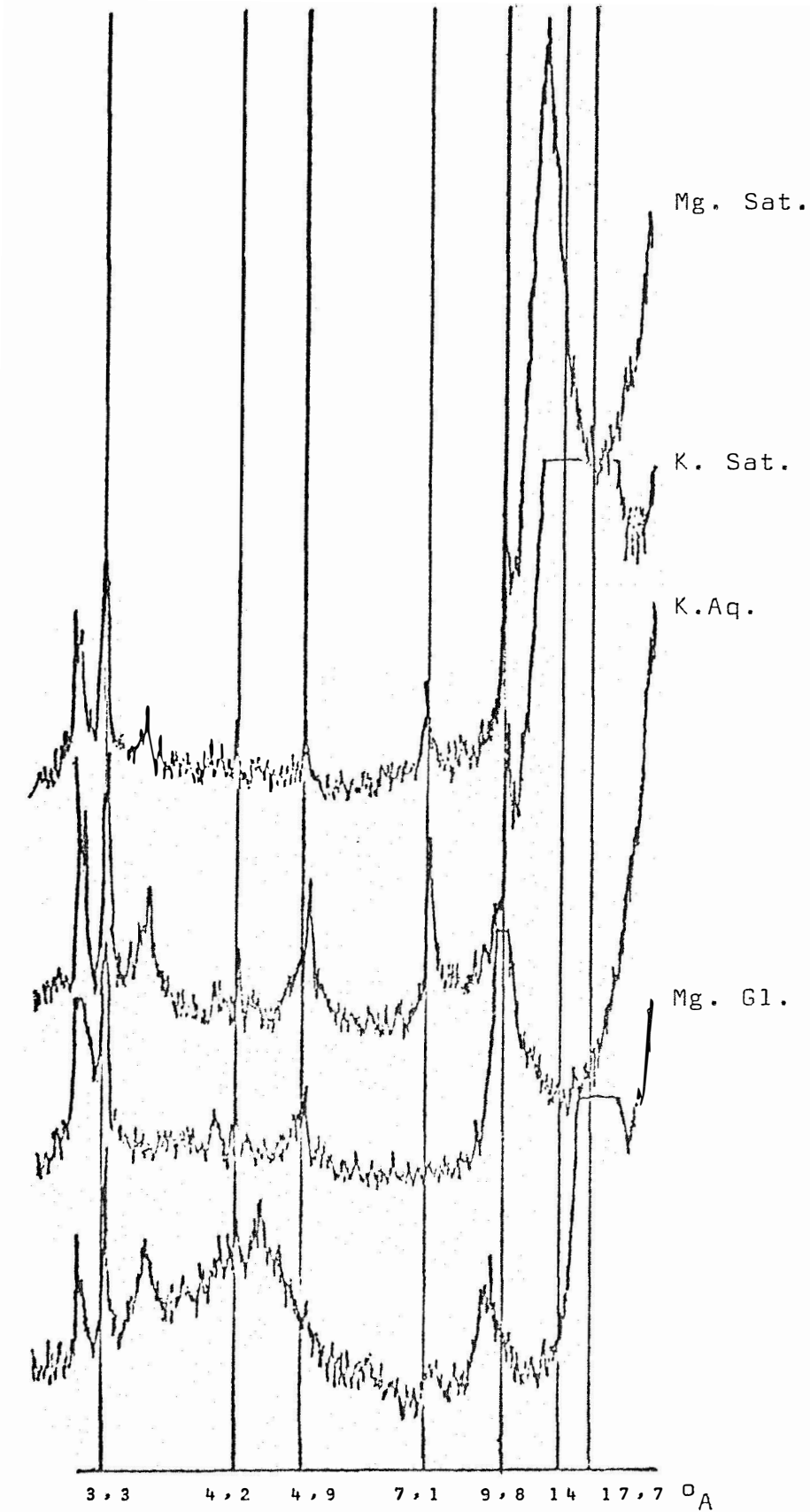


Figura 14 - Difratoqramas da fração argila, horizonte C_{ca}, perfil Ec-7.

Nos horizontes A_1 e A_2 são identificados os minerais montmorilonita e quartzo e nos horizontes B_{21} , B_{22} e C_{ca} , os minerais montmorilonita, quartzo, mica e caolinita.

A montmorilonita predomina em todos os horizontes, conforme se pode inferir pelas intensidades de seus picos registrados nos difratogramas e a caolinita ocorre nos horizontes de posição inferior, em quantidades que revelam proporções inferiores as dos outros minerais presentes. A predominância da montmorilonita na fração argila é encontrada comumente no Equador, em solos situados em áreas com características climáticas semelhantes à da esta unidade (COLMET-DAAGE, 1962). As condições presentes no processo de intemperismo desses solos são aquelas indicadas por KELLER (1964) e VISCONTI (1951). A predominância da montmorilonita, de acordo com JACKSON (1965 a), indica que o estágio de dessilicatização do processo de intemperismo é o moderado, revelando a ocorrência de solo relativamente jovem, fato que também pode ser inferido através da predominância da fração limo nos separamentos do solo.

5.5.2 - Unidade San Carlos

Os minerais identificados no perfil Ec-8 são apresentados no Quadro 25 e os difratogramas referentes aos diversos tratamentos para cada horizonte são apresentados nas Figuras 15 a 18.

Os minerais montmorilonita, quartzo, mica e caolinita foram identificados em todos os horizontes do perfil. A montmorilonita predomina e a caolinita é que ocorre em menores proporções nos horizontes A_1 e A/B. Nos horizontes B_3/C e R a proporção de caolinita aumenta, sendo superior às do quartzo e da mica. A predominância da montmorilonita indica que neste solo o estágio de dessilicatização do processo de intemperismo é o moderado. As condições presentes nesse processo são as de alcalinidade.

Quadro 25 - Minerais da fração argila, identificados pela técnica de difração de raio X, do Perfil Ec-8, unidade São Carlos.

Horizontes	Minerais Identificados			
A ₁	montmorilonita	quartzo	mica(ilita)	caolinita
A/B	montmorilonita	quartzo	mica(ilita)	caolinita
B ₂ /C	montmorilonita	caolinita	quartzo	mica(ilita)
R	montmorilonita	caolinita	quartzo	mica(ilita)

5.5.3 - Unidade El Tablon

Os minerais identificados no perfil Ec-9 são apresentados no Quadro 26 e os difratogramas relativos aos diversos tratamentos para cada horizonte são apresentados nas Figuras 19 a 23.

Nos horizontes A_p, A₁₂, A₁₃ e A₃/B₁ não foram identificados os clássicos minerais da fração argila. No horizonte B/C foram identificados os minerais haloisita - 4 H₂O, mica (ilita) vermiculita e caolinita. Este comportamento é semelhante ao apresentado pelos solos derivados de cinzas vulcânicas recentes, situados em regiões de precipitação média e elevada. Esses solos, quando em regiões de precipitação elevada, não apresentam minerais de argila, mas a medida em que a precipitação diminui são identificados os minerais haloisita hidratada, caolinita e muito pouca montmorilonita. Na fração argila desses solos predominam a alofana e outros produtos amorfos (MONASTÉRIO, 1958; COLMET-DAAGE, 1962; COLMET-DAAGE et alii, 1969). As características mineralógicas, juntamente com as características dos separados do solo, sugerem a ocorrência de um solo pouco desenvolvido.

