

EFEITOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO  
NA CULTURA DE MILHO (*Zea mays* L.)

**EURIDICE SACCHI**

Engenheiro Agrônomo

Orientador: DR. ANTONIO CARLOS TEIXEIRA MENDES

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Junho, 1978

D E D I C O

ã memória de meu pai cujo silêncio  
presente tem dirigido meus esforços

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

REGISTRAMOS NOSSOS AGRADECIMENTOS À:

Prof. Dr. ANTONIO CARLOS TEIXEIRA MENDES, pela orientação e incentivo;

Prof. Dr. PAULO CESAR CORSINI, pela dedicada participação e incentivo;

Prof. WALTER POLITANO, pelas sugestões e incentivo;

Prof. Dr. DILERMANDO PERECIN, pela colaboração na realização da análise estatística;

Senhor LAUDEMIR D'AQUILA E Srta MITSUKO ITO, pela participação na condução do experimento;

Sra CHRISTINA B. BERALDO GONÇALES, pela composição datilográfica;

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS - UNESP - "Camu

pus " de Jaboticabal e ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" -USP - pelas facilidades oferecidas e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela ajuda financeira na forma de bolsa de estudo.

## C O N T E Ú D O

	Pg.
1.- RESUMO .....	1
2.- INTRODUÇÃO .....	3
3.- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.- MATERIAL E MÉTODOS .....	9
4.1.- Solos .....	9
4.1.1.- Características morfológicas.....	9
4.2.- Delineamento Experimental .....	11
4.3.- Tratamentos Utilizados .....	12
4.4.- Coleta de amostras de solo .....	13
4.5.- Análises Físicas .....	14
4.5.1.- Nas amostras com estrutura indeforma da .....	14
4.5.2.- Nas amostras preparadas .....	16
4.5.3.- Análise Variacional .....	16
4.6.- Semeadura e Adubação .....	17
4.7.- Práticas Culturais .....	17
4.8.- Colheita .....	17
4.9.- Caracterização climática da área .....	17
5.- RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
5.1.- Características das áreas experimentais ....	18
5.2.- Produção Agrícola .....	21
5.3.- Características físicas do LEa .....	29

	Pg.
5.3.1.- Densidade (massa específica) aparente.	32
5.3.2.- Características da porosidade e umi- dade .....	38
5.4.- Características físicas do LR .....	57
5.4.1.- Densidade (massa específica) aparente.	57
5.4.2.- Características da porosidade e da <u>u</u> midade .....	65
6.- CONCLUSÕES .....	84
7.- SUMMARY .....	85
8.- LITERATURA CITADA .....	87

## 1.- RESUMO

Estuda-se no presente trabalho os efeitos dos diferentes sistemas de cultivo nas propriedades físicas dos solos, classificados como Latossol Vermelho Escuro -fase arenosa e Latossol Roxo (COMISSÃO DE SOLOS, 1960) e na produção agrônômica da cultura de milho (*Zea Mays L*).

O delineamento estatístico realizado foi de blocos casualizados, constando de cinco tratamentos que envolvem os diferentes sistemas de cultivo e com seis repetições.

Apresenta-se as propriedades físicas da sequência das camadas que constituem os perfis destes solos, para os diferentes tratamentos. De uma maneira geral estas características apresentam pouca variação, principalmente no Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa e este fato parece estar rela -

cionado ao período de experimentação.

Quanto a produção agrônômica da cultura de milho, constatou-se que no Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa , foi maior no tratamento que envolve aração e gradagem e foi destacadamente menor no tratamento que envolve o cultivo mínimo, não diferenciando nos demais tratamentos. Para o Latos - sol Roxo, a produção foi maior no tratamento que envolve duas arações e gradagem e menor para o cultivo mínimo, enquanto que os demais não diferem entre si.



## 2.- INTRODUÇÃO

Além dos cultivos convencionais os agricultores tem utilizado diferentes sistemas de cultivar o solo se preocupando somente com os resultados de produção não considerando os prejuízos e benefícios que podem resultar destas medidas, nas propriedades dos solos.

Nas regiões do Estado de São Paulo de agricultura mais desenvolvida, os solos tem sido continuamente cultivados, causando a formação de camadas compactadas que criam problemas a penetração de água, ar e das raízes no solo. Em consequência, as alterações do armazenamento de água, da aeração e do impedimento físico à penetração das raízes prejudicam o desenvolvimento das plantas.

Estes fatos foram constatados nos trabalhos de

HEATH (1937), TROUSE e HUMBERT (1961), ROSEMBERG e WILLITS (1962), PHILLIPS e KIRKHAN (1962) e GROHMANN e QUEIROZ NETO (1966) que trabalharam com amostras compactadas artificialmente e nos trabalhos de VEIMEYER e HENDRICKSON (1948), WIERSUM (1957), ZIMMERMAN e KARDOS (1961), que estudaram, sob condições de campo, o efeito da compactação no desenvolvimento das raízes em diversas culturas.

Em qualquer processo de formação da camada compactada a infiltração diminui conforme constataram DAY e HOLMGREN (1952), PANABOKE e QUIRK (1965), SOHNE (1958), BLAKE (1965), DAKSHINAMURTI e PRADAN (1966), OLIVEIRA et alii (1968) e CORSINI (1974), ocorrendo em consequência disto, um aumento no deflúvio acelerando o transporte de sólidos do solo.

No sentido de fornecer subsídios aos agricultores, para que possam optar por um determinado tipo de cultivo sem acarretar prejuízos ao solo, pretendemos estudar os efeitos dos diferentes sistemas de cultivo nas propriedades físicas dos solos classificados como Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa e Latossol Roxo (COMISSÃO DE SOLOS, 1960) e na produção agrônômica da cultura de milho (*Zea mays* L.).

### 3.- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O efeito da modalidade de preparo do solo na produção agronômica do milho tem sido pesquisado por diversos pesquisadores . PAGE, et alii (1946) verificaram que o sistema tradicional de aração e gradagem apresentou maior produção quando comparado com os sistemas, de aração com arado especial para solos cobertos de grama ,cultivador rotativo e cultivador leve de superfície. A maior produção obtida no emprego do sistema tradicional de aração e gradagem foi também encontrada por ALOISI SOBRINHO e VAZ DE ARRUDA (1960) MARQUES e BERTONI (1961), PRIHAR e VAN DOREN (1967) e BENATTI et alii (1977) ao compararem essa modalidade de preparo do solo com os outros sistemas de preparo. Entretanto , pesquisadores como JOHNSON e TAYLOR (1960), TRIPLETT, et alii (1964), VAN DOREN et alii (1976) e

NELSON, et alii (1977) não encontraram diferenças de produção quando realizaram esse tipo de estudo comparativo, apresentando resultados não concordantes com os do primeiro grupo de pesquisadores anteriormente citados, fato que talvez possa ser explicado pela existência de diferentes condições de solo e ambiente nos locais onde foram realizados os experimentos.

A aplicação adicional da subsolagem no sistema tradicional, de acordo com os resultados obtidos por LARSON, et alii (1960), não produziu aumentos significativos na produção do milho, ocorrendo em certos casos redução na produção .

As diferentes modalidades de preparo do solo tem afetado o desenvolvimento das plantas, provocando modificações no desenvolvimento do sistema radicular, PRIHAR e VAN DOREN (1967) e CASAGRANDE , et alii (1975) alterando prejudicialmente a germinação e causando um crescimento desigual das plantas nos experimentos localizados em solos argilosos, SWAMY, et alii (1960).

São observados efeitos das modalidades de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas do solo, sendo encontradas nos trabalhos de PAGE, et alii (1946), STEPHEN, et alii (1967) e CASAGRANDE, et alii (1975), alterações na porosidade, aeração e na infiltração da água no solo. A literatura tem revelado que as modalidades de preparo do solo que provocam menor desagregação da camada superficial do solo diminuem as perdas por erosão MARQUES e BERTONI (1961) BENATTI et alii (1977) e ELTZ , et alii (1977).

Mudanças nas condições de solo ocasionadas pelos diferentes sistemas de preparo do solo causam efeitos pronuncia

dos sobre o desenvolvimento e a produção das culturas. Pode ser constatada, pela revisão da literatura específica que os solos acentuadamente compactados provocam deformações no sistema radicular das plantas em virtude de apresentarem reduzido movimento de ar e água, os quais afetam a disponibilidade de nutrientes, (DAY e HOLMGREEN (1952), TROUSE e HUMBERT (1961) e WITTSELL e HOBBS (1965). Os valores de massa específica aparente maiores que  $1,42\text{g/cm}^3$  para o Latossol Roxo e  $1,38\text{g/cm}^3$  para o Podzólico Vermelho Amarelo - orto causaram impedimento físico ao desenvolvimento do sistema radicular do arroz, GROHMAN e QUEIROZ NETO (1966), fenômeno que segundo PHILLIPS e DON KIRKAN (1962) é acompanhado sempre pelos efeitos da redução da disponibilidade de água e do teor de oxigênio. Condições de pouca aeração do solo afetam o desenvolvimento das raízes da cultura de milho e provocam uma diminuição drástica na sua produção, WILLIANSON (1964). Este autor deu ênfase ao processo de difusão de oxigênio no solo, verificando que os valores ao redor de  $5 \times 10^{-8}\text{g/cm}^2\cdot\text{min.}$ , provocou uma redução de 75% na produção.

Finalmente, considerando que qualquer tipo de mobilização do solo provoca alterações na estrutura, CORSINI (1974) procurou estabelecer a característica do solo que indicasse melhor as diferenças estruturais do perfil de solo, obtendo resultados que elegeram a condutividade hidráulica para os Solos Latossol Roxo e Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa. Ainda segundo esse autor o adensamento provocado pelo cultivo contínuo do solo nem sempre é prejudicial ao desenvolvimento das

plantas, ocorrendo situações em solos excessivamente porosos, nas quais esse tipo de adensamento modifica para melhor a retenção de unidade, a permeabilidade e a relação ar/água do sistema poroso.

#### 4.- MATERIAL E MÉTODOS

##### 4.1.- Solos

Os solos utilizados são de ocorrência na área da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias "Campus" de Jaboticabal classificados a nível de Grande Grupo como Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa (LEa) e Latossol Roxo (LR), ( COMISSÃO DE SOLOS , 1960).

##### 4.1.1.- Características morfológicas

Perfil nº 01

Classificação: Latossol Vermelho Escuro -fase arenosa

Localização: trincheira aberta na área do

experimento, localizado próximo ao aeroporto de Jaboticabal

Material de origem: Arenito

Relêvo: suavemente ondulado, extenso.

Cobertura atual: culturas anuais

Drenagem: boa

- Ap 0 - 18 cm;vermelho amarelado 5YR 4/6 (seco)vermelho amarelado 5YR 4/5 (úmido);barro e argilo arenoso; composta prismática e blocos,pequena a média fraca;ligeiramente duro,friável, ligeiramente plástico,ligeiramente pegajoso; macroporos comuns;raízes abundantes e transição suave.
- B21 18 -50 cm;vermelho amarelado 5YR 4/4 (seco) ,vermelho amarelado 5YR 4/3 (úmido), barro argilo arenoso; composta prismática e blocos ,pequena fraca;ligeiramente duro,friável,plástico e pegajoso;macroporos comuns;poucas raízes e transição suave.
- B22 50 -90 +; vermelho 2,5YR 3/6 (seco) vermelho 2,5YR 3/4 (úmido); barro argilo arenoso;composta prismática e blocos,média, fraca, ligeiramente pegajoso; macroporos comuns; ausência de raízes.

Perfil nº 02

Classificação: Latossol Roxo



Localização: trincheira aberta na área experimental da FCAV (setor irrigado)

Material de origem: eruptivas básicas

Relêvo: suavemente ondulado

Cobertura atual: culturas anuais

Drenagem: boa

- Ap 0 -28 cm; pardo avermelhado escuro 2,5YR 3/4 (seco), pardo avermelhado escuro 2,5YR 3/3 (úmido); argila; fraca média, granular; macio, friável, plástico e pegajoso; raízes abundantes; transição difusa.
- B21 28 -60 cm; pardo avermelhado escuro 2,5YR 3/5 (seco), pardo avermelhado escuro 2,5YR 3/3 (úmido) argila; fraca, muito pequena, granular; macio, friável, plástico e pegajoso; transição difusa.
- B22 60 -90 cm +; vermelho escuro 2,5YR 3/6 (seco), vermelho escuro 2,5YR 3/4 (úmido); argila; maciça porosa que se desfaz em fraca, muito pequena granular; muito friável, plástico e pegajoso.

#### 4.2.- Delineamento Experimental

O experimento foi instalado em blocos casualiza -

dos, constando de cinco tratamentos (parcelas) e seis repetições de acordo com o citado por PIMENTEL GOMES (1966).

As parcelas possuíam 8 linhas de 10 metros de comprimento e 1 metro entre linhas, dando uma área total de  $80 \text{ m}^2$  e a área útil de  $60 \text{ m}^2$ , pois eliminou-se de cada lado da parcela uma linha (bordadura). A área total do ensaio foi de  $2.400 \text{ m}^2$  para cada solo.

#### 4.3.- Tratamentos Utilizados

No presente ensaio utilizaram-se dos seguintes tratamentos:

Tratamento T1 : Cultura de milho com cultivo convencional, compreendendo as seguintes operações: aração, gradagem, semeadura, tratos culturais e colheita.

Tratamento T2 : Cultura de milho com cultivo convencional mais subsolagem compreendendo as seguintes operações: subsolagem, aração, gradagem, semeadura, tratos culturais e colheita.

Tratamento T3 : Cultura de milho com duas arações e gradagem, compreendendo as seguintes operações: primeira aração a  $\pm 15$  cm de profundidade, segunda aração a  $\pm 30$  cm de profundidade, gradagem, semeadura, tratos culturais e colheita.

Tratamento T4 : Cultura de milho com subsolagem, duas arações e gradagem, compreendendo as seguintes operações:

subsolagem, primeira aração ( $\pm$  15 cm), segunda aração ( $\pm$  30 cm), gradagem, semeadura, tratamentos culturais e colheita.

Tratamento T5 : Cultura de milho no sistema de cultivo mínimo-("no-tillage") segundo SHEAR (1968), compreendendo as operações da eliminação da vegetação e das sementeiras existentes com herbicida, semeadura com o mínimo de perturbação do solo, tratamentos culturais e colheita.

#### 4.4.- Coleta de amostras de solo

As amostras de solos foram obtidas nos diferentes tratamentos e nas camadas sucessivas que constituem o perfil destes dois solos, antes do preparo do solo (I) e após a colheita do milho (F).

As amostras com estrutura deformada foram retiradas com o auxílio de um trado e as amostras com estrutura indeformada foram obtidas com um amostrador especial, semelhante ao descrito por LUTZ (1947) e utilizado pelo U.S. Dept. Agr. (1954 p. 159).

A coleta de amostras indeformadas compreende as seguintes operações:

O amostrador contendo um cilindro de alumínio é introduzido no solo na vertical, tomando-se o cuidado de impregnar a superfície interna do cilindro com bentonita para evitar que durante as determinações da condutividade hidráulica, o

escoamento da água entre a superfície externa da coluna de solo e a superfície interna do cilindro.

As amostras foram coletadas nas profundidades médias de 5, 15, 30, 45 e 60 cm.

Afim de se evitar interferência da primeira amostragem, sobre a segunda e desta sobre a terceira e assim por diante até a última no mesmo perfil, tomou-se o cuidado de se fazer amostragens, distanciadas lateralmente 10 cm uma da outra.

#### 4.5.- Análises físicas

##### 4.5.1.- Nas amostras com estrutura indeformada

Estas amostras previamente preparadas foram colocadas para saturar e pesadas ( $m_{sa}$ ). A seguir foram colocadas na placa de pressão, para drenar até que a água restante na amostra esteja em equilíbrio com a pressão de 1/3 de atmosfera. Pe sou-se ( $m_{1/3}$ ) e em seguida estas amostras foram colocadas para secar em estufa a 110°C até peso constante ( $m_s$ ).

O valor da densidade aparente ( $\rho_a$  g cm<sup>-3</sup>) foi obtido pela razão entre a ( $m_s$ ) e volume total da amostra ( $v_a$ ). O teor de água ( $\theta_{1/3}$ ) foi obtido pela diferença volumétrica ( $m_{1/3} - m_s$ ) representando também o valor da capacidade de campo ( $C_c$ ). A porosidade total avaliada ( $\alpha$ ) foi obtida pela diferença volumétrica ( $m_{sa} - m_s$ ). O valor da água disponível foi obtido pela diferença entre a Capacidade de Campo e o Ponto de Murcha -

mento Permanente (PMP) ou seja (Cc-PMP).

A espessura da camada de água de cada horizonte  $h_{Ap}$ , foi calculada pela expressão :

$$h_{Ap} = \frac{AD\% \times Eh}{10} \text{ mm}$$

onde

AD% = água disponível em % de volume

Eh = espessura do horizonte Ap em cm

O valor da camada de água disponível (CAD - mm), corresponde a soma dos valores de h de cada horizonte do perfil.

A distribuição da porosidade, em macroporosidade (S1/3) e microporosidade (θ1/3) foi efetuada levando-se em consideração a porosidade total e a porosidade ocupada pela água a 1/3 de atmosfera.

Os valores de condutividade hidráulica do solo saturado foram determinados através do método que utiliza de carga hidráulica constante, segundo orientação de KLUTE (1965).

Os valores de permeabilidade  $k - (\mu^2)$  foram obtidos através da expressão :

$$k = \frac{k_n}{\rho \cdot g} \cdot 10^8$$

onde

k = condutividade hidráulica (cm/s)

n = viscosidade da água na temperatura da determinação (poise)

$\rho$  = massa específica da água

g = aceleração da gravidade (cm/s<sup>2</sup>)

#### 4.5.2.- Nas amostras preparadas

Nestas amostras efetuou-se a análise granulométrica para a determinação dos separados do solo utilizando-se do método da pipeta (KILMER e ALEXANDER, 1949) com modificações preconizadas por DAY (1965), sendo que para a separação das sub-frações da fração areia, utilizou-se de peneiras de 1.000, 500, 250, 100 e 50 micra, separando respectivamente em: areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina.

A determinação dos valores da densidade real ( $\text{psg. cm}^{-3}$ ) foi feita empregando a metodologia descrita por BLAKE (1965).

Ainda nestas amostras realizou-se a determinação do teor de água retido a -15 atmosferas, num sistema semelhante ao descrito por RICHARDS (1947).

#### 4.5.3.- Análise variacional

Inicialmente realizou-se uma análise variacional entre os valores médios das características físicas estudadas e posteriormente esta mesma análise foi aplicada para as diferenças entre as médias dos valores obtidos, antes do preparo do solo a após e colheita.

#### 4.6.- Semeadura e Adubação

No experimento utilizou-se do híbrido HMD 7974, semeado na segunda quinzena de novembro de 1976, no espaçamento de 1 metro entre linhas e cerca de 5 sementes por metro linear, empregando-se cerca de 25kg/ha de sementes.

Nesta semeadura foi empregada a dose de 300 kg/ha da fórmula 4-14-8 .

#### 4.7.- Práticas culturais

Durante a condução do ensaio, foram feitas as práticas culturais normais, com exceção do tratamento T5, o qual recebeu herbicida, cujo princípio ativo era o 2,4 D.

#### 4.8.- Colheita

A colheita foi realizada dia 22 de abril de 1977 e as produções obtidas tiveram a conversão aos valores de 13% de umidade.

#### 4.9.- Caracterização climática da área

O clima da área é sub tropical úmido, classificado como Cwa pela metodologia de Köeppen (COMISSÃO DE SOLOS , 1960).

## 5.- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1.- Características das áreas experimentais

Para realização deste experimento ,escolhemos uma área de um solo Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa e de um Latossol Roxo, cujas condições superficiais são semelhantes, principalmente quanto a declividade e exposição.

A fim de caracterizar estas áreas experimentais realizamos a análise granulométrica das amostras dos horizontes pertencentes aos dois solos estudados.

O Quadro I apresenta a análise granulométrica do perfil do Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa (LEa) para os diferentes tratamentos. A homogeneidade granulométrica no perfil evidencia a homogeneidade da área experimental, isto é, dos tratamentos neste solo.



QUADRO I - Análise granulométrica do perfil do LEa para cinco modalidades de cultivo do milho (*Zea mays* L.).

PERFIL	HOR.	Prof. média cm	CLASSE DE SEPARADOS DO SOLO (% em peso)										Classe Textural
			arg.	am.	af.	enf.	areia <sup>a</sup>	silte	argilla	Franco argiloso			
P1	Ap	5,0	0,5	1,8	16,9	34,5	9,3	63,0	4,5	32,5	Franco argiloso		
	"	15,0	0,4	1,6	16,5	34,8	10,3	63,6	4,1	32,3	"		
	B21	30,0	0,3	1,5	16,1	34,1	10,2	62,2	3,8	34,5	"		
	"	45,0	0,2	1,3	15,8	32,6	11,0	60,9	3,6	35,5	"		
	B22	60,0	0,1	1,1	15,2	31,4	11,2	59,0	4,2	36,8	"		
P2	Ap	5,0	0,5	1,8	16,8	34,6	8,9	62,6	4,2	33,2	Franco argiloso		
	"	15,0	0,3	1,5	14,5	34,3	12,4	63,0	4,3	32,7	"		
	B21	30,0	0,2	1,3	15,3	35,2	10,1	62,1	3,8	34,1	"		
	"	45,0	0,1	1,1	15,1	34,1	10,8	61,2	4,1	34,7	"		
	B22	60,0	-	0,9	14,2	34,1	10,3	59,5	4,4	36,1	"		
P3	Ap	5,0	0,4	1,9	17,2	35,8	8,5	63,8	4,8	31,4	Franco argiloso		
	"	15,0	0,4	1,8	16,5	34,6	8,8	62,1	4,3	33,6	"		
	B21	30,0	0,3	1,5	15,3	34,2	10,1	61,4	4,2	34,4	"		
	"	45,0	0,2	1,2	15,8	33,8	8,6	59,6	3,8	36,6	"		
	B22	60,0	0,1	1,1	14,9	32,1	9,1	57,3	4,3	38,4	"		
P4	Ap	5,0	0,5	1,7	16,6	33,9	8,9	61,6	4,2	34,2	Franco argiloso		
	"	15,0	0,4	1,8	16,3	34,1	10,9	63,5	3,8	32,7	"		
	B21	30,0	0,4	1,7	16,1	33,8	9,8	61,8	4,4	33,8	"		
	"	45,0	0,3	1,6	15,8	34,0	10,3	62,0	3,9	34,1	"		
	B22	60,0	0,2	1,5	15,4	33,1	9,6	59,8	3,1	37,1	"		
P5	Ap	5,0	0,4	1,7	16,8	34,2	9,0	62,1	3,4	34,5	Franco argiloso		
	"	15,0	0,5	1,9	17,0	34,5	8,9	62,8	3,8	33,4	"		
	B21	30,0	0,3	1,7	16,2	34,1	9,3	61,6	3,1	35,3	"		
	"	45,0	0,2	1,5	15,2	33,9	11,2	62,2	4,2	33,6	"		
	B22	60,0	0,1	1,3	14,6	33,8	10,1	60,1	4,0	36,2	"		

QUADRO II - Análise granulométrica do perfil do LR para cinco modalidades de cultivo do milho (Zea mays L.).