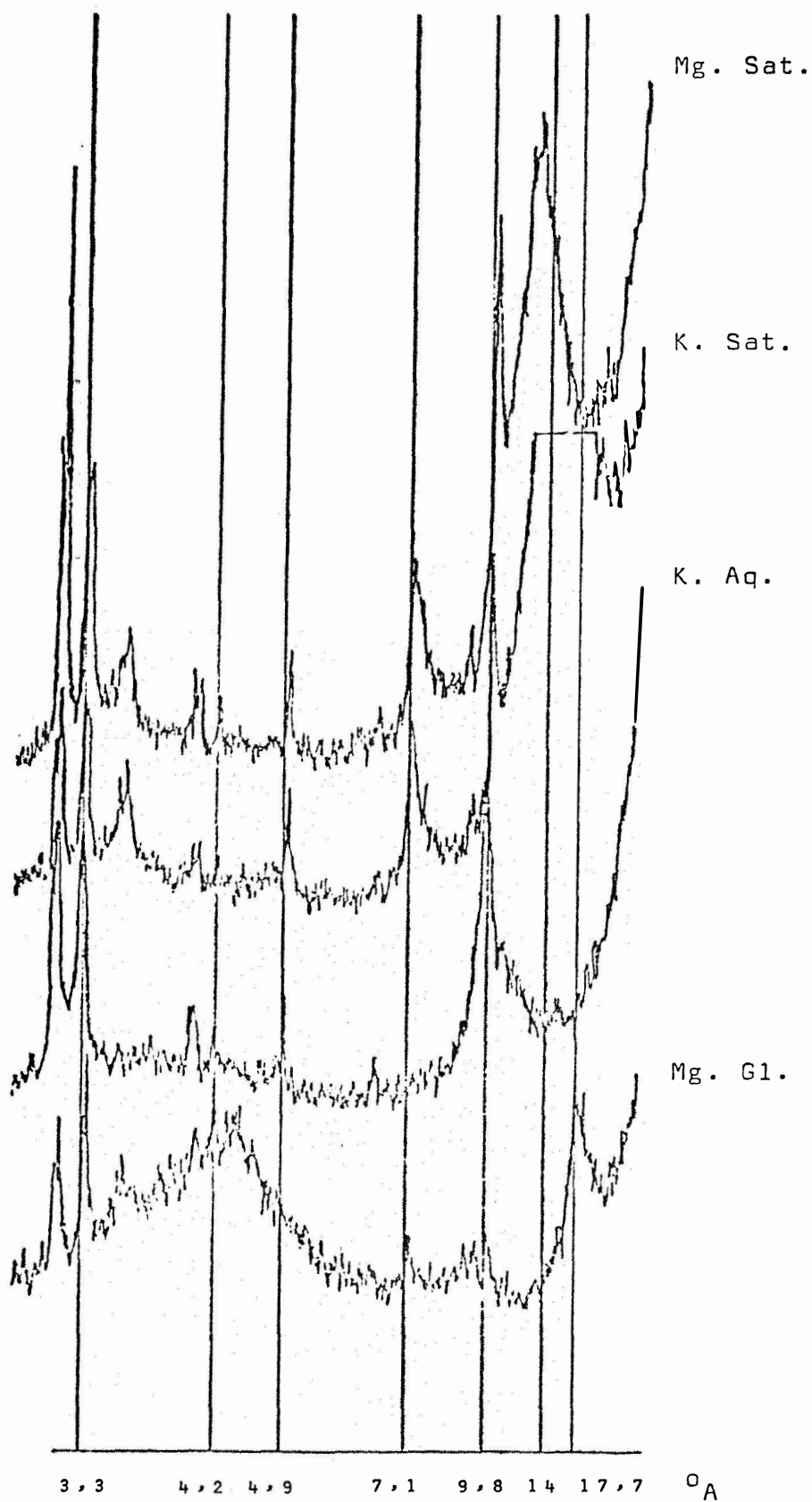


Figura 15 - Difratoqramas da fração argila, horizonte A₁, perfil Ec-8.

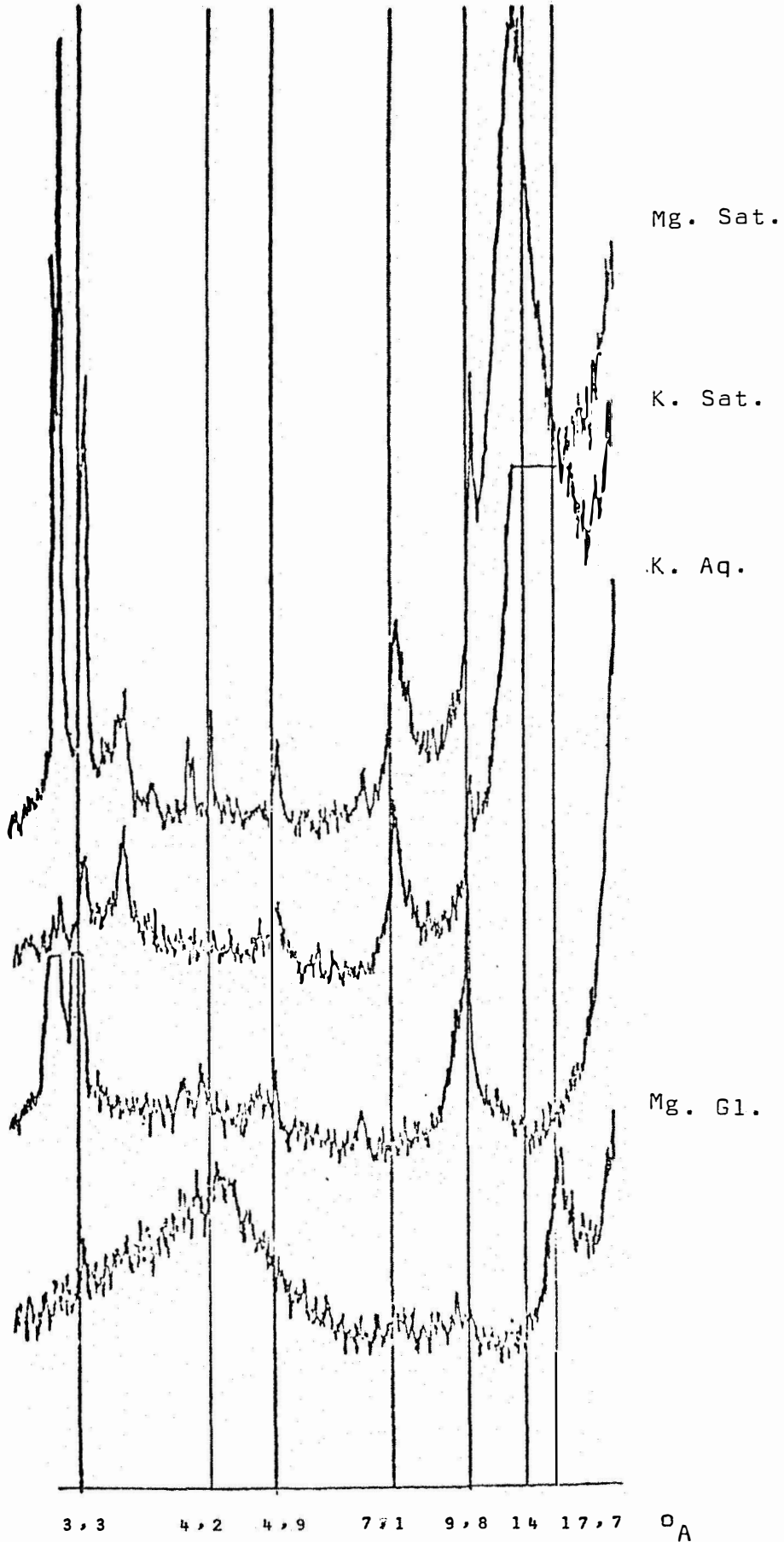


Figura 16 - Difractogramas da fração argila, horizonte A/B, perfil Ec-8.

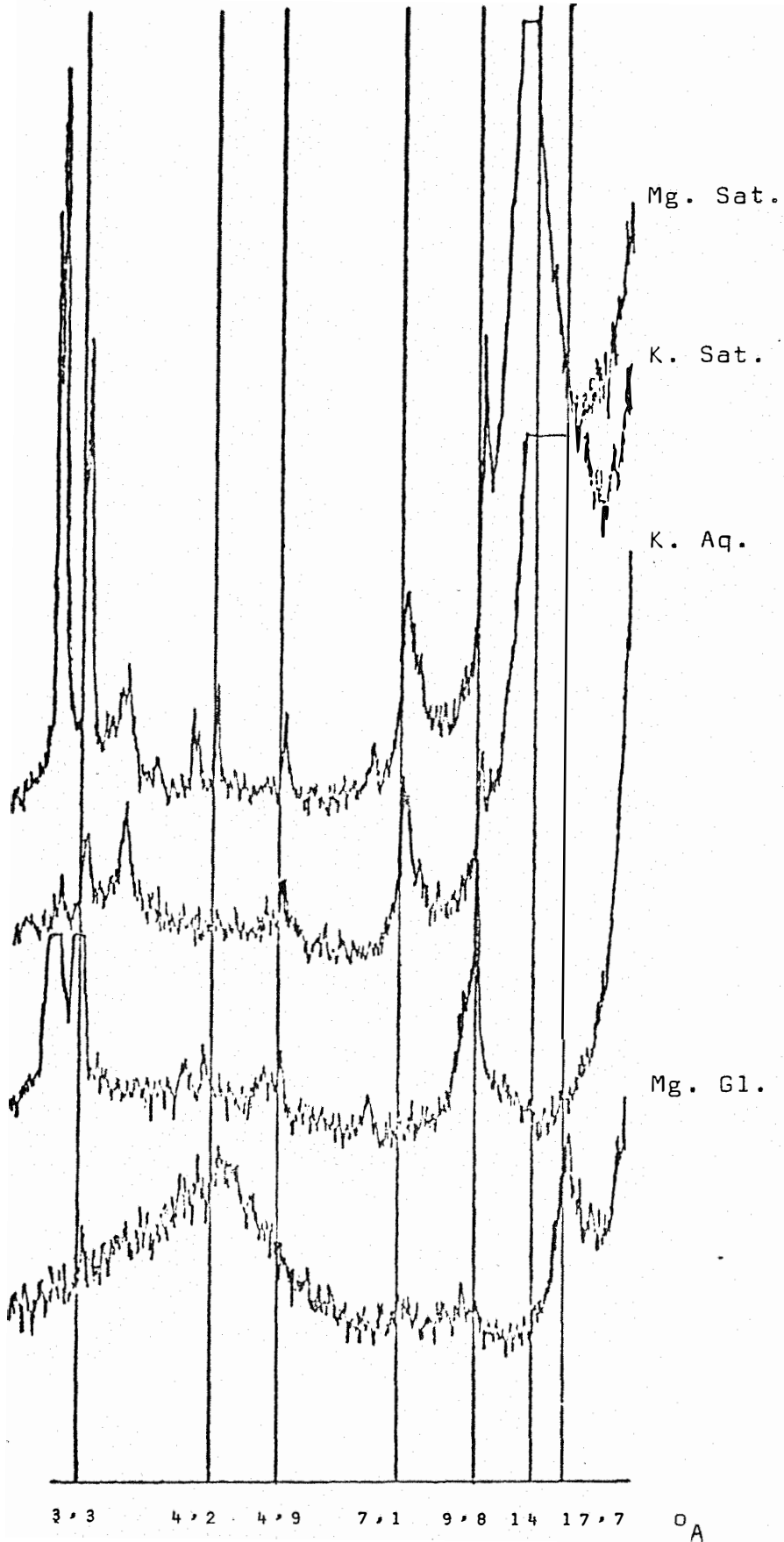


Figura 17 - Difratoqramas da fração argila, horizonte B_3/C , perfil Ec-8.