PERFIL	HOR.	PROF. cm	CLASSE DE SEPARADOS DO SOLO ( % em peso )						Classe Textural		
			arg.	am.	af.	anf.	arcia total	silte	argila		
P1	Ap	5,0	0,2	0,5	5,2	11,5	6,7	24,1	22,7	53,2	argila
	"	15,0	0,1	0,4	4,8	10,3	6,6	22,2	23,0	54,8	argila
	B21	30,0	0,3	0,6	4,6	11,4	8,2	25,1	19,6	55,3	argila
	"	45,0	-	0,3	4,2	9,1	6,2	19,8	21,8	58,4	argila
	B22	60,0	-	0,2	4,2	8,7	6,5	19,6	22,9	57,5	argila
P2	Ap	5,0	0,1	0,4	4,8	11,3	6,2	22,8	24,3	52,9	argila
	"	15,0	0,2	0,5	4,4	11,0	7,3	23,4	24,2	52,4	argila
	B21	30,0	-	0,3	4,1	8,5	5,9	18,8	22,9	58,3	argila
	"	45,0	-	0,2	3,9	8,3	5,1	17,5	22,9	59,6	argila
	B22	60,0	-	0,3	3,9	8,1	6,3	18,6	22,7	58,7	argila
P3	Ap	5,0	0,3	0,5	6,1	10,8	7,4	25,1	18,3	56,6	argila
	"	15,0	0,1	0,2	5,2	8,3	5,4	19,2	18,7	62,1	argila
	B21	30,0	0,2	0,2	4,3	9,1	6,9	20,7	19,0	60,3	argila
	"	45,0	0,1	0,3	6,0	8,1	5,5	20,0	18,8	61,2	argila
	B22	60,0	-	0,1	4,2	8,2	5,8	18,3	19,4	62,3	argila
P4	Ap	5,0	0,1	0,4	5,0	11,0	6,2	22,7	21,6	55,7	argila
	"	15,0	0,1	0,4	5,0	11,1	6,1	22,7	23,8	53,5	argila
	B21	30,0	-	0,5	5,1	11,3	6,3	23,2	26,2	50,6	argila
	"	45,0	0,1	0,3	4,8	11,0	5,4	21,6	26,2	53,2	argila
	B22	60,0	-	0,2	4,8	9,8	5,6	20,4	21,1	58,5	argila
P5	Ap	5,0	0,4	0,6	4,9	11,4	8,5	25,8	18,8	55,4	argila
	"	15,0	0,3	0,3	5,1	10,6	7,1	23,4	20,5	56,1	argila
	B21	30,0	0,1	0,4	6,2	9,8	6,3	22,8	18,9	58,3	argila
	"	45,0	0,2	0,3	4,8	9,8	7,0	22,1	19,8	58,1	argila
	B22	60,0	0,3	0,4	4,9	9,2	8,6	23,4	17,7	58,9	argila

O Quadro II apresenta a análise granulométrica do perfil do Latossol Roxo (LR) para os diferentes tratamentos. Da mesma maneira que o caso anterior, a homogeneidade granulométrica, nos perfis, evidencia a homogeneidade da área experimental.

No Quadro III apresentam-se as características químicas da área. De uma maneira geral, observa-se que a área que compreende o solo Latossol Roxo apresenta melhores propriedades químicas.

Quadro III - Principais características químicas das amostras dos solos\*

Solo	%C	pH (H <sub>2</sub> O)	µg/ml TFSA		e.mg/100ml TFSA		
			P	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Al <sup>+++</sup>
LEa	0,67	5,7	9	96	1,8	0,9	0,05
LR	1,10	6,4	7	392	3,1	1,3	0,05

\* Obtidas de acordo com a metodologia descrita em VETTORI (1969)

A seguir apresentamos no Quadro IV e na Figura 1, as características climáticas da área no período estudado.

## 5.2.- Produção Agrícola

No Quadro V. apresentam-se os valores da produção da

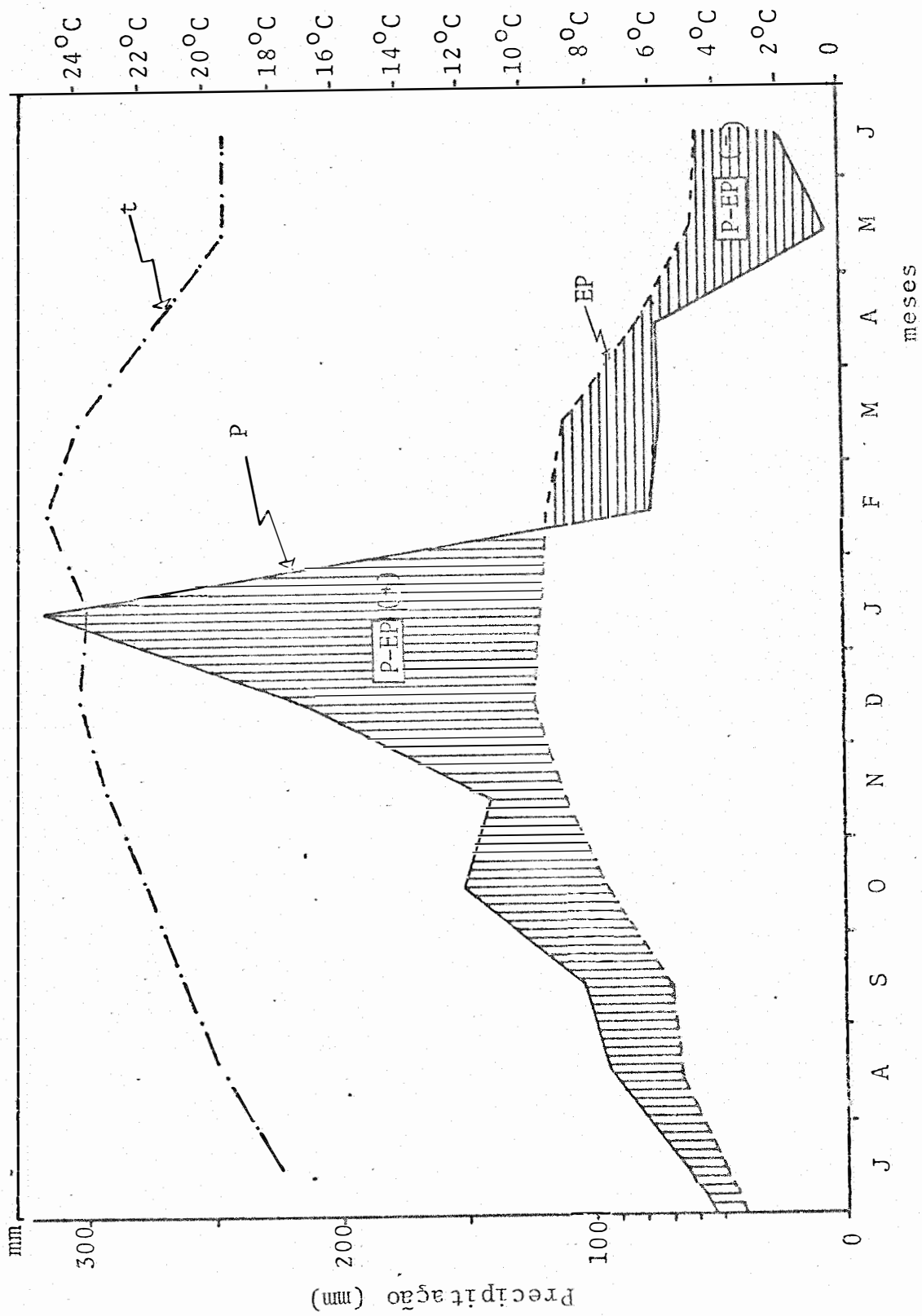


Fig. 1 Condições climáticas da área experimental (76/77)

Quadro IV - Características climáticas do Município de Jaboticabal 76/77

MESES	TEMPERATURA		PRECIPITAÇÃO mm	EPmm	P. EPmm (+)	P - EP (-) mm
	oC	MÉDIA				
JULHO/76	17,7		60,0	48,2	11,8	-
AGOSTO	19,7		95,1	65,8	29,3	-
SETEMBRO	20,1		110,9	70,0	40,9	-
OUTUBRO	22,0		149,3	93,8	55,5	-
NOVEMBRO	23,3		140,7	108,9	31,8	-
DEZEMBRO	24,0		217,3	123,6	93,7	-
JANEIRO/77	23,8		312,4	119,7	192,6	-
FEVEREIRO	25,0		76,2	118,0	-	41,8
MARÇO	23,8		73,9	110,2	-	36,3
ABRIL	25,0		74,0	79,1	-	5,1
MAIO	23,9		6,0	61,1	-	55,1
JUNHO	21,5		27,9	57,9	-	30,0

cultura de milho obtidos em função dos diferentes sistemas de cultivo para um Latossol Vermelho Escuro-fase arenosa.

Para melhor visualização estes resultados são apresentados na Figura 2.

Aplicando-se o teste F, aos dados contidos no Quadro V, obteve-se o Quadro VI, onde apresentamos a análise de variância da produção de grãos em kg/ha.

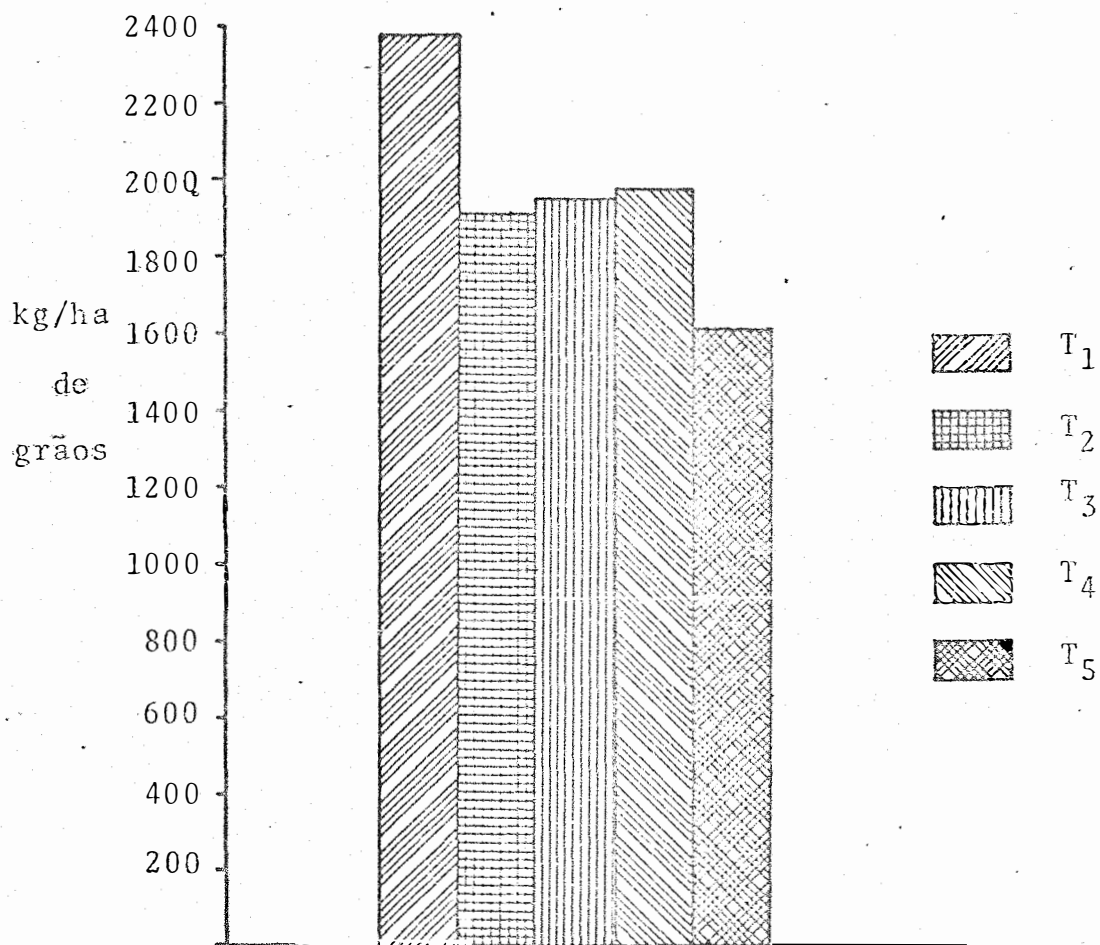


Fig. 2. Efeito dos diferentes sistemas de cultivo na produção de milho em um LEa.

Quadro V - Efeitos dos diferentes sistemas de cultivo de milho em um LEa

TRAT.	PRODUÇÃO (Kg/ha)						MÉDIA*
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
T1	2153	2648	2667	2337	2483	2098	2398a
T2	2318	1971	1640	1567	2153	1787	1906ab
T3	2502	1777	1787	1457	2483	1750	1959ab
T4	2007	1842	1805	2373	2401	1490	1986ab
T5	1465	1200	1787	1787	1823	1567	1605 b

\* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Quadro VI - Análise de variância da produção agrícola (Kg/ha) para cinco modalidades de cultivo

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
BLOCOS	5	582289,36	116457,87	1,54 NS
TRATAMENTOS	4	933473,53	233368,38	3,09 *
RESÍDUO	20	1507322,46	75366,12	

Desvio padrão = 274,53

Coefficiente de variação = 19,65%

Pelo valor encontrado para F (3,09\*) observa - se a influência dos diferentes sistemas de cultivo na produção de

grãos de milho.

De maneira a identificar os melhores tratamentos, aplicou-se o teste de Tukey a 5% às médias contidas no Quadro V obtendo-se o Quadro VII.

Quadro VII - Comparação de médias (teste de Tukey a 5%)

	T1	T4	T3	T2	T5
T1	-	411,33	438,33	491,66	792,83*
T4	-	-	27,00	80,33	381,50
T3	-	-	-	53,33	354,50
T2	-	-	-	-	301,16
T5	-	-	-	-	-

Pelo teste de Tukey a 5%, encontramos o valor para a d.m.s. ( $\Lambda$ ) de 508,30. No Quadro V a média dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 não diferem entre si, observando-se que a única diferença significativa ocorreu entre os tratamentos T1 e T5.

No Quadro VIII, apresentam-se os valores da produção da cultura de milho obtidos em função dos diferentes sistemas de cultivo para um Latossol Roxo. Para melhor interpretação, estes resultados são apresentados na Figura 3.

Aplicando-se o teste F, aos dados contidos no Quadro VIII obteve-se o Quadro IX, onde apresentamos a análise de variância da produção de grãos em kg/ha.



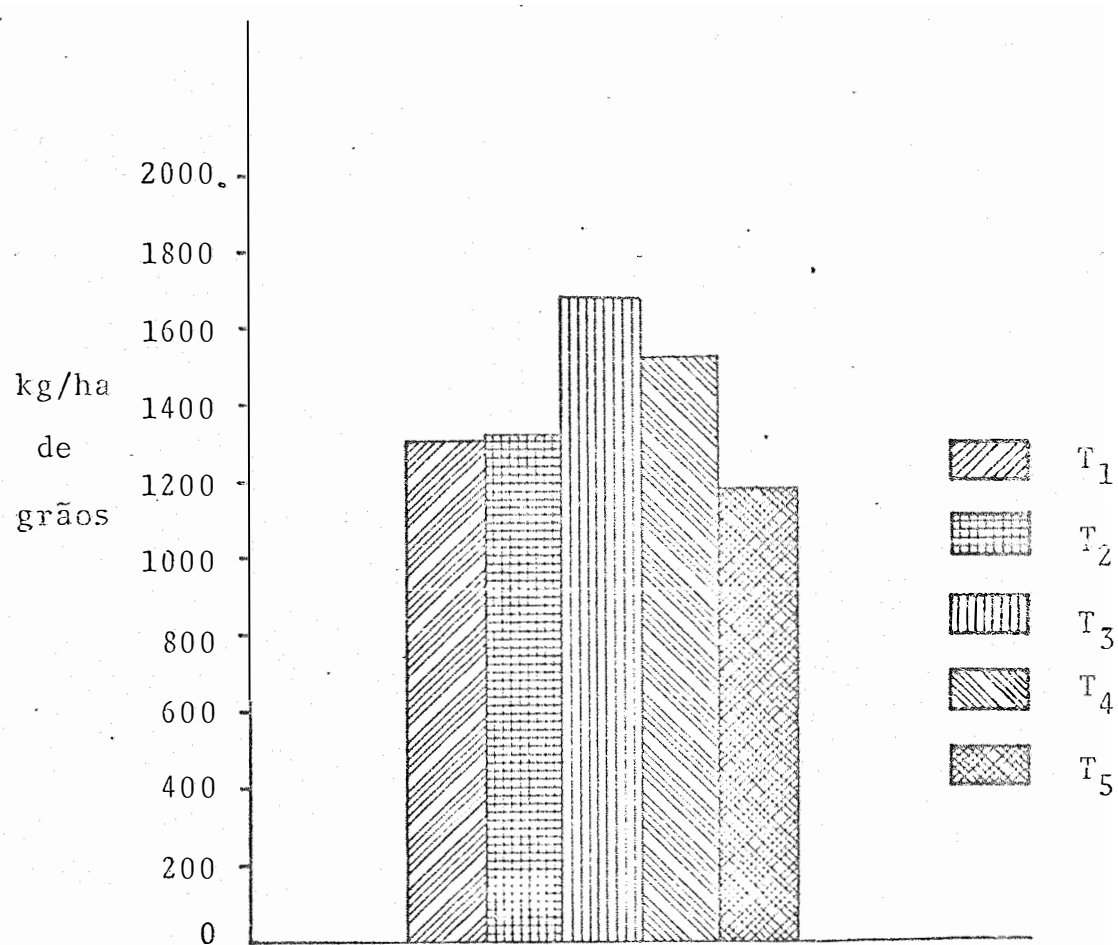


Fig. 3. Efeito dos diferentes sistemas de cultivo na produção de milho em um LR.

Quadro VIII - Efeitos dos diferentes sistemas de cultivo de milho em um LR

TRAT.	PRODUÇÃO (kg/ha)						MÉDIA*
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	
T1	1686	1191	861	1227	1255	1603	1304ab
T2	1273	1310	1310	1805	1145	916	1318ab
T3	1823	1695	1686	1622	1383	1777	1664a
T4	1383	1402	1347	2236	1420	1383	1528ab
T5	943	1603	1045	1458	1150	816	1169 b

\* As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si teste de Tukey a 5%

Quadro IX - Análise de variância da produção agrícola (kg/ha) para cinco modalidades de cultivo

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F
BLOCOS	5	845762,96	169152,59	1,95 NS
TRATAMENTOS	4	1924311,33	481077,83	5,55 *
RESÍDUO	20	1733489,86	85674,49	

Desvio padrão = 294,40

Coefficiente de variação = 14,93%

Pelo valor encontrado para F (5,55\*), observa-se a influência dos diferentes sistemas de cultivo na produção de

grãos de milho.

De maneira a identificar os melhores tratamentos aplicou-se o teste de Tukey a 5% às médias contidas no Quadro - VIII obtendo-se o Quadro X.

Quadro X - Comparação de médias (teste de Tukey a 5% )

	T3	T4	T2	T1	T5
T3	-	135,83	346,67	360,17	495,17*
T4	-	-	210,83	224,33	359,33
T2	-	-	-	13,50	148,50
T1	-	-	-	-	135,00
T5	-	-	-	-	-

Pelo teste de Tukey a 5% encontrou-se o valor para a d.m.s. ( $\Delta$ ) de 473,98.

No Quadro VIII as médias dos tratamentos T1, T2, T3 e T4 não diferem entre si, observando-se que a única diferença significativa ocorreu entre os tratamentos T3 e T5.

### 5.3.- Características físicas do LEa

Nos Quadros XI e XII apresentam-se as características físicas no perfil do Latossol Vermelho Escuro - fase arenosa, para cinco modalidades de cultivo de milho (*Zea mays* L.).

Devido ao fato dos sistemas de cultivo modificarem a estrutura do solo, ocasionando mudanças no arranjo das partículas primárias, secundárias e vazios associados, que

Quadro XI. Variação de características físicas no perfil do IEa para cinco modalidades de cultivo do milho. (*Zea mays* L.)

PER FIL	HORIZ. (cm)	PROF. MÉDIA	$\rho_a$ (g cm <sup>-3</sup> )		$\rho_s$ (g cm <sup>-3</sup> )		$\alpha_a$ %		$\alpha_c$ %		$S_{1/3}$ %		$\theta_{1/3}$ %		D/Do		S/O	
			I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
P1	Ap	5,0	1,54	1,50	2,52	2,52	41,3	44,0	38,9	40,0	16,6	18,4	24,7	25,6	0,11	0,12	0,67	0,72
	B21	15,0	1,60	1,45	2,50	2,50	40,7	46,2	36,0	42,0	45,7	17,2	25,0	0,10	0,12	0,63	0,59	
	B21	30,0	1,42	1,48	2,50	2,50	43,2	38,6	43,2	41,0	19,0	18,1	25,3	20,5	0,12	0,12	0,75	0,88
	B22	45,0	1,44	1,52	2,55	2,55	45,5	38,0	43,5	40,0	19,9	18,1	25,6	19,9	0,13	0,12	0,78	0,91
P2	B22	60,0	1,34	1,45	2,57	2,57	45,7	36,5	47,8	43,0	24,1	21,1	22,6	15,4	0,16	0,14	1,06	1,37
	Ap	5,0	1,41	1,54	2,53	2,53	41,5	45,3	44,3	39,1	20,3	24,1	21,2	21,2	0,13	0,16	0,96	1,14
	B21	15,0	1,31	1,45	2,62	2,62	47,5	50,0	50,0	44,6	23,0	23,2	23,7	26,8	0,16	0,15	1,00	0,86
	B21	30,0	1,35	1,42	2,58	2,58	50,9	51,3	47,7	45,0	24,9	24,1	26,0	27,2	0,17	0,16	0,95	0,87
P3	B22	45,0	1,44	1,51	2,61	2,61	44,6	45,2	44,8	43,8	19,9	18,1	24,7	27,1	0,13	0,12	0,80	0,67
	B22	60,0	1,38	1,50	2,55	2,55	43,4	49,2	45,8	41,2	20,2	22,6	24,2	26,6	0,13	0,14	0,83	0,85
	Ap	5,0	1,51	1,52	2,60	2,60	43,8	43,4	41,9	41,5	17,6	22,0	26,2	21,4	0,12	0,14	0,67	1,02
	B21	15,0	1,50	1,51	2,57	2,57	43,4	38,9	41,5	41,2	13,8	18,0	26,6	20,9	0,09	0,12	0,52	0,56
P4	B21	30,0	1,45	1,52	2,62	2,62	43,0	37,8	44,6	42,0	20,2	19,6	24,8	18,2	0,13	0,13	0,81	1,08
	B22	45,0	1,28	1,33	2,64	2,64	47,6	37,4	51,5	47,3	22,6	23,5	25,0	13,9	0,15	0,15	0,90	1,69
	B22	60,0	1,19	1,35	2,60	2,60	42,5	41,1	54,6	46,1	21,1	20,5	21,4	20,6	0,14	0,13	0,98	0,99
	Ap	5,0	1,44	1,54	2,48	2,48	44,7	42,0	41,9	38,0	29,5	21,1	15,2	20,9	0,20	0,14	1,94	1,01
P5	B21	15,0	1,72	1,58	2,51	2,51	43,0	44,7	31,4	37,0	18,1	26,5	25,7	18,2	0,12	0,17	0,70	1,46
	B21	30,0	1,34	1,48	2,53	2,53	40,5	42,2	47,0	41,5	26,5	21,4	23,0	20,8	0,17	0,14	1,15	1,03
	B22	45,0	1,37	1,45	2,53	2,53	43,3	50,0	45,8	42,7	24,4	19,6	23,9	30,4	0,16	0,16	1,02	0,64
	B22	60,0	1,30	1,45	2,52	2,52	43,9	50,0	48,4	42,4	26,5	20,5	22,4	29,5	0,17	0,13	1,18	0,69
P5	Ap	5,0	1,51	1,53	2,54	2,54	41,6	40,1	40,5	39,8	18,2	21,7	23,4	18,4	0,12	0,14	0,78	1,18
	B21	15,0	1,49	1,50	2,56	2,56	40,1	43,4	41,8	41,4	20,5	22,3	23,5	21,1	0,13	0,15	0,87	1,06
	B21	30,0	1,35	1,47	2,59	2,59	41,7	44,7	47,9	43,2	19,3	22,4	22,4	22,7	0,12	0,14	0,86	0,97
	B22	45,0	1,33	1,43	2,64	2,64	44,4	52,0	49,6	45,8	27,2	19,6	22,2	32,4	0,18	0,13	1,22	0,60
B22	60,0	1,32	1,42	2,63	2,63	51,6	53,4	49,8	46,0	29,8	21,1	21,8	32,3	0,20	0,14	1,37	0,65	

QUADRO XII - Variação de características físicas no perfil do LEa para cinco modalidades de cultivo do milho (*Zea mays* L.).

PER FIL	HORIZ.	PROF. MÉDIA (Cm)	K cm/h		K = $\mu^2$		Cc cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>		PHP cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>		AD cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>		h. mm. H <sub>2</sub> O		CAO mm.		h/Eh	
			I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
P1	Ap	5,0	1,97	4,83	0,50	1,21	0,24	0,26	0,13	0,14	0,11	0,11	5,50	6,00	5,50	6,00	0,11	0,12
	B21	15,0	3,82	4,26	0,97	1,08	0,25	0,39	0,14	0,13	0,11	0,28	13,75	35,00	19,25	41,00	0,19	0,41
	B22	30,0	19,56	18,96	4,93	4,79	0,25	0,20	0,13	0,12	0,12	0,08	18,00	12,00	37,25	53,00	0,25	0,35
	B22	45,0	10,14	17,72	2,55	4,46	0,25	0,20	0,15	0,14	0,10	0,10	15,00	15,00	52,25	68,00	0,35	0,45
P2	B22	60,0	24,60	17,84	6,20	4,49	0,23	0,15	0,15	0,14	0,08	0,17	12,00	10,50	64,25	78,50	0,43	0,52
	Ap	5,0	13,54	13,25	3,41	3,32	0,21	0,21	0,14	0,13	0,07	0,08	3,50	4,00	3,50	4,00	0,07	0,08
	B21	15,0	24,00	17,25	6,07	4,35	0,23	0,27	0,14	0,13	0,09	0,14	11,25	17,50	14,75	21,50	0,15	0,21
	B22	30,0	3,48	10,06	8,78	2,55	0,45	0,27	0,18	0,13	0,27	0,14	40,50	21,00	55,25	42,50	0,37	0,28
P3	B22	45,0	12,66	13,00	3,18	3,27	0,24	0,27	0,14	0,14	0,10	0,13	15,00	19,50	70,25	62,00	0,47	0,41
	B22	60,0	9,36	9,89	2,35	3,67	0,24	0,27	0,15	0,15	0,09	0,18	13,50	27,00	83,75	89,00	0,56	0,59
	Ap	5,0	32,94	7,19	8,31	1,80	0,26	0,19	0,13	0,14	0,13	0,05	6,50	2,50	6,50	2,50	0,13	0,05
	B21	15,0	29,22	6,60	7,37	1,66	0,30	0,23	0,13	0,14	0,17	0,09	21,25	11,25	27,75	13,75	0,28	0,14
P4	B21	30,0	6,54	5,18	1,63	1,30	0,25	0,22	0,14	0,13	0,11	0,09	16,50	13,50	44,25	27,25	0,29	0,18
	B22	45,0	14,88	8,58	3,74	2,16	0,25	0,24	0,15	0,14	0,10	0,10	15,00	15,00	59,25	42,25	0,39	0,28
	B22	60,0	7,98	8,37	2,62	2,10	0,21	0,28	0,14	0,13	0,07	0,15	10,50	22,50	69,75	64,75	0,46	0,43
	Ap	5,0	6,54	7,28	1,63	1,82	0,15	0,17	0,12	0,13	0,03	0,04	1,50	2,00	1,50	2,00	0,03	0,04
P5	B21	15,0	0,84	4,88	0,22	1,22	0,26	0,11	0,15	0,10	0,11	0,01	13,75	1,25	15,25	3,25	0,15	0,03
	B21	30,0	10,19	9,85	2,58	2,44	0,23	0,20	0,15	0,14	0,08	0,06	12,00	9,00	27,25	12,25	0,18	0,08
	B22	45,0	8,23	8,73	2,07	2,19	0,24	0,23	0,14	0,14	0,10	0,13	15,00	19,50	42,25	31,75	0,28	0,21
	B22	60,0	17,73	9,12	4,46	2,30	0,23	0,22	0,14	0,13	0,09	0,11	13,50	16,50	55,75	48,25	0,37	0,32
P5	Ap	5,0	17,73	22,96	4,46	5,79	0,24	0,18	0,13	0,13	0,11	0,05	5,5	2,5	5,50	2,50	0,11	0,05
	B21	15,0	23,43	24,44	5,90	6,15	0,24	0,18	0,14	0,14	0,10	0,04	12,50	5,00	18,00	7,50	0,18	0,07
	B21	30,0	28,87	25,60	7,28	6,45	0,23	0,21	0,14	0,14	0,09	0,07	13,50	10,50	31,50	18,00	0,20	0,12
	B22	45,0	66,66	39,77	16,81	10,02	0,22	0,26	0,15	0,15	0,07	0,11	10,50	16,50	42,00	34,50	0,28	0,23
B22	60,0	17,08	28,91	4,29	7,28	0,22	0,25	0,18	0,15	0,04	0,10	6,00	15,00	48,00	49,50	0,32	0,32	

alteram a geometria do sistema poroso, procuramos discutir as características físicas que mais se alteram, servindo de índice para estas modificações (BLAKE, 1965; OLIVEIRA, et alii, 1968 e CORSINI, 1974).

#### 5.3.1.- Densidade (massa específica) aparente

Para podermos avaliar as modificações estruturais através da variação desta característica, no perfil e nos diferentes tratamentos, determinamos estes valores em amostras coletadas antes do preparo do solo (I) e amostras coletadas após a colheita (F).

De maneira a facilitar a interpretação, esses resultados foram colocados nas figuras de números 4 e 8.

Para o tratamento aração e gradagem, figura 4, observa-se que para profundidade de 0 a 22 cm ocorreu uma diminuição nestes valores, diminuindo o adensamento desta camada. Para a profundidade de 30 a 60 cm ocorreu o inverso.

Para o tratamento subsolagem, aração e gradagem, figura 5, houve, em todo perfil, um aumento na densidade aparente indicando um adensamento. Este fato pode ter sido o responsável pela menor produção deste tratamento.

Esta mesma condição anterior ocorreu para os tratamentos que envolvem: duas arações e gradagem e subsolagem, duas arações e gradagem, o que pode ser observado nas Figuras 6 e 7 respectivamente.

Para o tratamento que envolve o cultivo mínimo Fi

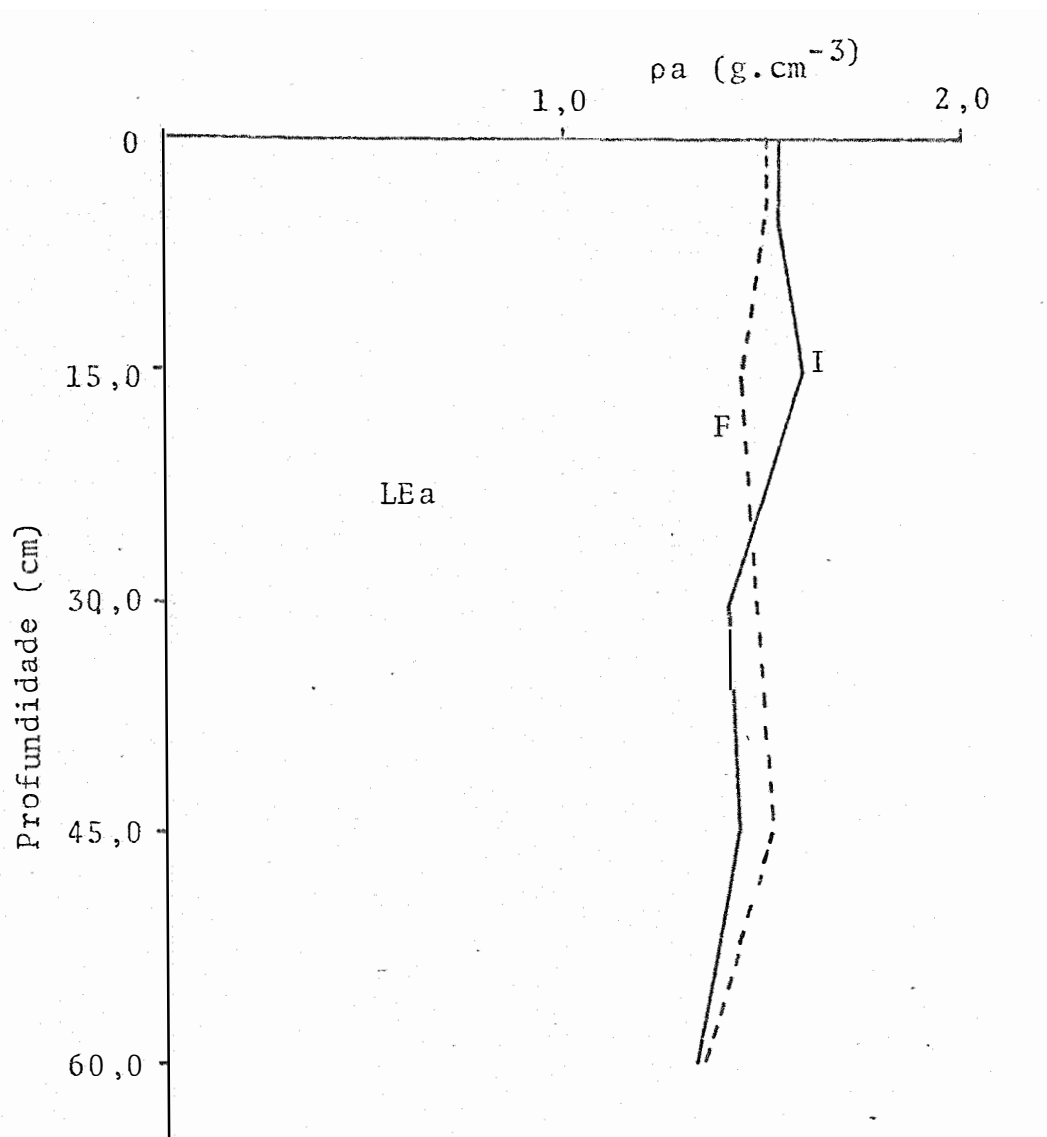


Fig. 4. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade. (a ração e gradagem -  $T_1$ ).

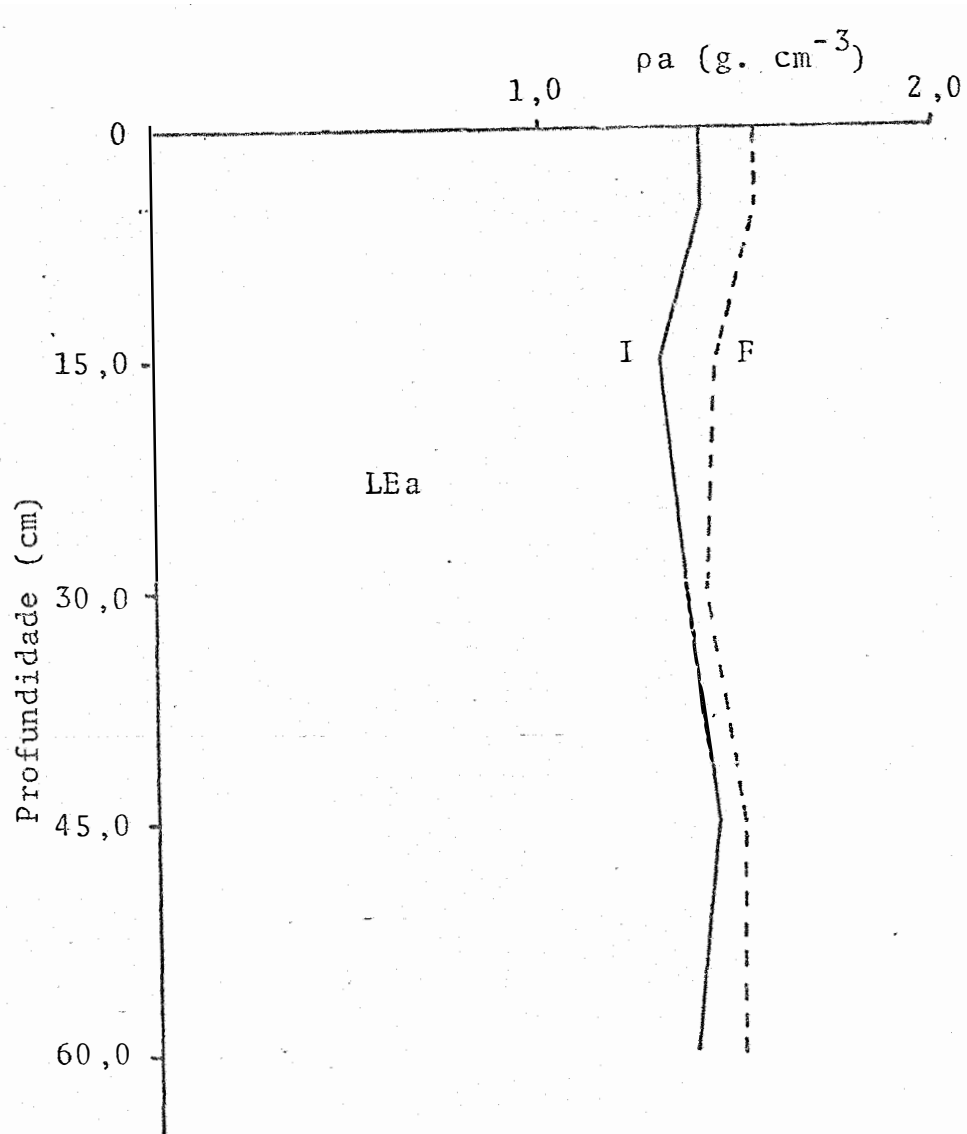


Fig. 5. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade (subsolação, aração e gradagem -  $T_2$ )



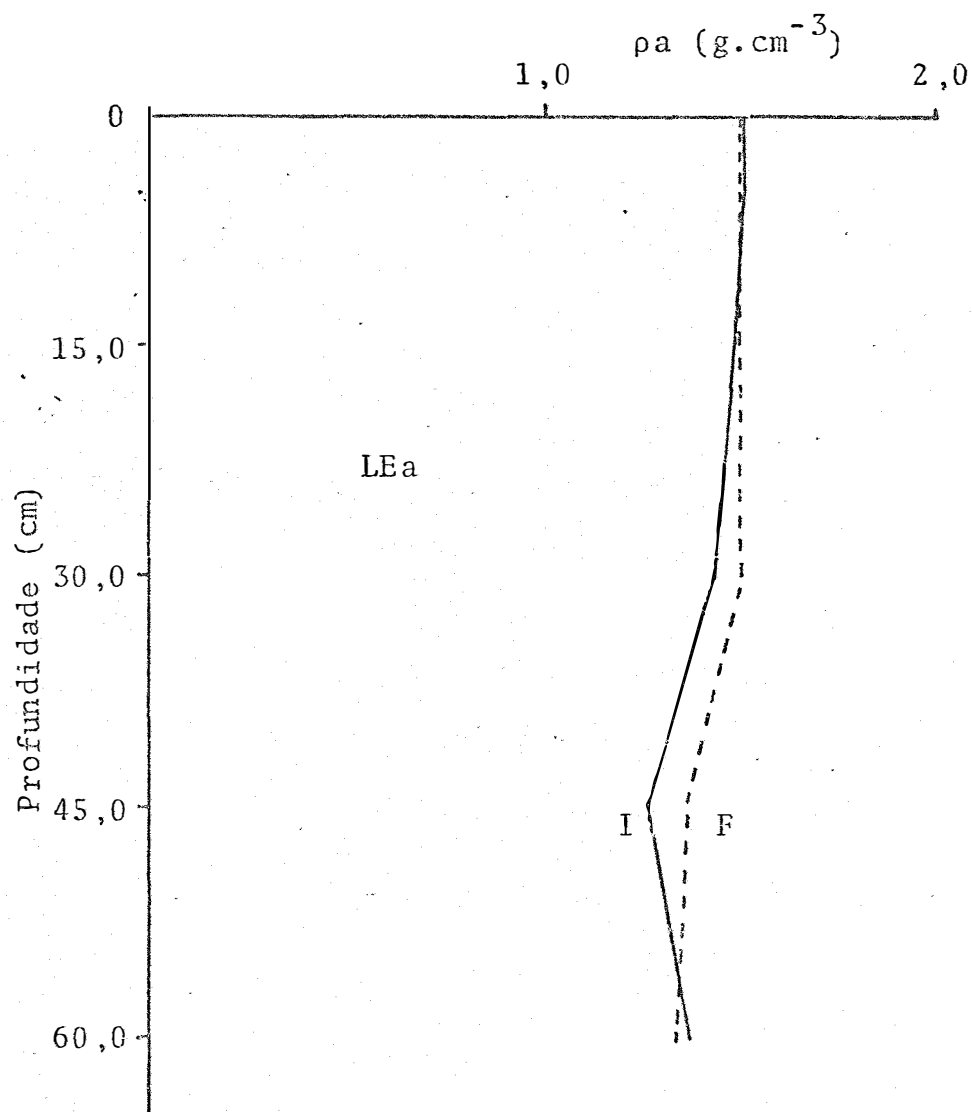


Fig. 6. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade (duas arações e gradagem - T<sub>3</sub>)

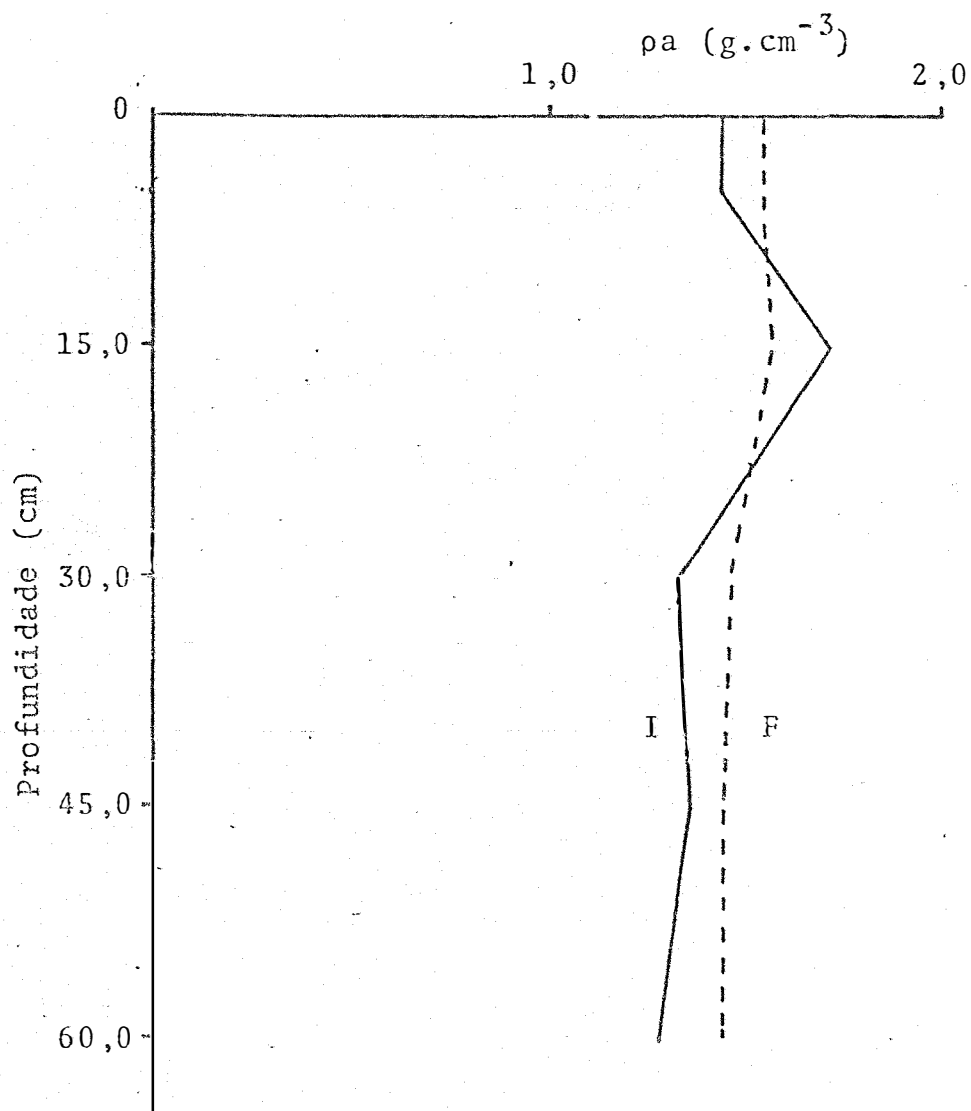


Fig. 7. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade (subsolação, duas arações e gradagem -  $T_4$ ).