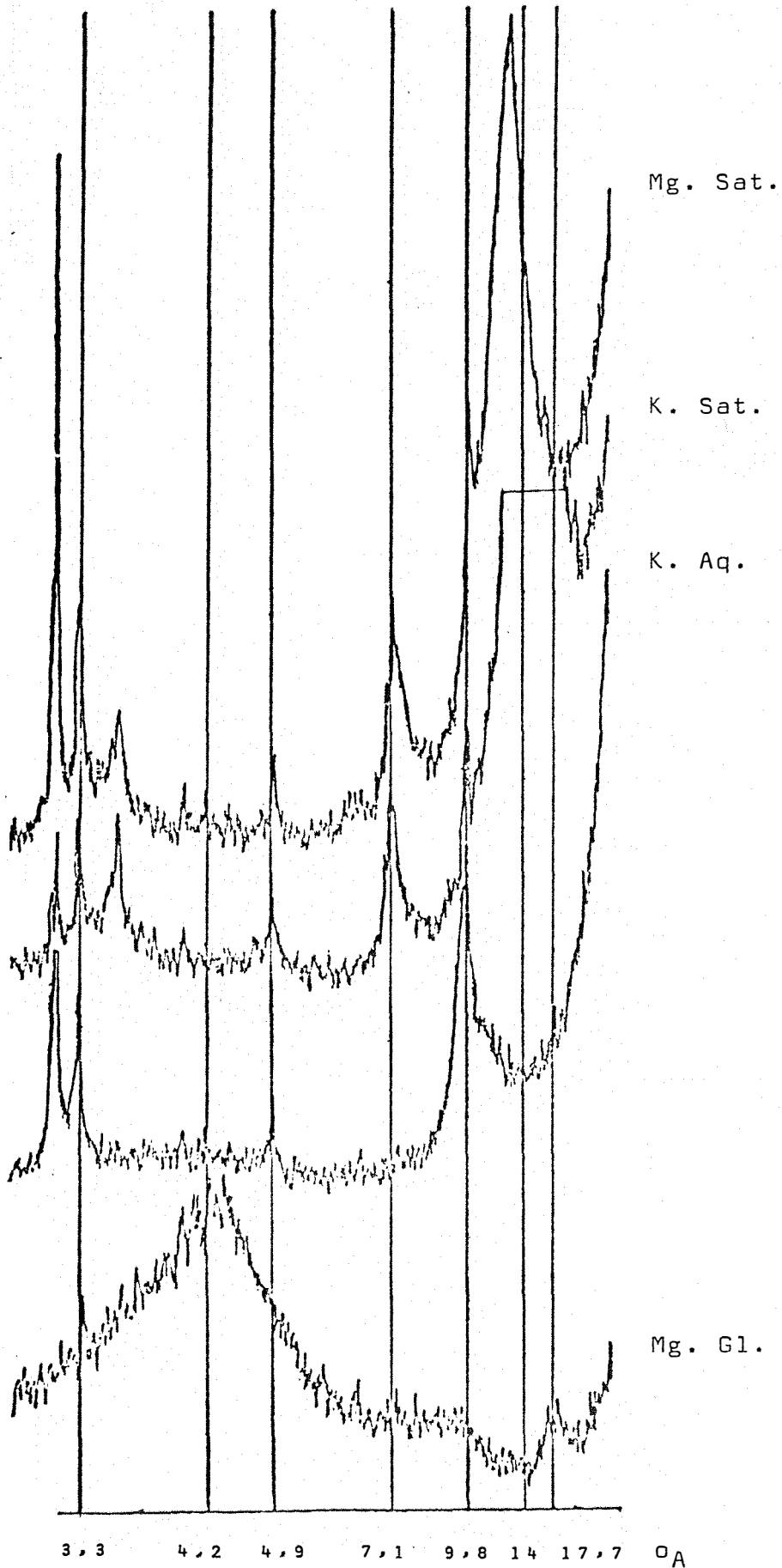


Figura 18 - Difratoqramas da fração argila, horizonte R, perfil Ec-8.

Quadro 26 - Minerais da fração argila identificados pela técnica de difração do raio X, do perfil Ec-9, unidade El Tablon.

Horizontes		Minerais Identificados			
A p	-	-	-	-	-
A ₁₂	-	-	-	-	-
A ₁₃	-	-	-	-	-
A ₃ /B ₁	-	-	-	-	-
B/C	haloisita 4H ₂ O	mica(ilita)	vermiculita	caolinita	

5.6 - Classificação dos Solos

5.6.1 - Unidade Tosagua

Este solo apresenta epipedon mólico embora este horizonte se apresente maciço quando úmido. A ocorrência de blocos com grau moderado a fraco é sugestiva, tendo-se em vista o alto conteúdo de limo mais argila. A espessura desta camada é de 50 cm, considerando apenas o horizonte A₁.

O regime de umidade é o arídico e tórrico e o regime de temperatura é o isohipertérmico.

Correspondendo ao horizonte A₂, entre as profundidades de 50 a 90 cm, caracteriza-se um horizonte álbico, cuja espessura é de 40 cm.

A partir de 90 cm de profundidade incluindo-se os horizontes B₂₁ e B₂₂, identifica-se um horizonte argílico de 95 cm

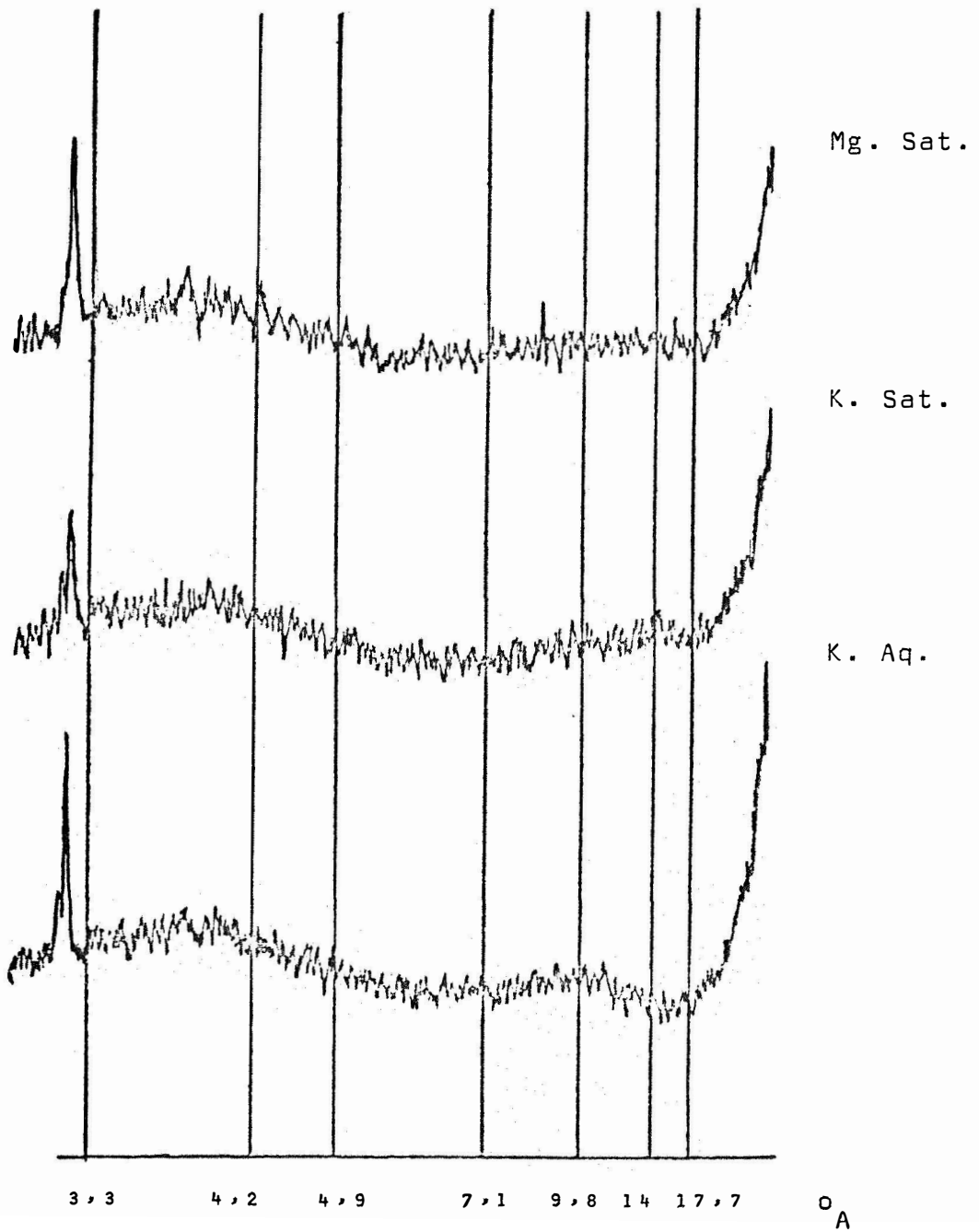


Figura 19 - Difratoigramas da fração argila, horizonte A p, perfil Ec-9.