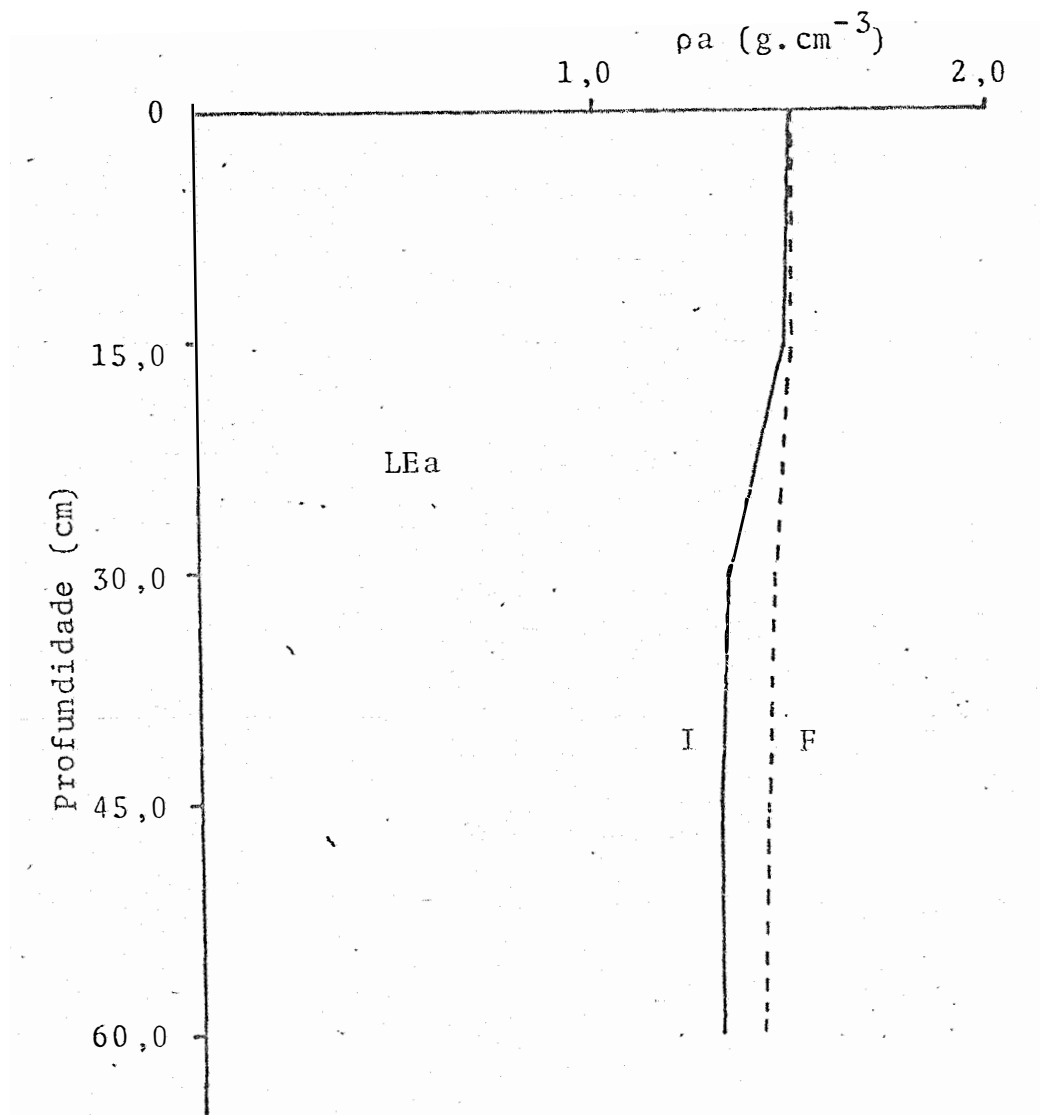


Fig. 8. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade (Cultivo mínimo - T<sub>5</sub>).

gura 8, observa-se que, até a profundidade de 30 cm, não houve variações nestes valores e que a partir desta profundidade, houve um aumento, indicando um pequeno adensamento.

De maneira geral, para o Latossol Vermelho Escuro fase arenosa observa-se que a diminuição dos valores da densidade aparente e conseqüente aumento na macroporosidade, nas camadas superiores deve ter sido o fator responsável pela maior produção do tratamento T1. Pode-se ainda verificar que quanto mais se cultiva o solo, tratamentos T2, T3 e T4 promove-se um adensamento que parece ser o responsável pela menor produção.

Quanto ao tratamento T5 que apresentou a menor produção parece estar relacionada ao processo germinativo que ocorreu sob condições de adensamento.

### 5.3.2.- Características da porosidade e umidade

De maneira a verificar as possíveis modificações estruturais, discutiremos a seguir algumas características físicas. Procuraremos apresentá-las na ordem preconizada por COR SINI (1974), conforme representam as modificações estruturais neste solo.

Os resultados das características analisadas no perfil LEa, nos diferentes tratamentos são apresentadas no Quadro XI. Para facilidade de interpretação, esses resultados são apresentados graficamente através das figuras de números 9 a 18, correspondendo o número ímpar à condição inicial (I) e o

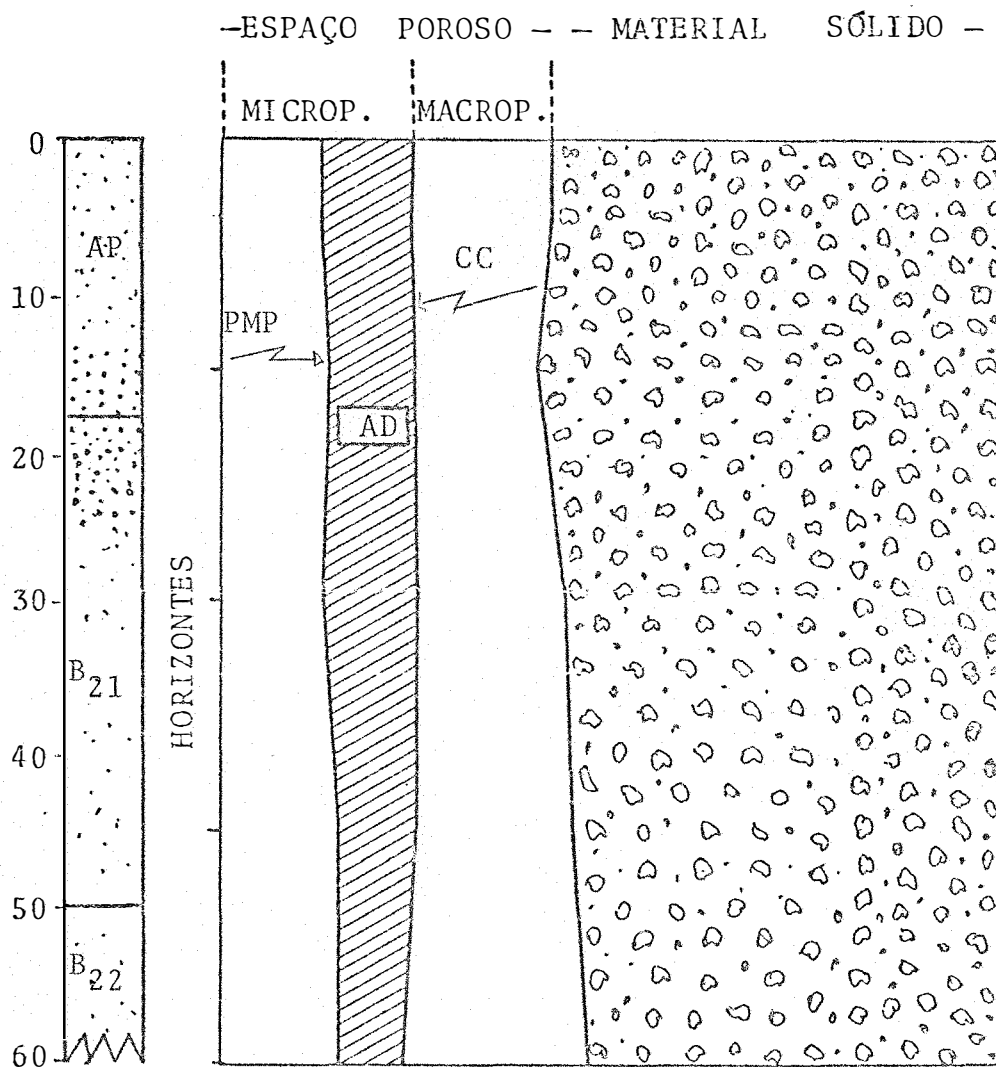


Fig. 9. Características físicas do perfil P<sub>1</sub> para a modalidade de cultivo, aração e gradagem em um LEa. (I)

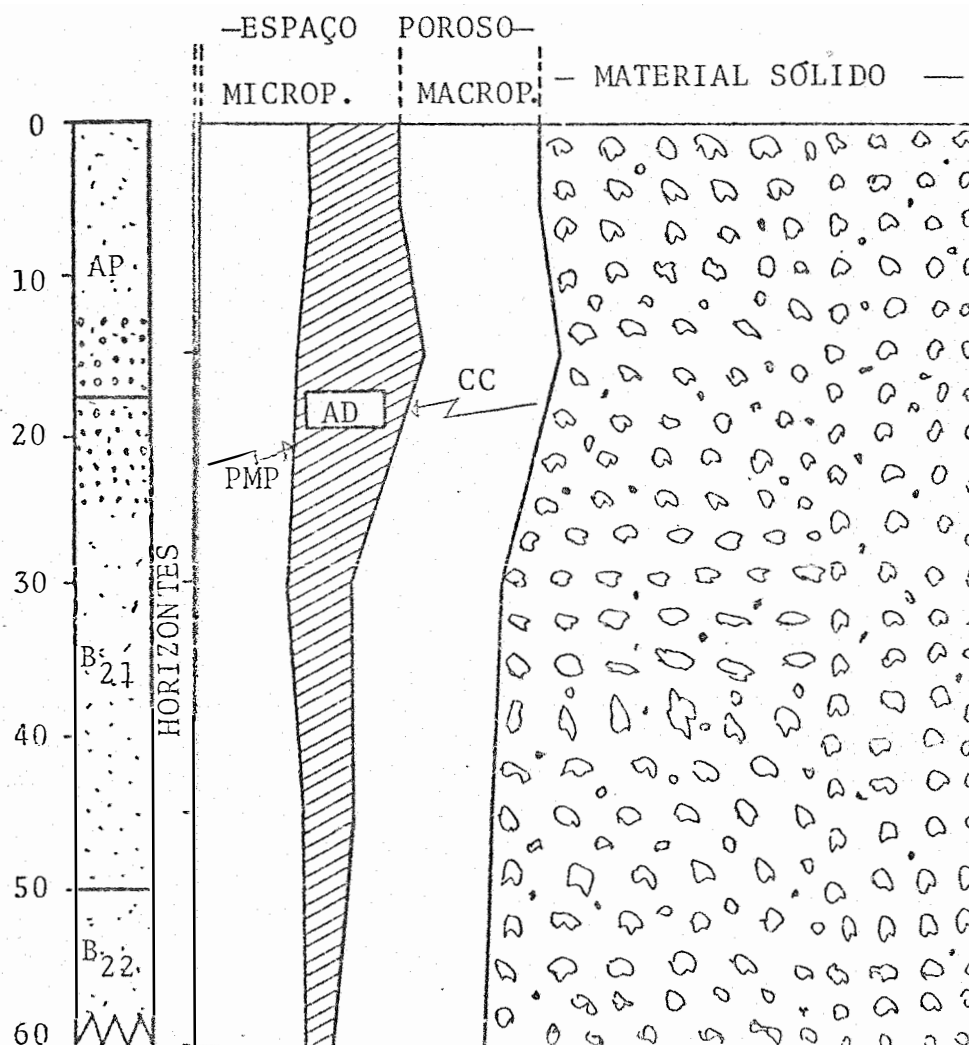


Fig 10. Características físicas do perfil P<sub>1</sub> para modalidade de cultivo, aração e gradagem em um LEa (F)

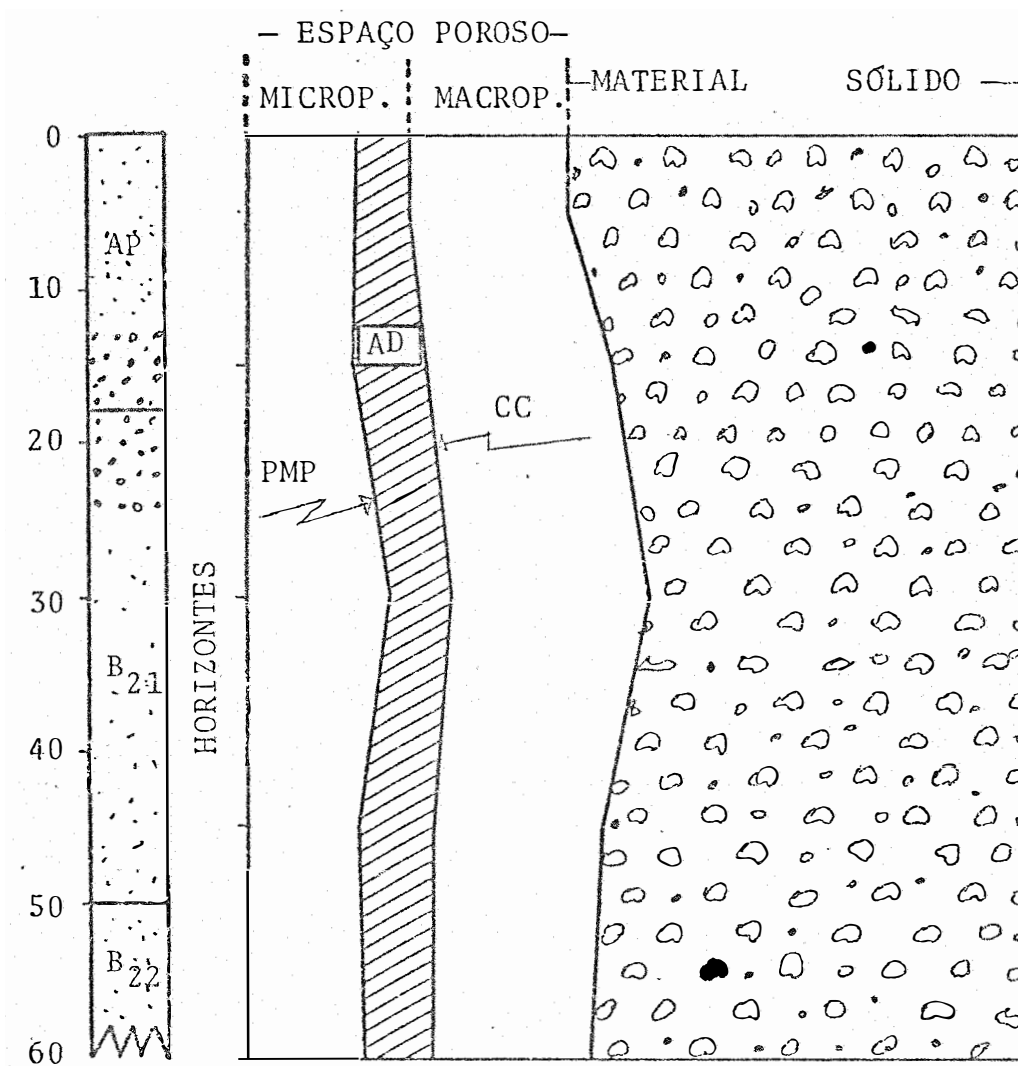


Fig. 11. Características físicas do perfil P<sub>2</sub> para modalidade de cultivo, subsolagem, aração e gradagem em um LEa. (I)

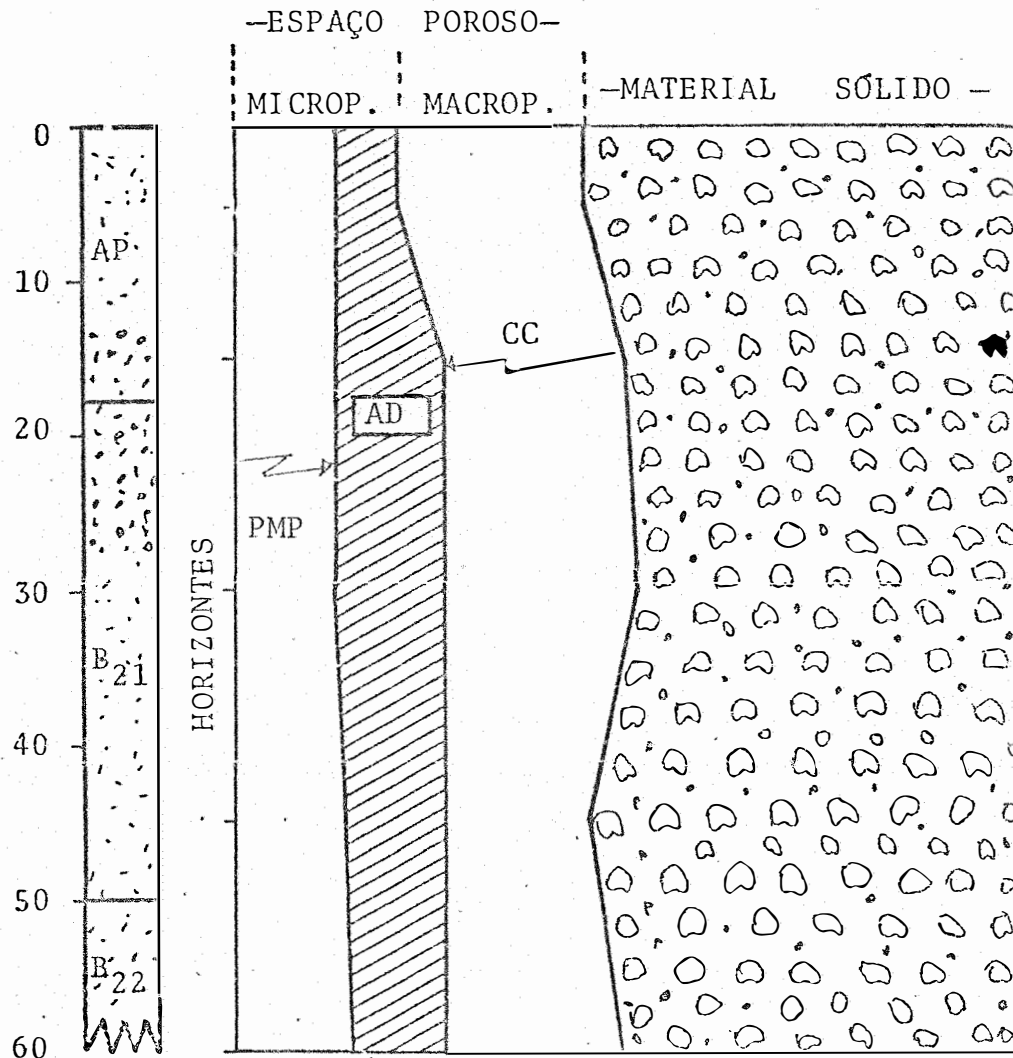


Fig. 12. Características físicas do perfil P<sub>2</sub> para modalidade de cultivo, subsolagem, aração e gradagem em um LEa (F)



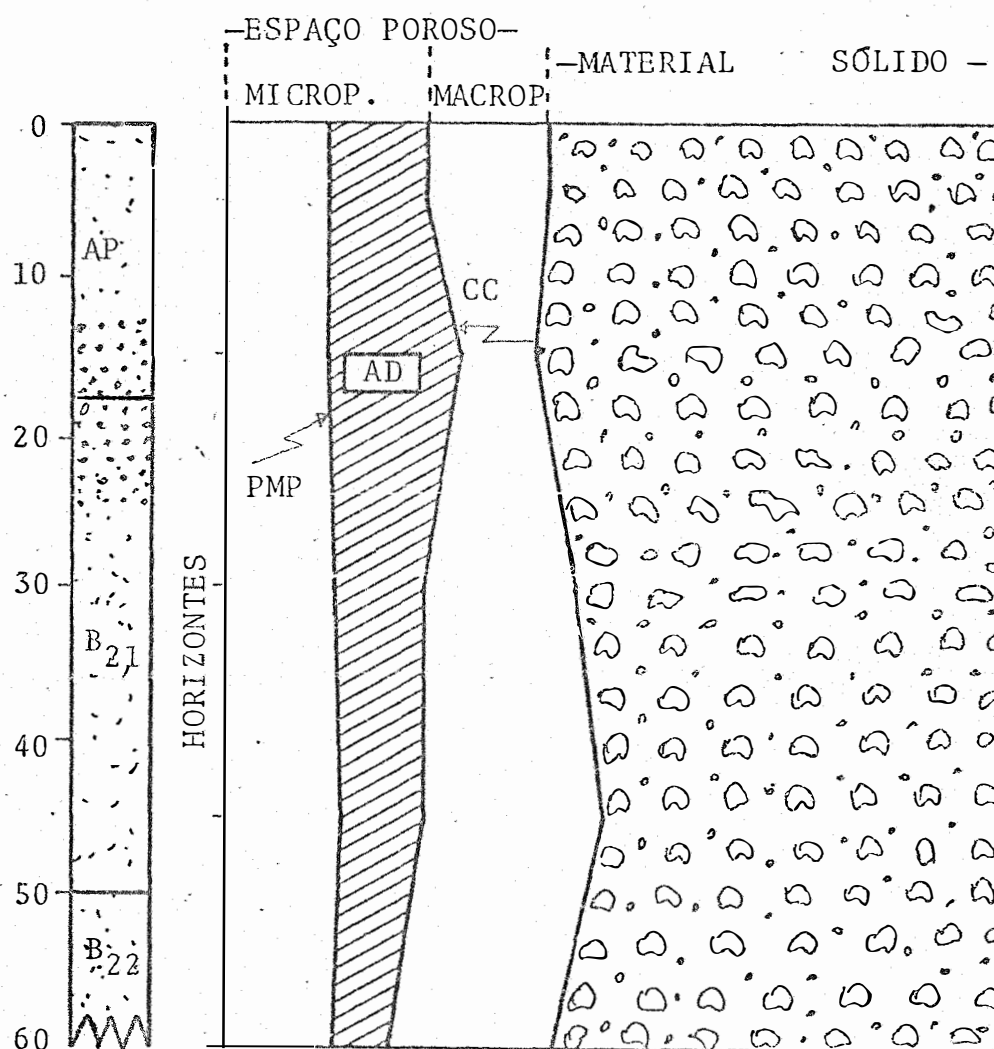


Fig. 13. Características físicas do perfil P<sub>3</sub> para modalidade de cultivo, duas arações e gradagem em um LEa (I)