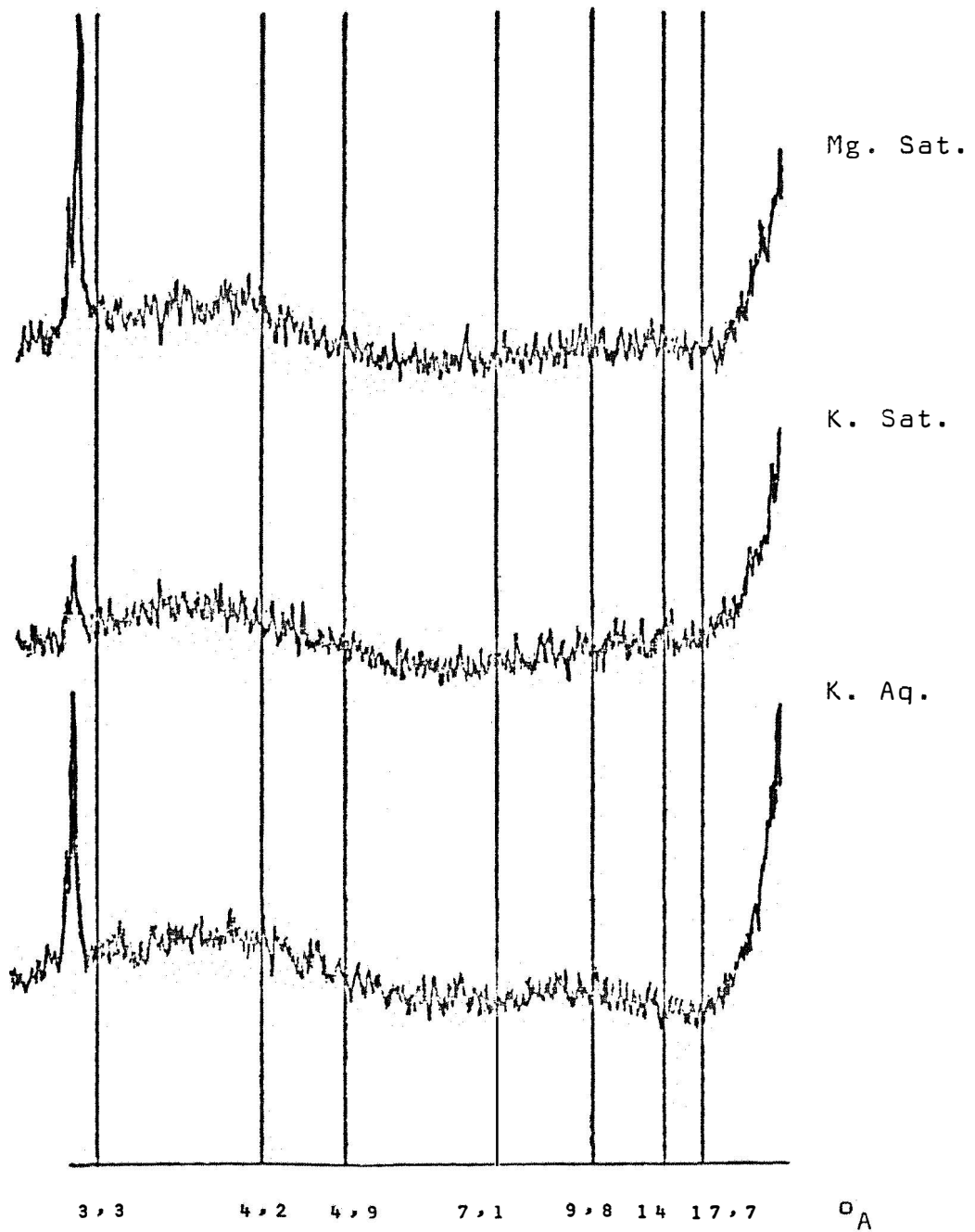


Figura 20 - Difratoqramas da fração argila, horizonte A_{12} , perfil Ec-9.

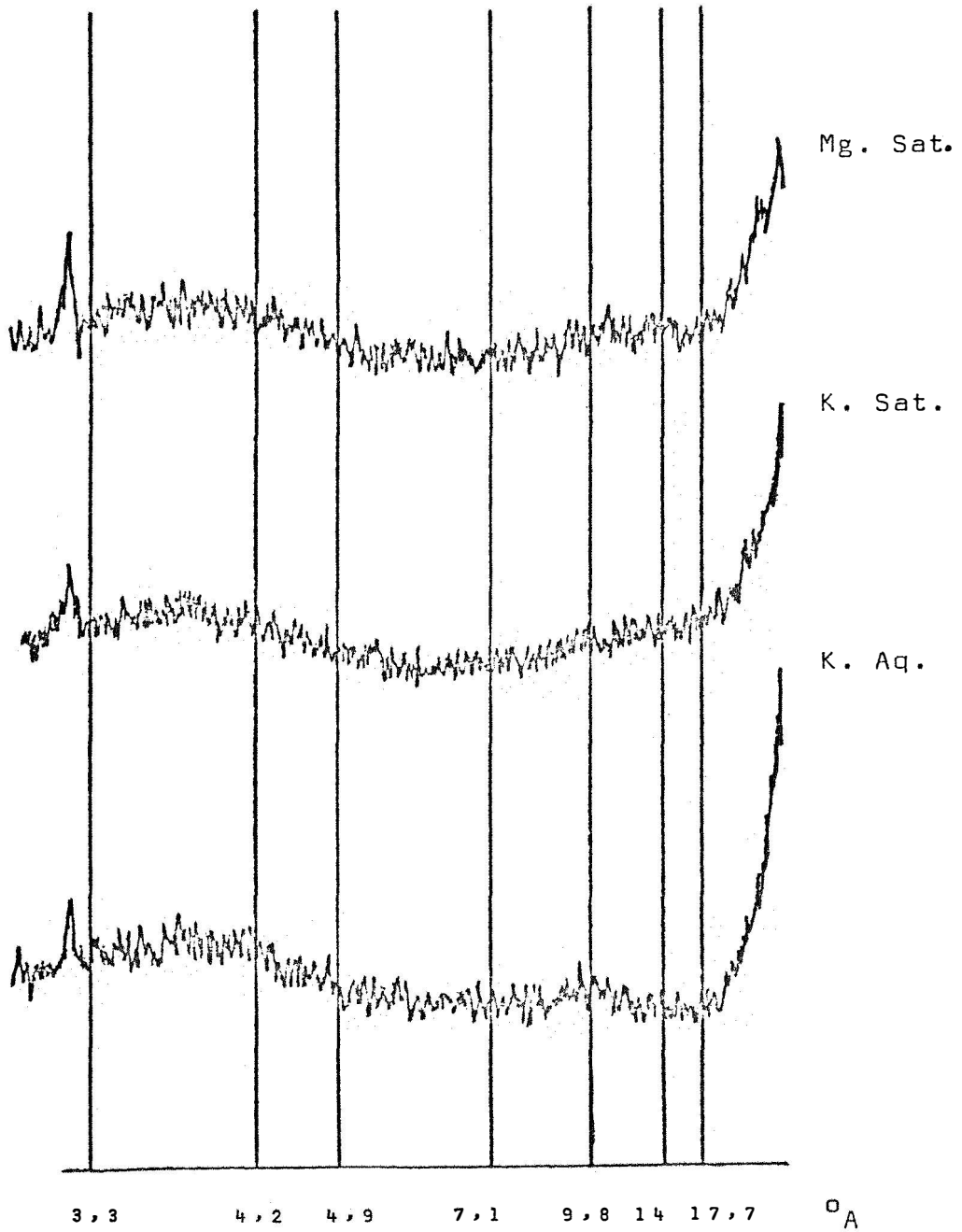


Figura 21 - Difractogramas da fração argila, horizonte A_{13} , perfil Ec-9.

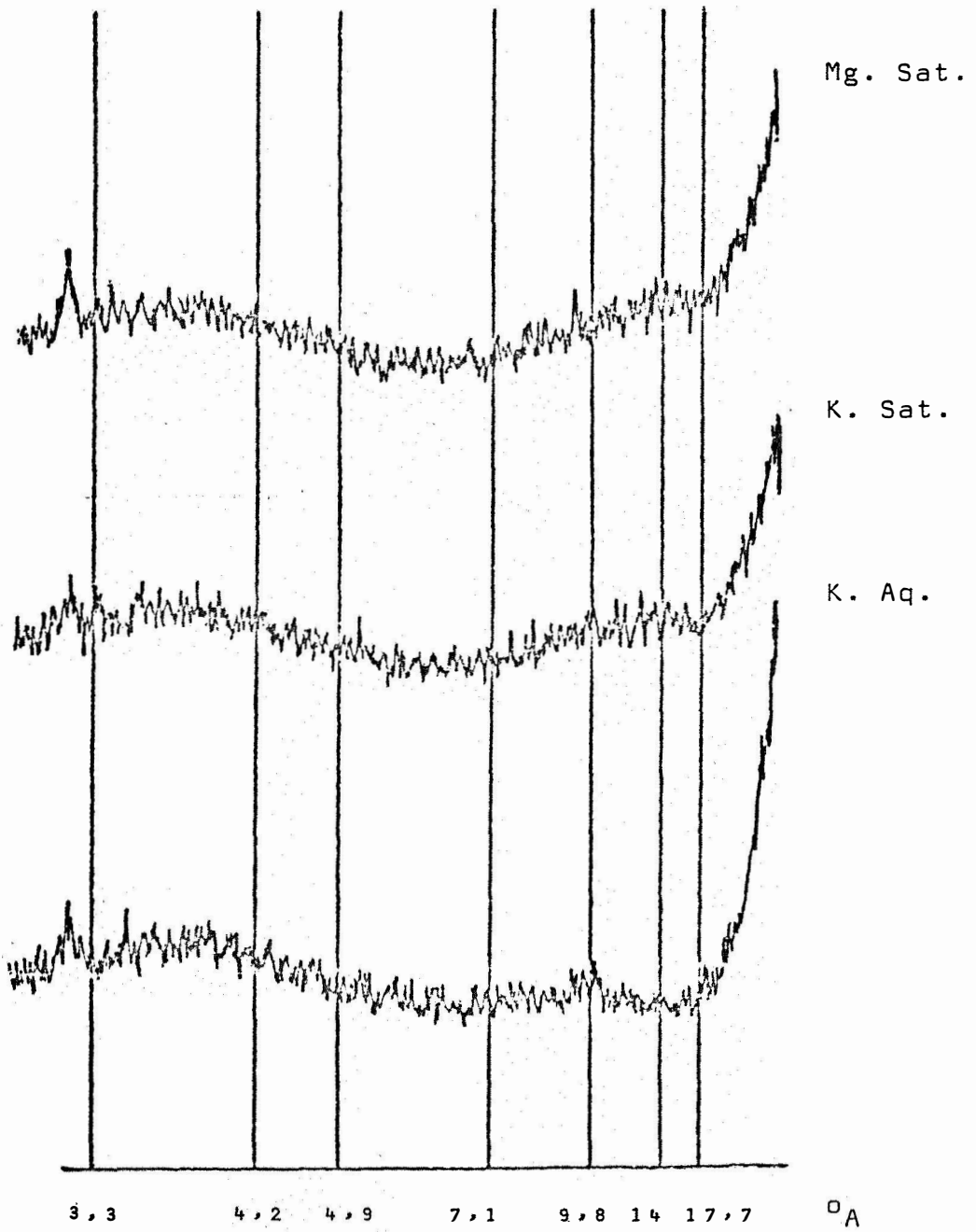


Figura 22 - Difratogramas da fração argila, horizonte A_3/B_1 , perfil Ec-9.

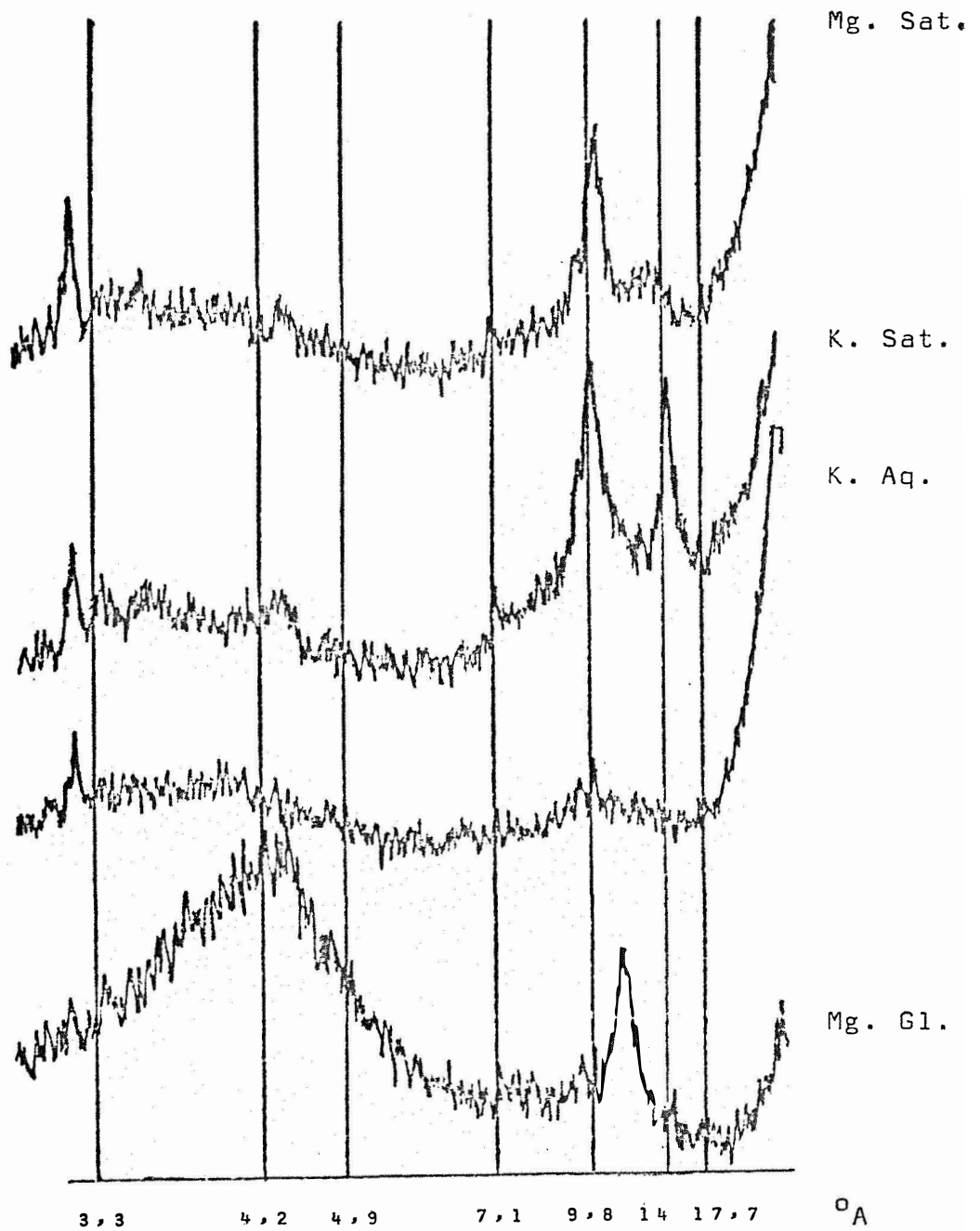


Figura 23 - Difratoqramas da fração argila, horizonte B/C, perfil Ec-9.

de espessura.