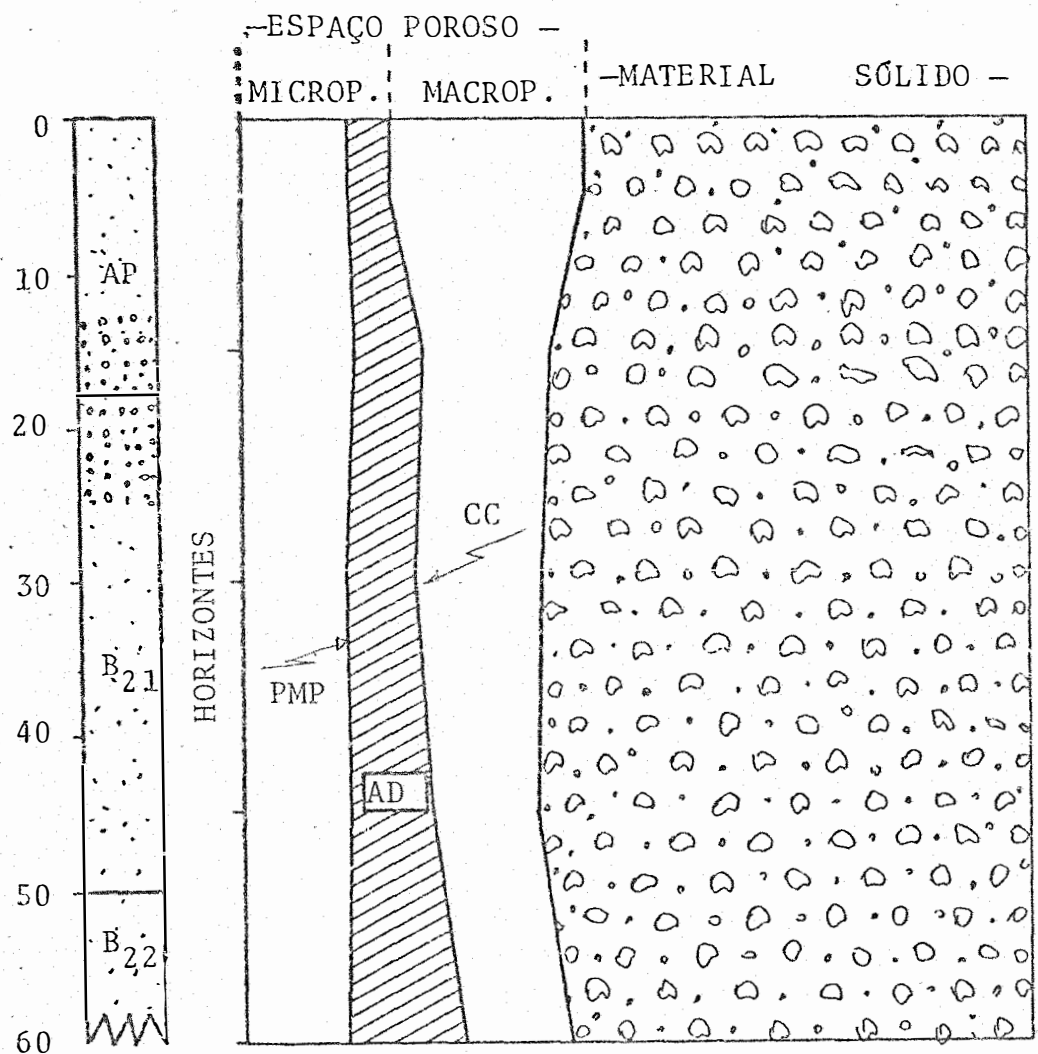


Fig. 14. Características físicas do perfil P<sub>3</sub> para modalidade de cultivo; duas arações e gradagem em um LEa (F)

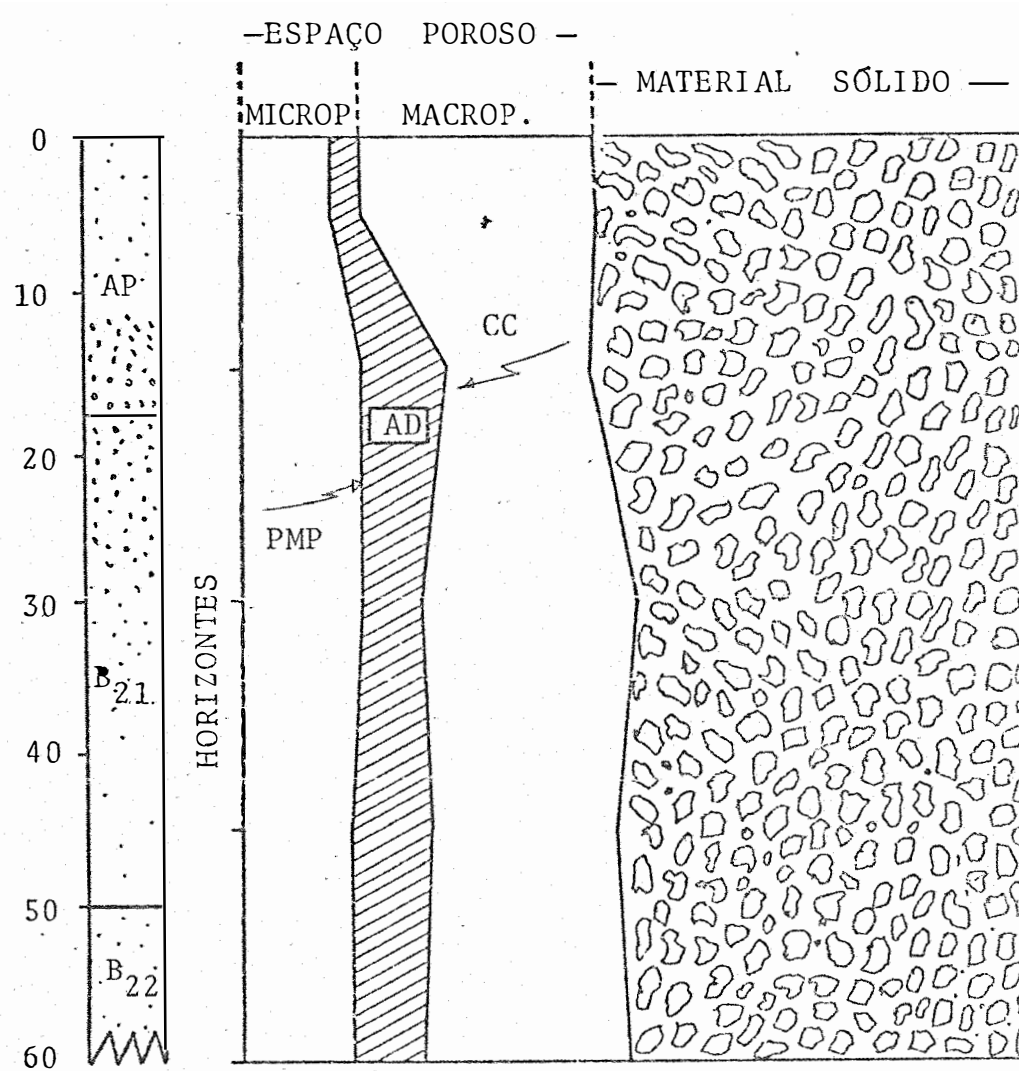


Fig. 15. Características físicas do perfil P<sub>4</sub> para modalidade de cultivo; subsolagem, duas arações e gradagem em um LEa (I)

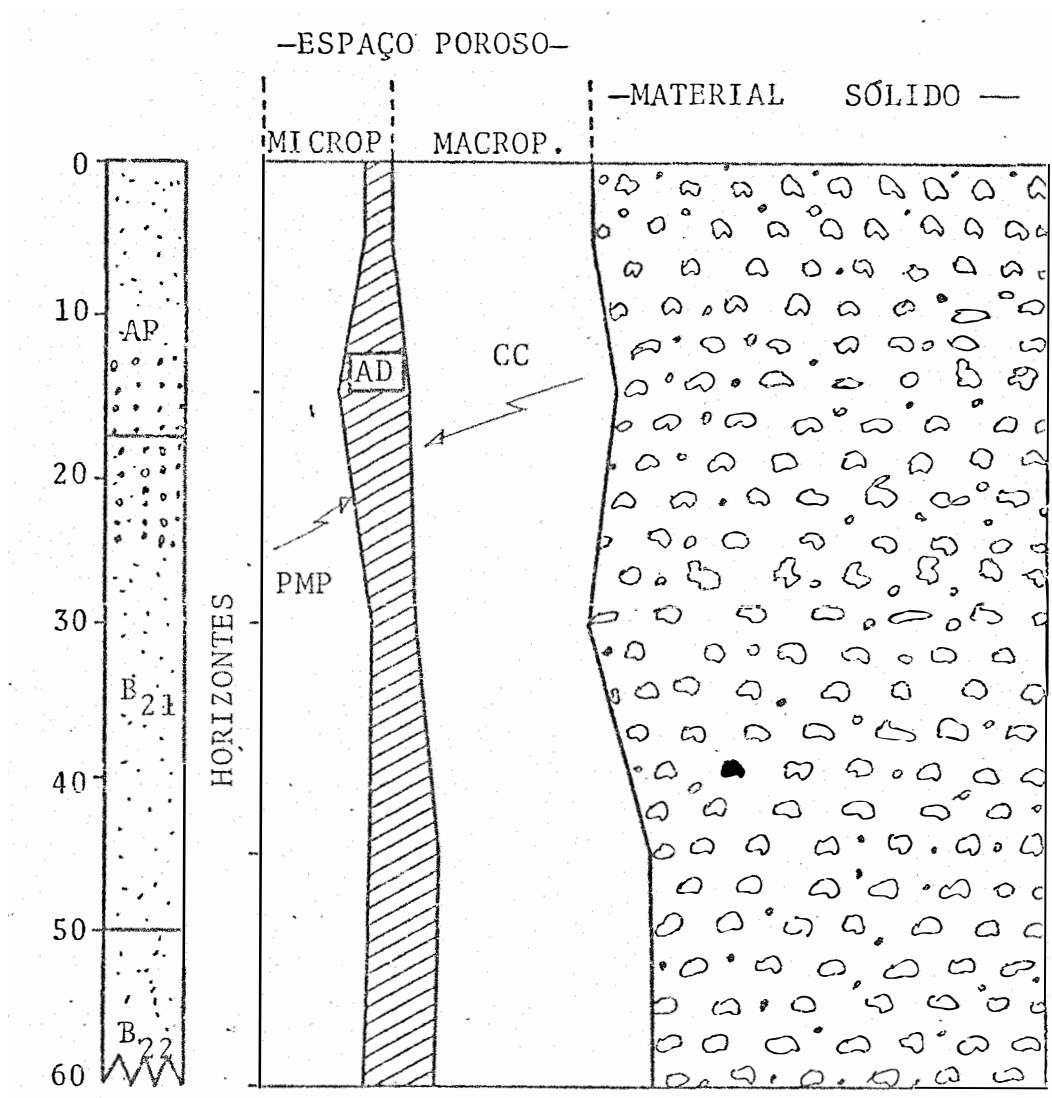


Fig. 16. Características físicas do perfil P<sub>4</sub>' para modalidade de cultivo; subsolagem, duas arações e gradagem em um LEa (F)

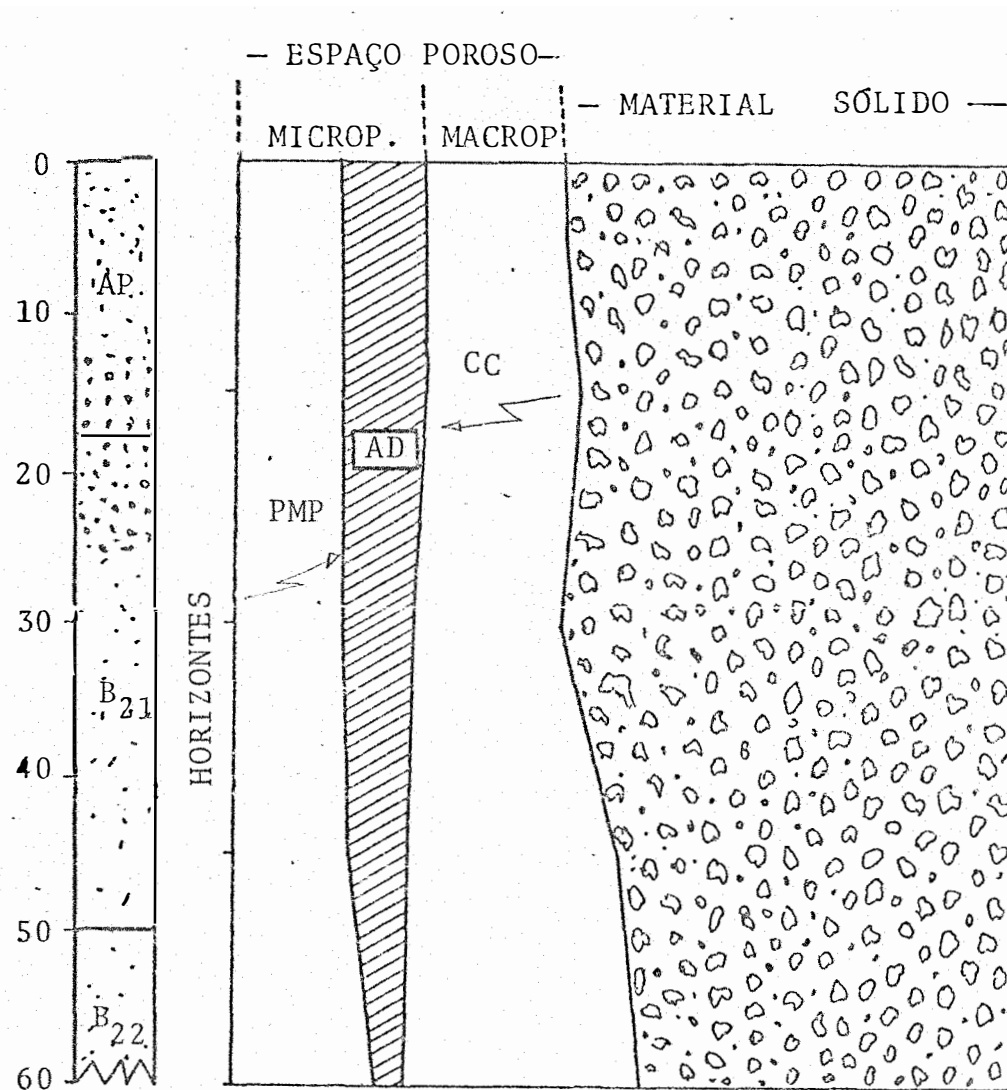


Fig. 17. Características físicas do perfil P<sub>5</sub> para modalidade de cultivo: Cultivo mínimo em LEa (I)

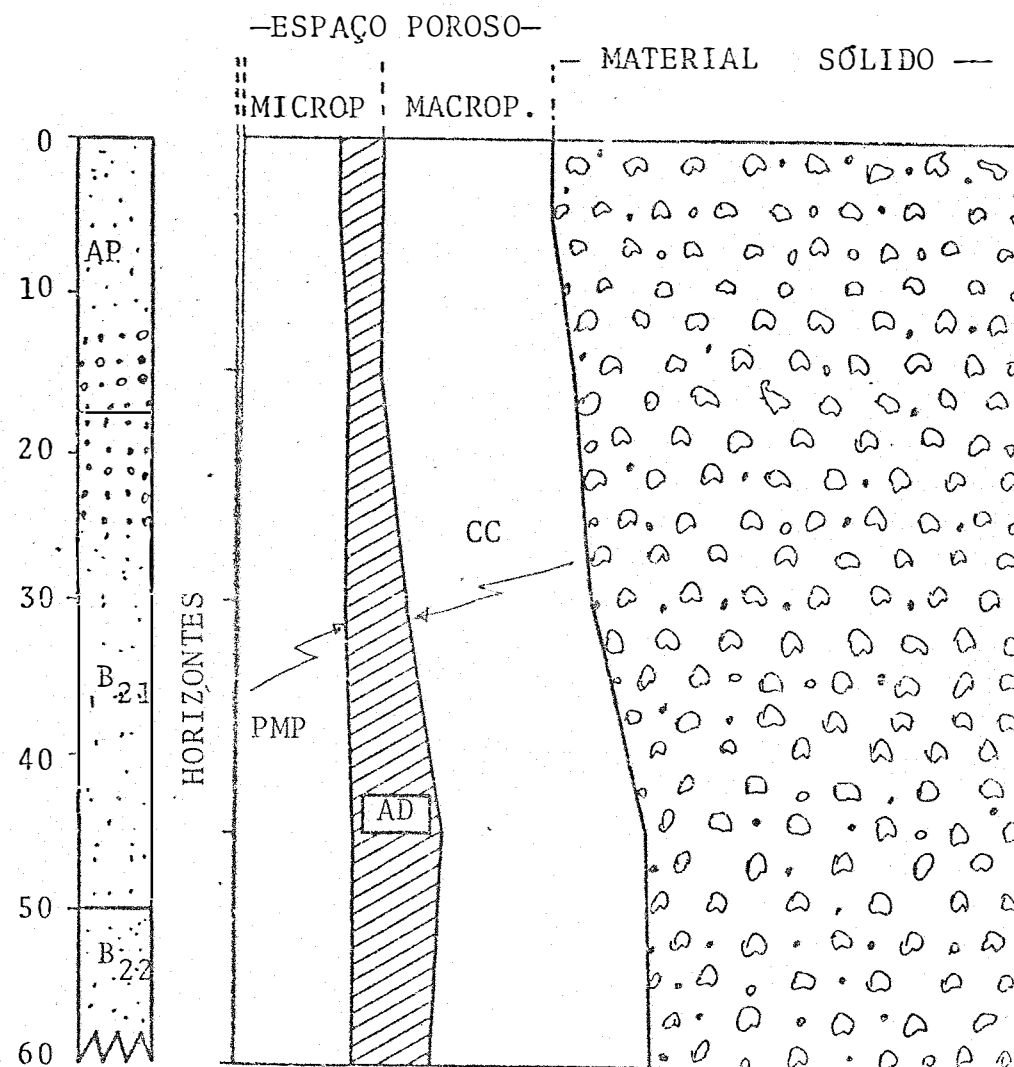


Fig. 18. Características físicas do perfil P<sub>5</sub>' para a modalidade de cultivo: Cultivo mínimo em um LEa (F)

número par a condição final (F).

Analisando os resultados obtidos para a modalidade de cultivo aração e gradagem, verificamos que os valores da porosidade total aumentaram nas camadas superficiais, tendo ocorrido o inverso nas camadas mais profundas. Esta variação de porosidade total ocorreu devido a variação semelhante da macro porosidade.

Estas variações e conseqüente influência sobre o aumento da produção podem ser inferidas através do aumento da relação ar/água nas camadas superiores e conseqüentemente aumento na difusividade do ar no solo.

De uma maneira geral, analisamos as tendências de variações da densidade aparente ( $\rho_a$ ) nas camadas do perfil, influenciadas pelos diferentes sistemas de cultivo. Utilizamos o termo tendência de variações tendo em vista as seguintes condições:

A análise estatística realizada sobre as médias dos valores da densidade aparente ( $\rho_a$ ) nas diferentes camadas antes da instalação do experimento e na variação desta característica do solo nos diferentes tratamentos, não apresentam variabilidade e devido a suposição de que em período maior esta variabilidade possa ser significativa.

Procuraremos discutir a variação das características relacionadas ao armazenamento de água no solo.

A análise estatística realizada sobre a média dos valores de <sup>A</sup>CAD nas diferentes camadas antes da instalação do experimento apresentou uma variabilidade entre os tratamentos,

T5 e T4 com o tratamento T2, indicando a heterogeneidade desta característica na área experimental.

A análise estatística realizada sobre as médias da diferença entre os valores de CAD inicial e após a colheita apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos T3, T4 e T5 com o tratamento T1.

Pode-se observar através do Quadro XII que os valores de CAD diminuíram em todo o perfil nos tratamentos T3, T4 e T5, ocorrendo o inverso no tratamento T1.

Os valores médios de  $\frac{h}{Eh}$  no perfil dos tratamentos, antes do preparo do solo mostrou variabilidade desta característica principalmente entre os tratamentos T2 e T5; T2 e T4 T3 e T4.

A análise estatística realizada sobre as médias das diferenças entre os valores de  $h/Eh$  inicial e após a colheita, indicou uma diferença significativa entre os tratamentos T5 T4, T3, T2 com o tratamento T1.

Pela observação do Quadro XII verifica-se, que de uma maneira geral estes valores aumentaram nos tratamentos T2, T3, T4 e T5, tendo ocorrido o inverso no tratamento T1.

Os resultados das características hídricas analisadas no perfil do solo, nos diferentes tratamentos são apresentadas no Quadro XII. Reportando-nos ao trabalho de CORSINI, (1974), que considera a condutividade hidráulica como melhor característica para representar possíveis modificações estruturais, neste solo, ocasionadas pelo cultivo, apresentamos nas



Figuras de números 19 a 23, a variação da condutividade hidráulica em função da profundidade, para as cinco modalidades de cultivo e para as condições I e F.

Para facilidade de relacionamento desta variação com a produção dos diferentes tratamentos, utilizaremos dos comentários correlacionados com classes de condutividade hidráulica dos trabalhos de SMITH e BROWNING (1946) e O'NEAL(1952) .

De uma maneira geral, houve um aumento nos valores de condutividade hidráulica na camada superficial, pouca variação na camada de 15 a 45 cm, excessão feita ao tratamento , subsolagem, aração e gradagem, que apresentou pequena variação ao longo do perfil.