Essas características possibilitam enquadrar o solo na ordem Mollisol.

A presença de um horizonte álbico, de um horizonte argílico e de cromas inferiores a 2 no horizonte álbico enquadram o solo na sub ordem Alboll e no grande grupo Argialboll.

Sendo satisfeitas todas as condições para a classificação no sub grupo Typic Argiabboll, com exceção da umidade na seção de controle que é baixa, classifica-se o solo no sub grupo Xeric Argialboll, caracterizado pela presença de longos períodos de verão em que a seção de controle da umidade permanece seca.

A classificação deste solo é a seguinte:

Ordem..... MOLLISOL

Sub Ordem..... ALBOLL

Grande Grupo... ARGIALBOLL

Sub Grupo..... XERIC ARGIALBOLL

5.6.2 - Unidade San Carlos

Correspondendo ao horizonte A_1 identifica-se um epipedon mólico, com espessura de 32 cm.

Os regimes de umidade e temperatura são os ústico e isotérmico, respectivamente.

Na subsuperfície, incluindo os horizontes A/B e B_3/C , caracteriza-se um horizonte argílico com espessura de 27 cm, apesar da ausência do gradiente textural entre A_1 e A/B, para satisfazer a exigência de variação nos conteúdos de argila entre os horizontes eluvial e iluvial que é de 8 %. A presença do horizonte argílico, é evidenciada pela estrutura em blocos com grau forte, pelos filmes de argila e pela cerosidade abundante.

Além destes atributos que especificamente pertencem ao horizonte argílico, os teores de argila dispersa em água corroboram para a exclusão da presença de um horizonte câmbico neste solo.

A presença do epipedon mólico enquadra o solo na ordem Mollisol.

O regime de umidade ústico é suficiente para enquadrar este solo na sub ordem Ustoll, já a presença de um horizonte argílico o enquadra no grande grupo Argiustoll.

Com exceção da presença do horizonte cálcico, são satisfeitos todos os requisitos para enquadrar este solo no sub grupo Typic Argiustoll. Em decorrência disto o mesmo fica enquadrado no sub grupo Údic Argiustoll.

A classificação deste solo é a seguinte:

Ordem..... MOLLISOL

Sub Ordem..... USTOLL

Grande Grupo... ARGIUUSTOLL

Sub Grupo..... ÚDIC ARGIUUSTOLL

5.6.3 - Unidade El Tablon

Nos horizontes A_p e A_{12} identifica-se um epipedon mólico, com espessura de 60 cm.

O regime de umidade é o arídico e tórrico e o térmico é o isomésico.

Essas características, com a ausência do horizonte câmbico, enquadram o solo na ordem Mollisol.

O epipedon mólico, a ausência de carbonatos secundários em profundidade e a ausência de fendilhamento, possibilitam a classificação deste solo na sub ordem Ustoll, parecendo ser

marginal para a sub ordem Aridisol devido a ausência do horizonte C_a . O solo é enquadrado no grande grupo Haplustoll. Com exceção da espessura do epipedon mólico, são satisfeitos todos os requisitos para o sub grupo Typic Haplustoll, em decorrência disto o solo é classificado no sub grupo Pachic Haplustoll.

A classificação deste solo é a que se segue:

Ordem..... MOLLISOL

Sub Ordem..... ÚSTOLL

Grande Grupo... HAPLUSTOLL

Sub Grupo..... PACHIC HAPLUSTOLL

6 - CONCLUSÕES

Dentro das condições em que se desenvolveu o presente trabalho e pelos resultados obtidos, chegou-se as seguintes conclusões:

As unidades estudadas diferem nas características químicas, físicas e mineralógicas;

As diferenças nas características químicas das unidades Tosagua e San Carlos são devidas, principalmente, aos diferentes regimes de umidade;

Nas três unidades estudadas, o balanço de nutrientes, considerados na caracterização da fertilidade do solo, não é proporcional, e o principal fator limitante ao uso agrícola é o déficit de umidade;

Das três unidades, a unidade El Tablon é a única que apresenta a temperatura como fator limitante ao uso agrícola e

estas unidades foram classificadas como se segue;

Unidade Tosagua - Ordem Mollisol, sub ordem Alboll ,
grande grupo Argialboll, sub grupo
Xeric Argialboll;

Unidade San Carlos - ordem Mollisol, sub ordem Ústoll,
grande grupo Argiustoll, sub grup
o Údic Argiustoll e,

Unidade El Tablon - ordem Mollisol, sub ordem Ústoll ,
grande grupo Haplustoll, sub grup
o Pachic Haplustoll.

7 - RESUMO

No presente trabalho pretende-se caracterizar três unidades de solos de ocorrência na República do Equador, identificando-se as principais características físicas, químicas e os minerais da fração argila.

Pela análise e interpretação dos resultados obtidos estabeleceu-se as classes de fertilidade, representadas em gráficos, estabeleceu-se os respectivos balanços hídricos e determinou-se os regimes de umidade e temperatura, o que permitiu a classificação destas unidades em:

Unidade Tosagua - Ordem Mollisol, sub ordem Alboll, grande grupo Argialboll, sub grupo Xeric Argialboll;

Unidade San Carlos - Ordem Mollisol, sub ordem Ústoll, grande grupo Argiustoll, sub grupo Údic Argiustoll e

Unidade El Tablon ◀ ordem Mollisol, sub ordem Ústoll,
grande grupo Haplustoll e sub grupo Pachic Haplustoll.

8 - SUMMARY

The presente work were carried out to study three soil profiles that occurring in Equador Republic.

The physical, chemical and mineralogical characteristics of this soils were characterized.

By the analysis and interpretation of the results were established the fertilized classes, the hydric balance and the soil moisture and temperature regimes.

These soils were classificated as follow:

Tosagua Unit - Order Mollisol, suborder Alboll, great group Argialboll and sub group Xeric Argialboll;

San Carlos Unit - Order Mollisol, suborder Ústoll,

great group Argiustol and sub group Udic
Argiustoll

and

El Tablon Unit - order Mollisol, suborders Ustoll, great
group Haplustoll and sub group Pachic
Haplustoll.

9 - BIBLIOGRAFIA CITADA

ALISON, L.E. Organic Carbon. In Méthods of Soil Analysis, Part. 2. Chemical and Microbiological Properties. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. p 1367-1378.