O tratamento aração e gradagem apresentou nas camadas superficiais e no início do experimento excelente relação de retenção de umidade e excelente permeabilidade segundo os comentários de SMITH e BROWNING (1946). Ao final do experimento, estes valores aumentaram e segundo esses autores, estes valores estavam associados a condição de pouca retenção de umidade. Devido a grande quantidade de chuva no período, estas condições associadas permitiram a maior produção deste tratamento. Esta condição se repete para o tratamento T4 .

Para os tratamentos T3 e T2 os valores da condutividade hidráulica estão associados com retenção de umidades baixas, valores estes que se acentuam no tratamento T5, explicando de maneira indireta a baixa produção obtida.

Embora estas diferenças encontradas nestes valores estejam dentro das variações normais de campo, pois a aná

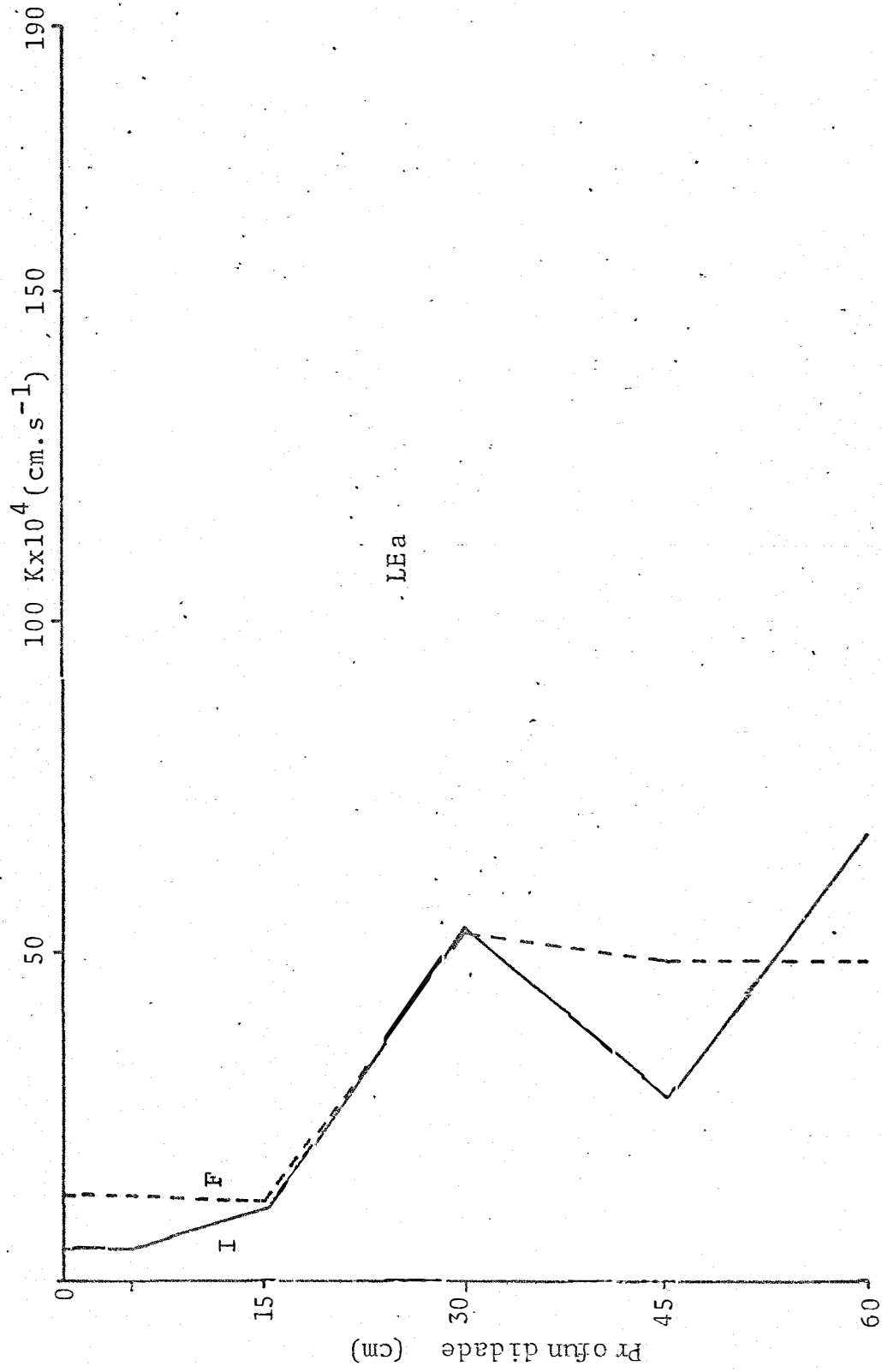


Fig. 19. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (aração e gradagem - T<sub>1</sub>)

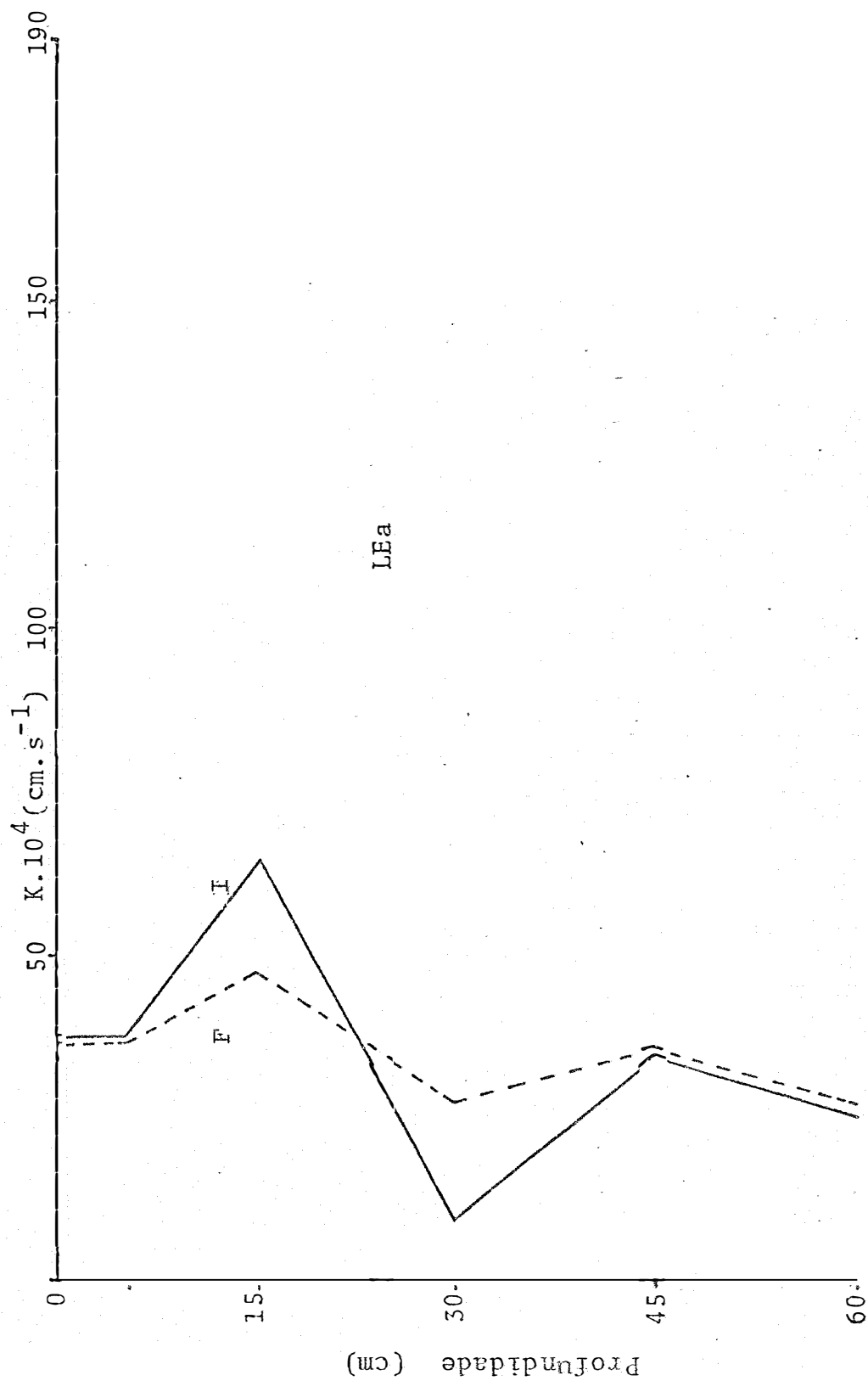


Fig. 20. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (subsolação, aração e gradagem - T<sub>2</sub>)

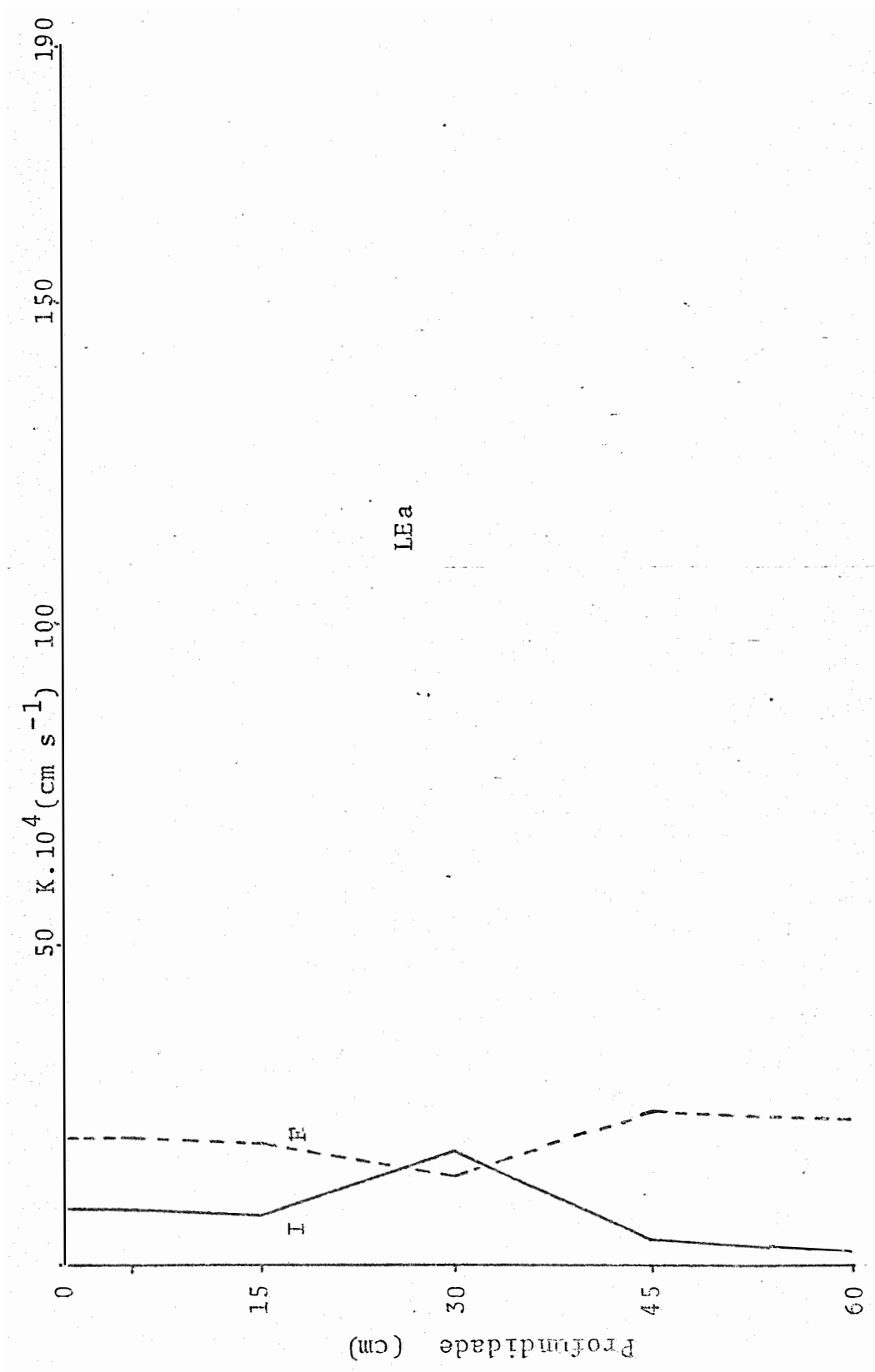


Fig. 21. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (duas arações e gradagem - T<sub>3</sub>)

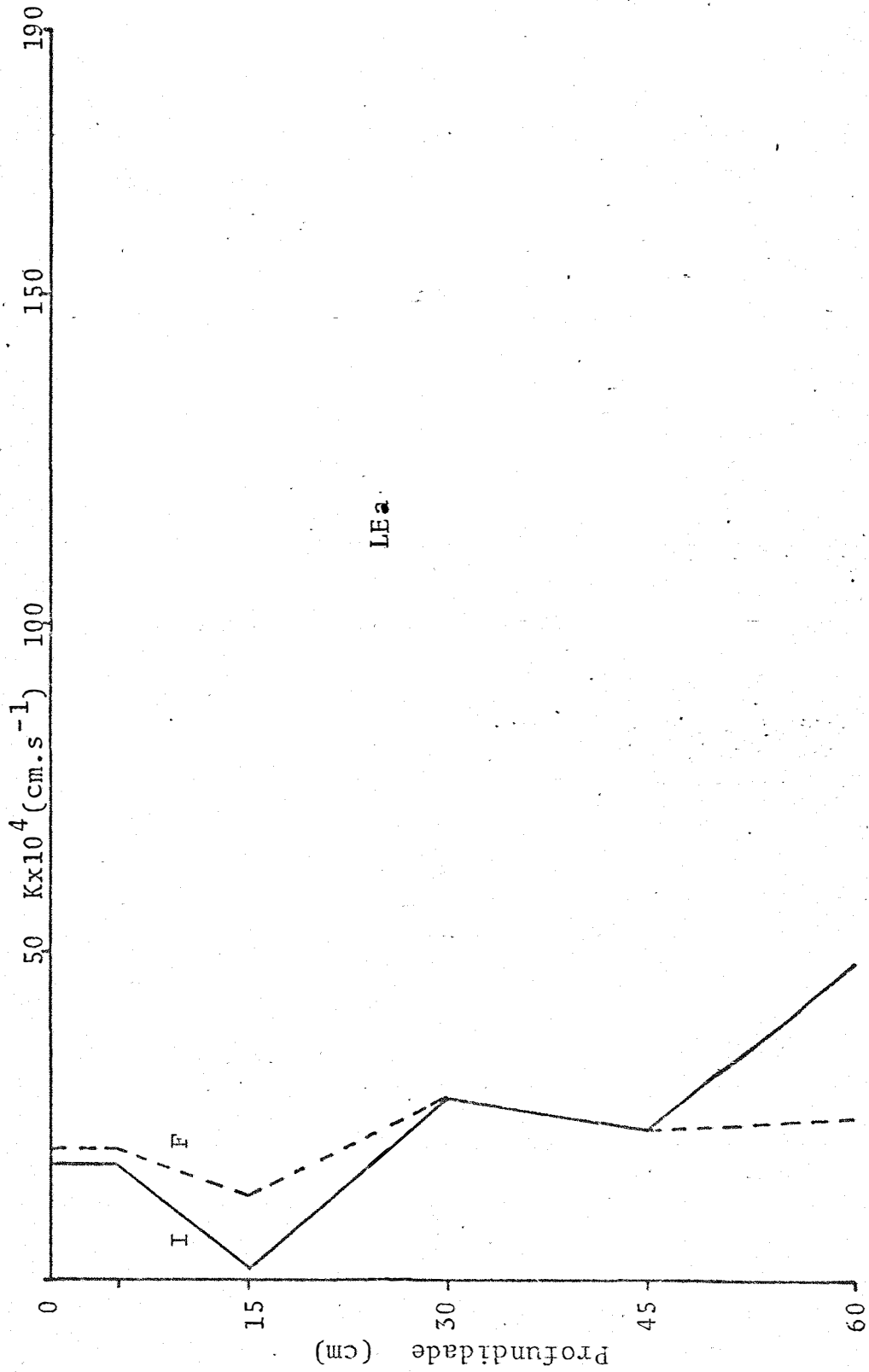


Fig. 22. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (subsolação, duas arações e gradagem - T<sub>4</sub>)

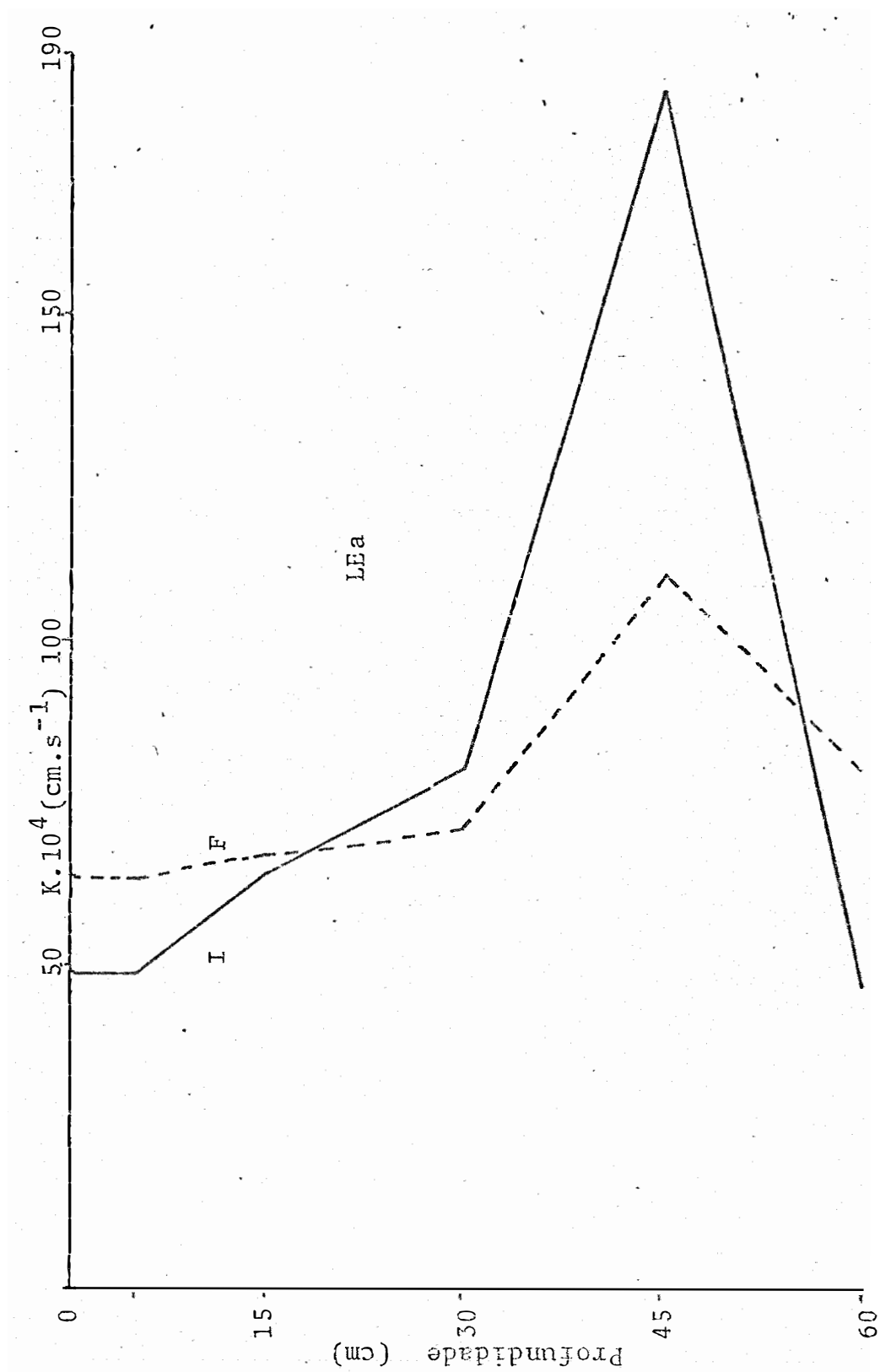


Fig. 23. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (Cultivo mínimo - T<sub>5</sub>)

lise entre as médias nos diferentes tratamentos não apresentaram variabilidade procuramos discutí-las e interpretá-las pois devem indicar a tendência do processo que é o que realmente interessa quando se procura explicar fatos e situações, principalmente tendo-se em conta o período de experimentação.

#### 5.4.- Características físicas do LR

Nos Quadros XIII e XIV apresentam-se as características físicas no perfil do Latossol Roxo, para cinco modalidades de cultivo do milho (*Zea mays* L.)

Pelas mesmas considerações efetuadas no ítem 5.3., discutiremos as seguintes características físicas.

##### 5.4.1.- Densidade (massa específica) aparente

Para podermos avaliar as modificações estruturais através da variação desta característica no perfil e nos diferentes tratamentos, determinamos estes valores em amostras coletadas antes do preparo do solo (I) e amostras coletadas após a colheita (F).

Para facilitar a interpretação, esses resultados foram colocados nas Figuras de números 24 a 28.

No tratamento aração e gradagem, Figura 24, para a profundidade de 0 - 45 cm, ocorreu um aumento nos valores de densidade aparente. Podemos inferir que houve um adensamento nesta camada, mostrando o prejuízo que este sistema causa a es

Quadro XIII. Variação de características físicas no perfil do LR para cinco modalidades de cultivo de milho. (Zea mays L.)

PER FIL	HORIZ.	PROF. MÉDIA (cm)	$\rho_a$ (g cm <sup>-3</sup> )		$\rho_s$ (g cm <sup>-3</sup> )		$\alpha_a$ %		$\alpha_c$ %		$S_{1/3}$ %		$\theta_{1/3}$ %		D/D <sub>0</sub>		S/O	
			I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
P1	Ap	5,0	1,26	1,34	2,75	2,75	58,8	52,5	54,2	51,3	23,2	10,2	35,6	43,3	0,15	0,11	0,65	0,24
	Ap	15,0	1,14	1,30	2,80	2,80	59,7	46,8	59,3	53,8	22,3	19,6	37,4	27,2	0,14	0,13	0,60	0,72
	B21	30,0	1,10	1,28	2,83	2,83	63,7	47,7	61,1	54,7	25,9	20,5	37,8	27,2	0,17	0,13	0,68	0,75
	B21	45,0	1,06	1,06	2,80	2,80	63,1	65,8	62,1	62,1	31,1	33,8	32,0	32,0	0,20	0,22	0,97	1,06
		60,0	1,15	1,16	2,85	2,85	61,5	60,8	59,6	59,3	25,3	23,5	36,2	37,3	0,16	0,15	0,70	0,63
P2	Ap	5,0	1,34	1,34	2,76	2,76	57,8	61,3	51,4	51,4	23,5	25,6	34,3	35,7	0,15	0,17	0,68	0,72
	Ap	15,0	1,33	1,30	2,90	2,90	57,3	59,7	54,1	55,2	18,7	20,2	38,6	39,5	0,12	0,13	0,48	0,51
	B21	30,0	1,10	1,11	2,91	2,91	61,2	62,5	62,2	61,8	25,9	25,2	35,3	37,3	0,17	0,16	0,73	0,67
	B21	45,0	1,22	1,23	2,88	2,88	62,8	63,4	57,6	57,3	24,1	25,6	37,7	37,8	0,16	0,17	0,62	0,67
		60,0	1,17	1,16	2,92	2,92	61,0	62,2	59,9	59,6	25,0	26,2	36,0	36,0	0,16	0,17	0,69	0,72
P3	Ap	5,0	1,31	1,38	2,80	2,80	60,9	56,4	53,2	50,7	20,8	18,7	40,1	37,7	0,14	0,12	0,52	0,50
	Ap	15,0	1,38	1,38	2,83	2,83	53,1	54,9	51,2	51,2	14,8	14,8	38,3	40,8	0,10	0,09	0,39	0,34
	B21	30,0	1,16	1,17	2,83	2,83	62,1	61,5	59,0	58,7	24,7	25,2	37,4	36,3	0,16	0,16	0,66	0,69
	B21	45,0	1,16	1,16	2,85	2,85	59,4	58,5	59,3	59,0	25,9	24,7	33,5	33,8	0,17	0,16	0,77	0,73
		60,0	1,12	1,12	2,90	2,90	59,7	60,0	61,4	61,4	26,2	25,3	33,5	34,7	0,17	0,16	0,78	0,73
P4	Ap	5,0	1,31	1,32	2,81	2,81	51,3	52,7	53,4	53,0	16,6	17,5	36,5	35,2	0,11	0,11	0,45	0,50
	Ap	15,0	1,26	1,26	2,86	2,86	53,5	57,0	55,9	55,9	22,3	23,5	33,2	33,5	0,14	0,15	0,67	0,70
	B21	30,0	1,26	1,28	2,88	2,88	51,9	57,3	56,2	55,5	21,4	24,4	33,5	32,9	0,14	0,16	0,64	0,74
	B21	45,0	1,03	1,03	2,91	2,91	53,8	59,4	64,6	64,6	27,5	31,1	28,3	28,3	0,18	0,24	0,97	1,10
		60,0	1,12	1,13	2,92	2,92	55,1	55,8	61,6	61,3	24,1	23,5	32,0	32,3	0,16	0,15	0,75	0,73
P5	Ap	5,0	1,37	1,38	2,80	2,80	53,6	51,2	51,1	50,7	17,6	22,1	36,0	29,1	0,12	0,14	0,49	0,76
	B21	15,0	1,21	1,21	2,83	2,83	55,5	57,2	57,2	57,2	27,8	18,7	28,7	38,5	0,18	0,12	0,97	0,49
	B21	30,0	1,04	1,05	2,84	2,84	55,5	57,8	63,4	63,0	26,3	26,7	30,2	31,1	0,17	0,18	0,87	0,86
	B21	45,0	1,01	1,01	2,85	2,85	62,3	63,1	64,5	64,6	33,3	33,5	29,0	29,6	0,21	0,22	1,14	1,13
		60,0	1,07	1,06	2,90	2,90	59,8	60,0	62,1	63,4	28,9	28,6	30,9	31,4	0,19	0,19	0,94	0,91



QUADRO XIV - Variação de características físicas no perfil do LR para cinco modalidades de cultivo do milho (*Zea mays* L.).

PER FIL	HORIZ. ME	PROF. DIA	K cm/h	k = $\mu^2$		Cc cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>		PHP cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>		AO cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>		h. mm. H <sub>2</sub> O		CAD mm.		h/Eh		
				I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	
P1	AP	5,0	16,80	15,79	4,24	3,99	0,36	0,43	0,20	0,14	0,16	0,28	8,00	14,00	8,00	14,00	0,16	0,28
	AP	15,0	12,84	10,12	3,24	2,55	0,38	0,27	0,19	0,17	0,19	0,10	23,75	12,50	31,75	25,50	0,32	0,26
	B21	30,0	16,46	17,75	4,15	4,46	0,38	0,28	0,21	0,17	0,17	0,11	22,50	16,50	54,25	43,00	0,36	0,29
	B22	60,0	39,94	19,63	10,08	4,96	0,32	0,32	0,23	0,24	0,09	0,08	13,50	12,00	67,75	55,00	0,45	0,37
P2	AP	5,0	4,66	7,98	1,16	2,02	0,35	0,35	0,20	0,22	0,15	0,13	7,50	6,50	7,50	6,50	0,15	0,13
	AP	15,0	24,69	9,26	6,23	2,32	0,38	0,40	0,17	0,18	0,21	0,22	26,25	27,50	33,75	34,00	0,34	0,34
	B21	30,0	39,75	30,75	10,03	7,76	0,35	0,37	0,21	0,21	0,14	0,15	21,00	24,00	54,75	58,00	0,36	0,38
	B22	60,0	14,66	26,28	3,68	6,62	0,39	0,37	0,21	0,22	0,18	0,16	27,00	22,50	81,75	80,50	0,54	0,54
P3	AP	5,0	4,87	6,15	1,22	1,55	0,40	0,34	0,18	0,17	0,22	0,17	11,00	8,50	11,00	8,50	0,22	0,17
	AP	15,0	0,19	5,32	0,05	1,48	0,38	0,41	0,14	0,13	0,24	0,28	30,00	35,00	41,00	43,50	0,41	0,43
	B21	30,0	28,59	24,76	7,20	6,23	0,37	0,36	0,20	0,20	0,17	0,16	25,50	24,00	66,50	67,50	0,44	0,45
	B22	60,0	36,21	26,49	9,14	6,67	0,33	0,36	0,21	0,20	0,12	0,16	18,00	24,00	84,50	91,50	0,56	0,61
P4	AP	5,0	16,80	6,59	4,23	1,66	0,34	0,36	0,15	0,16	0,19	0,20	9,50	10,00	9,50	10,00	0,19	0,20
	AP	15,0	12,84	10,58	3,24	2,66	0,33	0,34	0,18	0,20	0,15	0,14	18,75	17,50	28,25	27,50	0,28	0,27
	B21	30,0	16,46	9,58	4,15	2,41	0,34	0,36	0,17	0,21	0,17	0,15	25,50	22,50	53,75	50,00	0,36	0,33
	B22	60,0	39,94	39,00	10,06	9,12	0,29	0,28	0,23	0,23	0,06	0,05	9,00	7,50	62,75	57,50	0,42	0,38
P5	AP	5,0	3,28	6,03	0,83	1,52	0,35	0,29	0,16	0,17	0,09	0,12	4,50	6,00	4,50	6,00	0,09	0,12
	AP	15,0	2,96	9,76	2,52	2,43	0,26	0,36	0,23	0,17	0,05	0,21	6,25	10,75	10,75	12,25	0,11	0,32
	B21	30,0	16,18	16,13	4,07	4,07	0,30	0,31	0,22	0,21	0,08	0,10	12,50	15,00	22,75	47,25	0,15	0,31
	B22	60,0	32,70	24,32	8,25	6,12	0,29	0,30	0,25	0,23	0,04	0,07	6,00	10,50	28,75	57,75	0,19	0,38

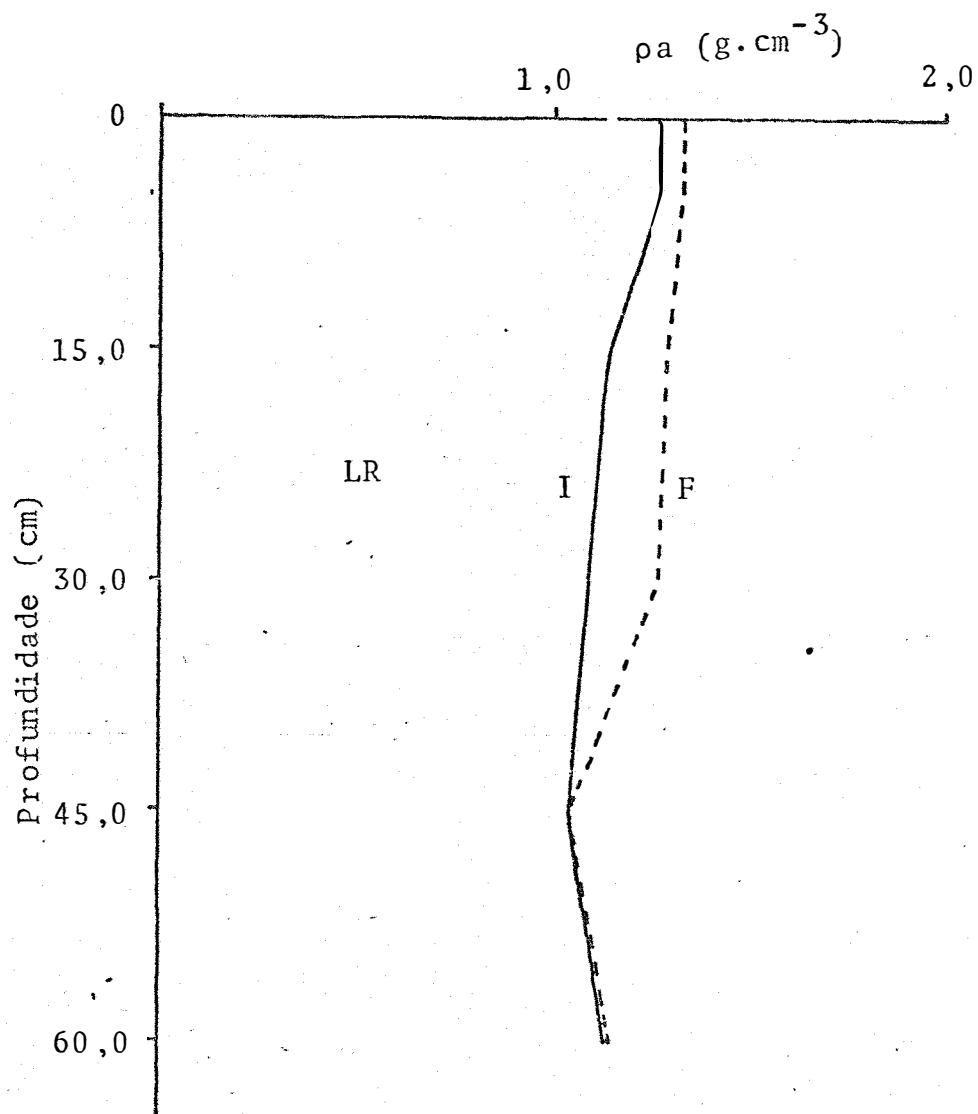


Fig.24. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade (aração e gradagem - T<sub>1</sub>).

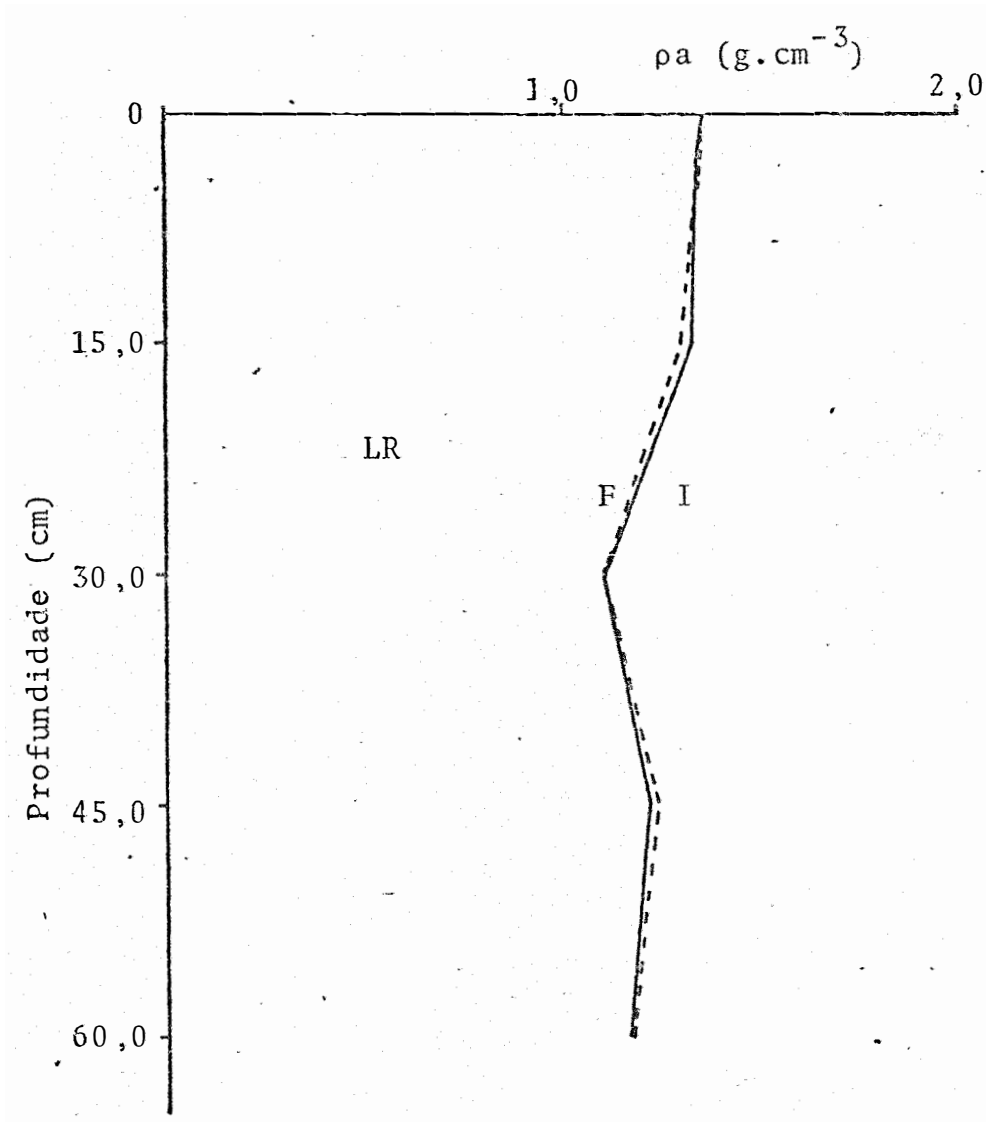


Fig.25. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade (subsolagem, aração e gradagem - T<sub>2</sub>).

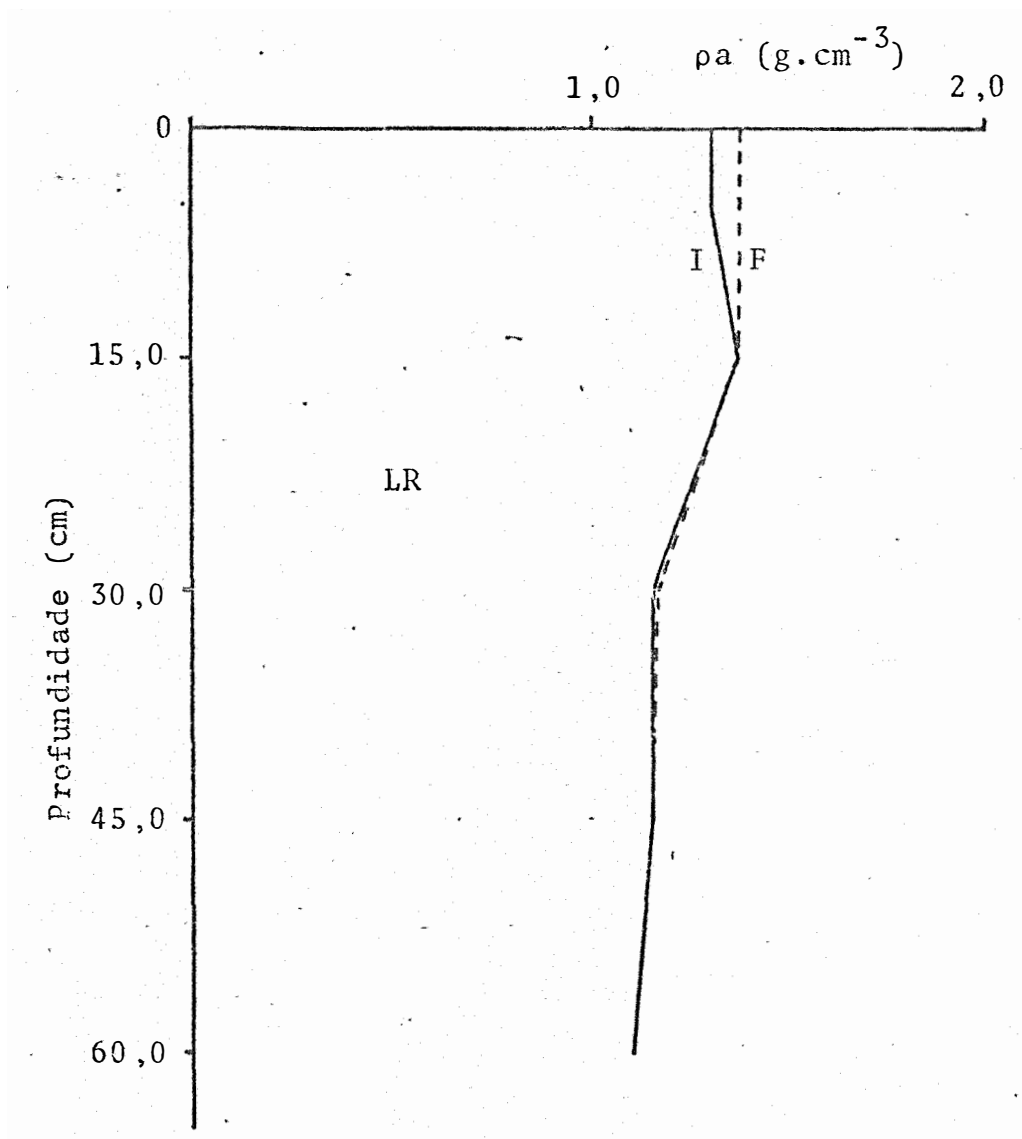


Fig. 26. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade (duas arações e gradagem - T<sub>3</sub>).

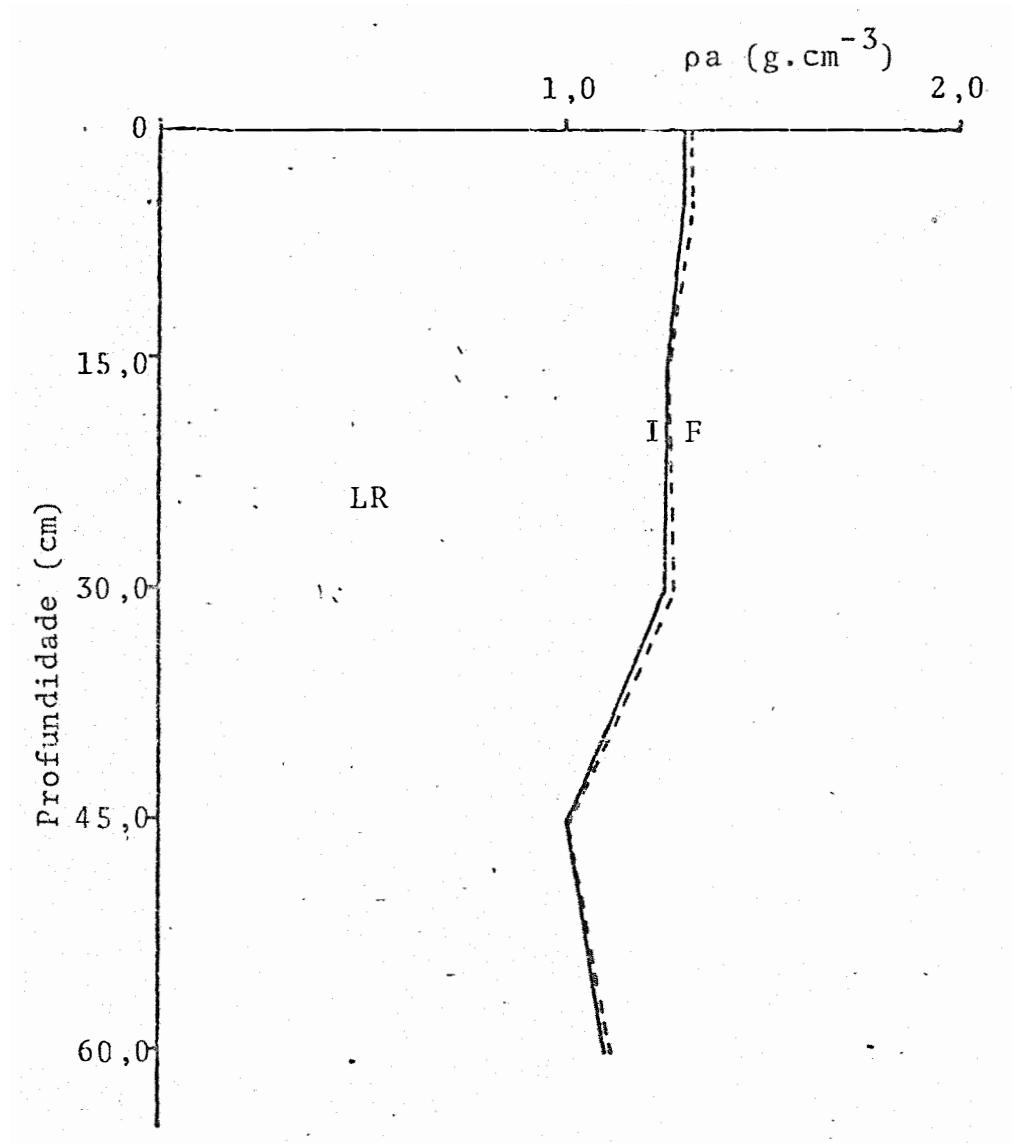


Fig. 27. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade (subsolação, duas arações e gradagem - T<sub>4</sub>).