ALVIM, P.T.; ROSAND, F.P.C. Um novo Sistema de Representação Gráfica da Fertilidade dos Solos Para Cacau. Cacau Atualidades, 11(2):2-4. 1974.

BAVER, L.D. Soil Physics. N. York, J.W. e Sons, 1956. 3^a. ed. 489 p.

BLAKE, G.R. Bulk Density. In Méthods of Soil Analysis,

Part 1. Physical and Mineralogical Properties. Wisconsin, American Society of Agronomy. 1965. p 374-390.

BOWER, C.A.; WILCOX, L.V. Soluble Salts. In Méthods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. p 933-951.

CATANI, R.A.; JACINTHO, A.O. Avaliação da Fertilidade do Solo-Métodos de Análises. Piracicaba, Ed. Ceres, 1974. 61 p.

CHAPMANN, H.O. Cation Exchange Capacity. In Méthods of soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. p 891-900.

COLMET-DAAGE, F. Études Préliminaires des Sols des Régions Bananières D'Equateur. Fruits, 17(1):3-21. 1962.

COLMET-DAAGE, F.; CUCALON, F. Caracteres Hydriques de Certains Sols des Régions Bananières D'Equateur. Fruits, 20(1): 19-23. 1965.

COLMET-DAAGE, F.; KIMPE, C. O.E.; DELAUNE, M. et al. Characteristics of Some Ecuador Soils Derived From Volcanic Ash. Cah. Pedol., 7:495-560. 1969.

DAY, P.R. Particle Fractionation and Particle Size Analysis. In Méthods of Soil Analysis, Part 1. Phisical and Mineralogical Properties. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. p 545-566.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. Soil Survey Laboratory Méthods and Procedures for Collecting Soil Samples. Washington, Soil Conservation Service, 1967. 50 p.

DELTA LAROUSSE. Grande Enciclopédia Delta Larousse. Rio de Janeiro, Ed. Delta S/A., vol. 6, 1972.

DIBO, O. Grande Enciclopédia Geográfica Mundial. São Paulo, Libra Emp. Edit., vol. 1, 1969. 2^a ed. 227 p.

ESCOVAR, G.; JURADO, R.; RIASCOS, R.G. Propiedades Físicas de Algunos Suelos Derivados de Cenizas Volcanicas Del Altiplano de Pasto, Narino, Colombia. Turrialba, 22(3):338-346. 1972.

HEALD, W.R. Calcium and Magnesium. In Méthods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. p 999-1009.

HERNANDEZ, A.A.; RIASCOS, R.G. Algunas Propiedades Físicas Dos Suelos Derivados de Cenizas Volcanicas de Pasto, Colom

bia. Determinadas por Diferentes Métodos. Turrialba, 21 (4):393-403. 1971.

INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO CENTRO OESTE. Recomen
dações do Uso de Fertilizantes para o Estado de Minas Ge
rais. Lavras, IPEACO/ABCAR, 1971. 64 p.

INSTITUTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA. Métodos de Análise do Solo.
Rio de Janeiro, I.Q.A., 1949. 13 p. (Boletim nº 149).

JACKSON, M.L. Soil Chemical Analysis. N. York, Prentice
Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1956. 498 p.

JACKSON, M.L. Clay Transformation in Soil Genesis During
the Quaternary. Soil Sci., 99:15-22. 1965 a.

JACKSON, M.L. Soil Chemical Analysis - Advanced Course .
Madison, Un. Wisconsin, 1965 b. 991 p. (mimiografado).

KELLER, W.D. Processes of Origem and Alteration of Clay Mi
nerals. In Soil Clay Mineralogy. A Symposium. Univ. North
Caroline Press, Chapell Hill, 1964.

MONIZ, A.C. Mineralogia do Solo. In Elementos de Pedolo
gia. São Paulo, Poligono, Ed. da USP, 1972. p 391-408.

MONASTERIO, E.B. Mineralogia de Las Arcillas de Algunos Sue

los Vulcânicos de Chile. *Agricultura Técnica*, 13(1):110-160. 1958.

OLIVEIRA, J.B. *Variação das Características Morfológicas, Físicas, Químicas e Mineralógicas em Duas Áreas de Oxissolo*. Piracicaba, ESALQ, 1972. 98,. (tese de doutoramento)

OLSEN, S.R.; DEAN, L.A. Phosphorus. In *Méthods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. p 1035-1048.

OLSON, R.V. Iron. In *Méthods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. p 963-973.

PRATT, P.F. Potassium-Sodium. In *Méthods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. p 1022-1034.

PEECH, M. Exchange Acidity. In *Méthods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. p 914-925.

RANZANI, G. *Capacidade de Água disponível do Solo*. Piracicaba, ESALQ, 1963. 5 p (Boletim Técnico - Científico nº 18).

RANZANI, G. Marcha Anual da água Disponível no Solo. In
Anais do 13º Congresso Brasileiro da Ciência do Solo. Vi-
tória. 1971. p 19-20.

RANZANI, G. Relatório de Viagem à Países da América lati-
na. Piracicaba, ESALQ, 1972. p 69-75.

REMINIERAS, G. L' Hydrologia de L'Ingénieur. Eyrolles ,
Centre de Recherches et D'Essais de Chatou, 1965. 2^a
ed., cap. 4. p 191-268.

RICHARDS L.A. Physical Condition os Water in Soil. In
Méthodos of Soil Analysis, Part 1. Phisical and Mine-
ralogical Properties. Wisconsin, American Society of
Agronomy, 1965. p 128-151.

SERVIÇO FLORESTAL DO ECUADOR. Diagramas Ombrotérmicos
Quito Divisão de Silvicultura, 1972. 130 p.

SERVIÇO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA. Mapa Geológico de
La República del Ecuador. Quito. Min. Ind. e Com., 1969.

SOIL SURVEY STAFF. Soil Taxonomy (Selected Chapter from
the Unidited Text.). Washington, USDA, 1970.

SOLIS, A. Divisiones Fitogeograficas y Formaciones Geobo-

tanicas Del Ecuador. Quito, Casa de La Cultura Ecuatoriana , 1968.

TEIXEIRA MENDES, A.C. Dispersão de Amostras de Solos Minerais. Piracicaba, ESALQ , 1970. 47 p(mimeografado).

TEIXEIRA MENDES, A.C. Identificação das Argilas do Solo por Difração de Raixo X. Piracicaba, ESALQ, 1972.34 p. { mimeografado }

THORTNTHWAITE, C:W. An Approach Towards a Rational Classification of Climate. Geographical Review, 38:55-94. 1948.

VASCONEZ, C.H. L'Analyse des Sols Comme Bases des Recomandations Pour La Fertilisation des Bananeraies.Fruits,29 (2):121-125. 1974.

VISCONTI, Y.S. Argilas e Minerais Afins. Rio de Janeiro, 1951. 190 p.

VILLA NOVA, N.; SANTOS, J.M. A Classificação Climática de William Koeppen, Piracicaba, ESALQ, 12 p. (mimeografado)

VETORRI, L. Métodos de Análise do Solo. Rio de Janeiro , M. A., 1949. 24 p. (Boletim Técnico n^o 7).

WARSHAW. C.M.; ROY, R. Classification and Scheme for Identification of Layers Silicates. Sol. Geol. Soc. Amer., 72:1455-1492. 1961.