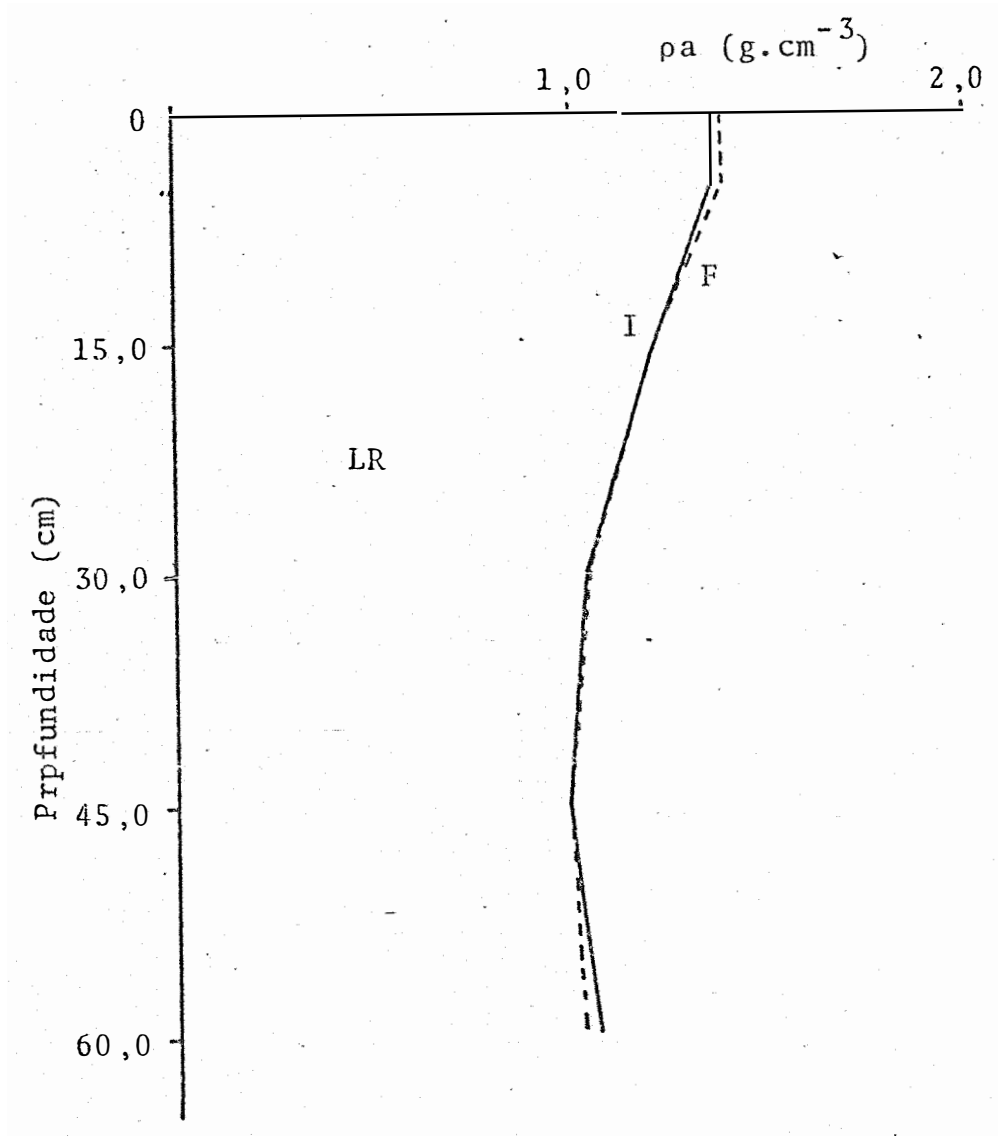


Fig. 28. Variação dos valores de densidade aparente em função da profundidade (Cultivo mínimo - T<sub>5</sub>).

te solo.

Para os tratamentos T2, T3, T4 e T5, que correspondem as Figuras de números 25, 26, 27 e 28 o preparo do solo não alterou os valores da densidade aparente, mostrando a pouca efetividade destes sistemas em melhorar as condições de adensamento.

A análise estatística realizada sobre as médias dos valores da densidade aparente nas diferentes camadas antes da instalação do experimento, não apresentou variabilidade.

A análise estatística entre os valores da densidade aparente inicial e após a colheita apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos T3 e T5 com o tratamento T1.

#### 5.4.2.- Características da porosidade e da umidade

Os resultados das características analisadas no perfil do solo nos diferentes tratamentos são apresentados no Quadro XIII. Afim de facilitar a interpretação, esses resultados são apresentados graficamente através das Figuras de números 29 a 38 correspondendo o número ímpar a condição inicial (I) e o número par a condição final (F).

Analisando os resultados obtidos para a modalidade de cultivo, aração e gradagem verificamos que os valores da porosidade total diminuíram nas camadas superficiais, nos valores de macroporosidade, ocorreu uma diminuição maior, diminuindo o valor da relação ar/água.

A análise estatística realizada sobre as médias

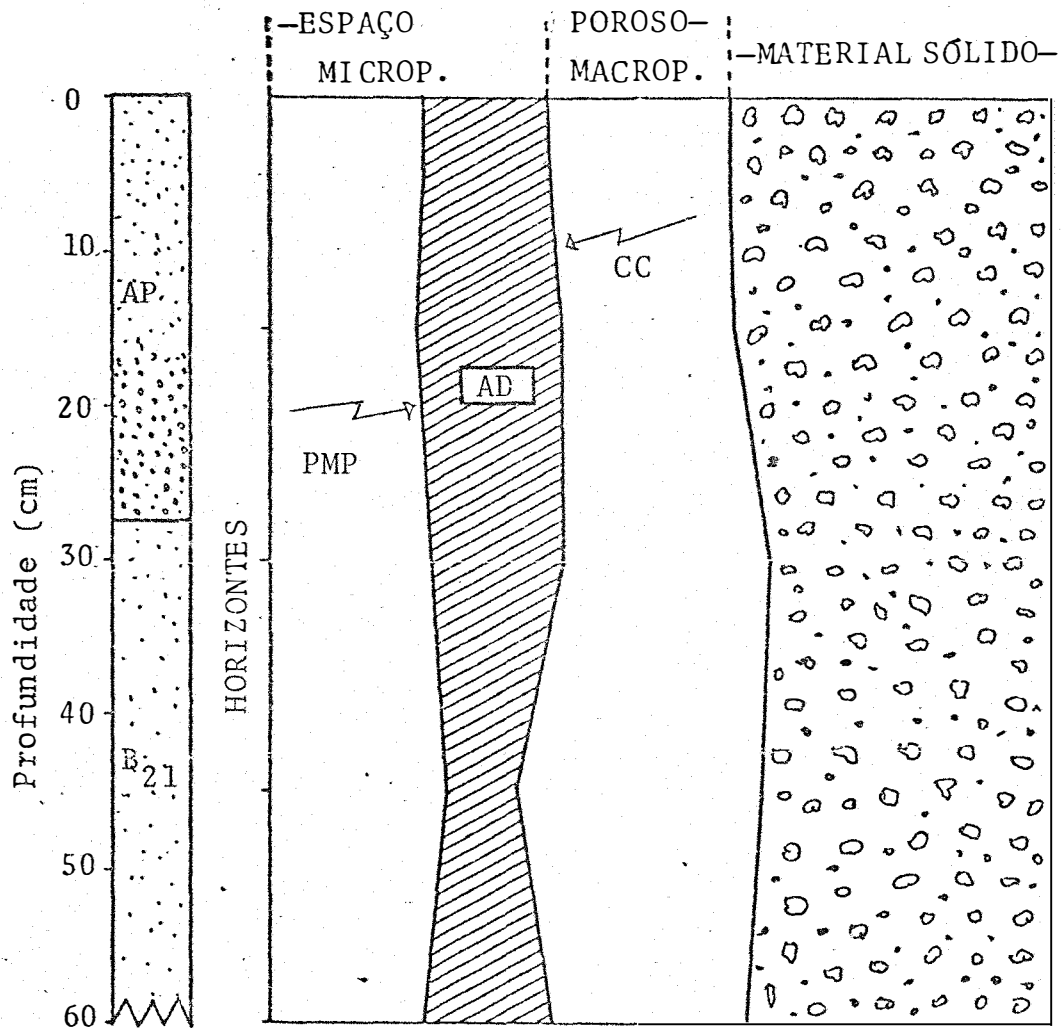


Fig. 29. Características físicas do perfil  $P_1$  para modalidade de cultivo, aração e gradagem em um LR (I)



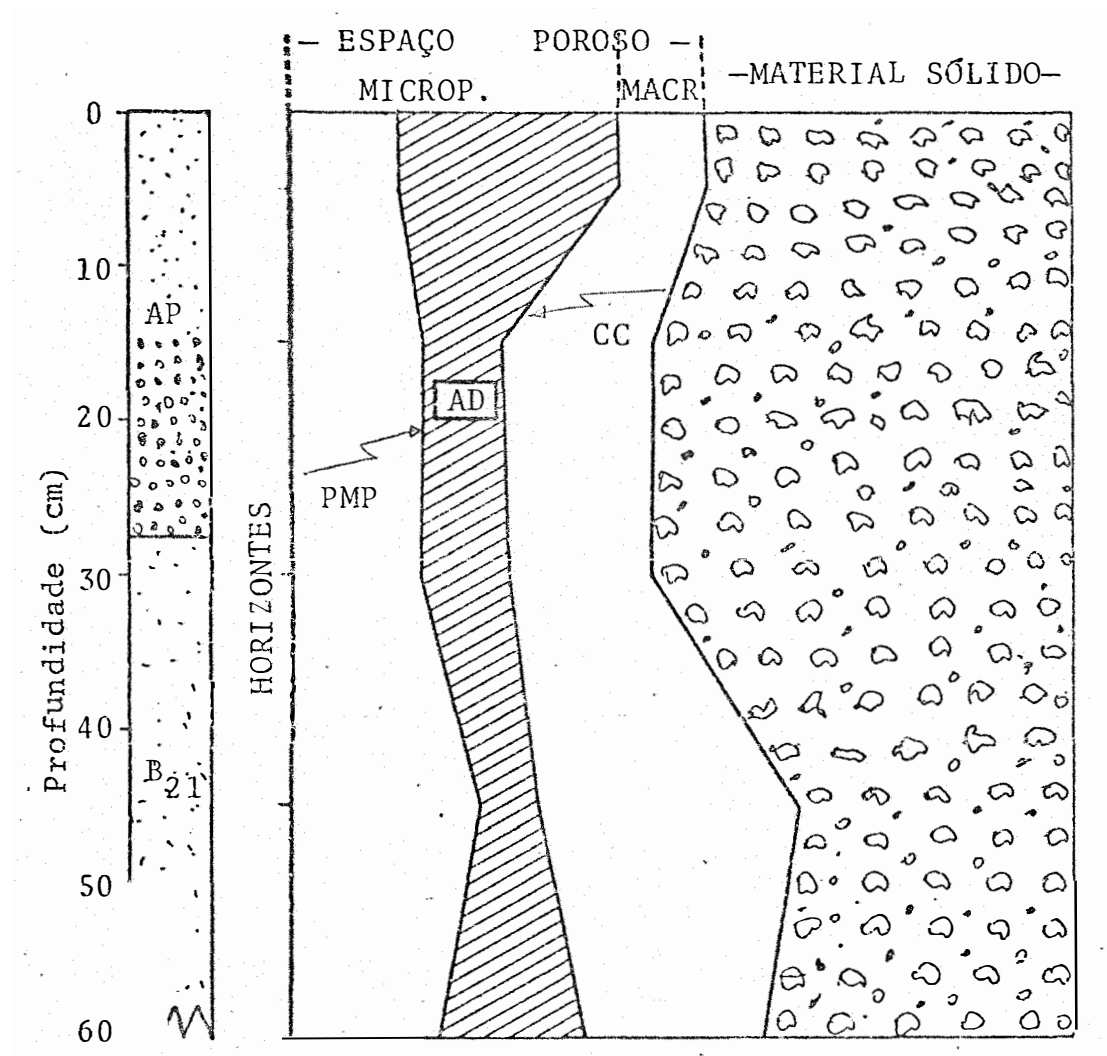


Fig. 30. Características geométricas do perfil P<sub>1</sub> para modalidade de cultivo: aração e gradagem em um LR (F)

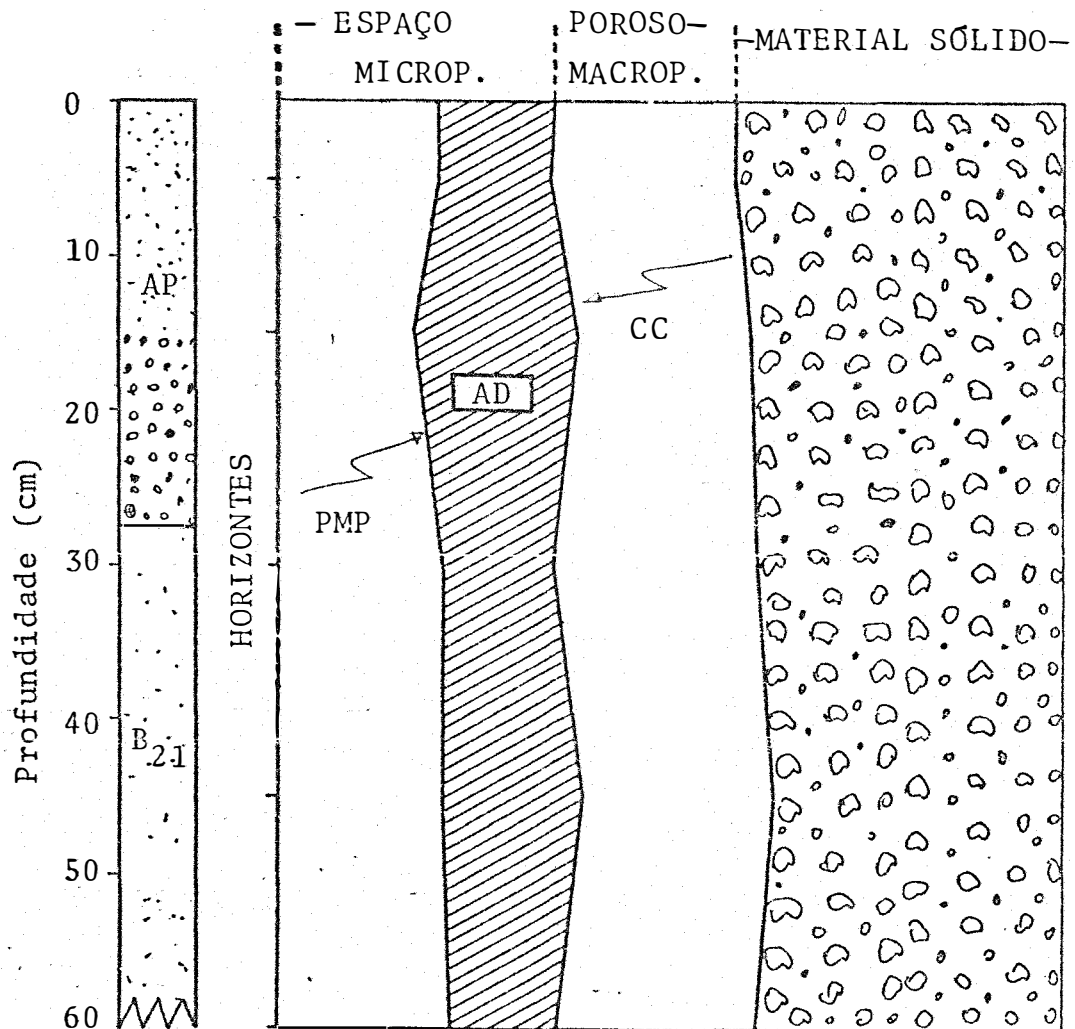


Fig. 31. Características geométricas do perfil P<sub>2</sub> para modalidade de cultivo: subsolagem, aração e gradagem em um LR (I)

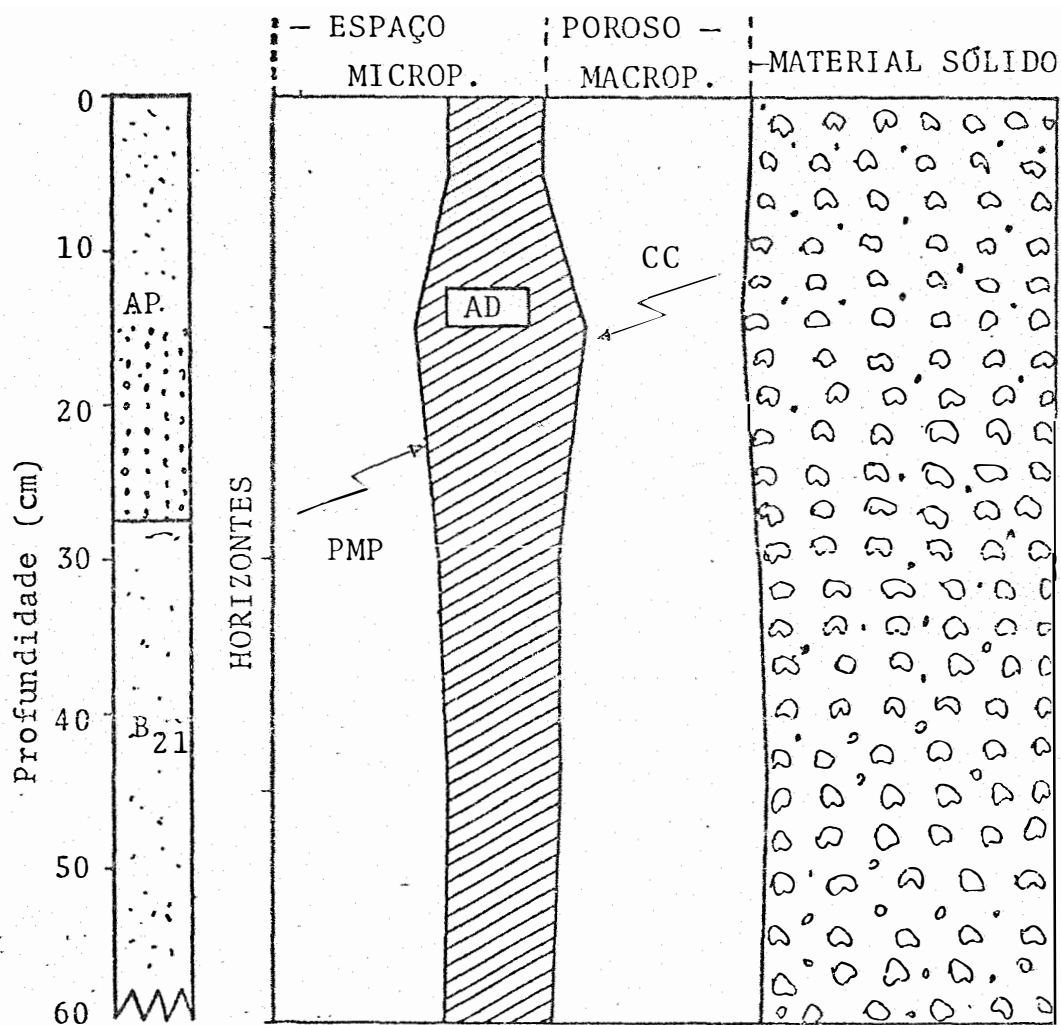


Fig. 32. Características geométricas do perfil P<sub>2</sub> para modalidade de cultivo: subsolagem, aração e gradagem em um LR (F)

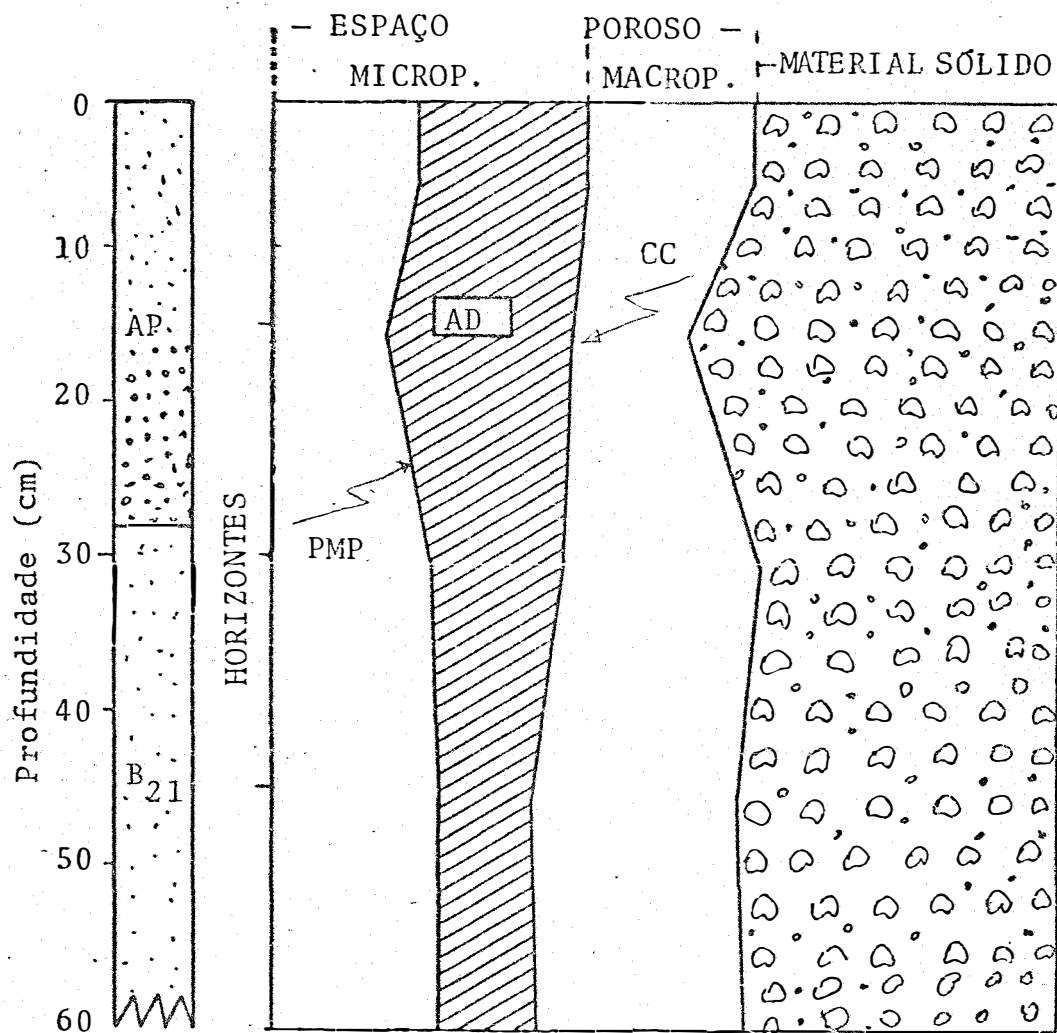


Fig. 33. Características geométricas do perfil P<sub>3</sub> para cada modalidade de cultivo; duas arações e gradagem em um LR (I)

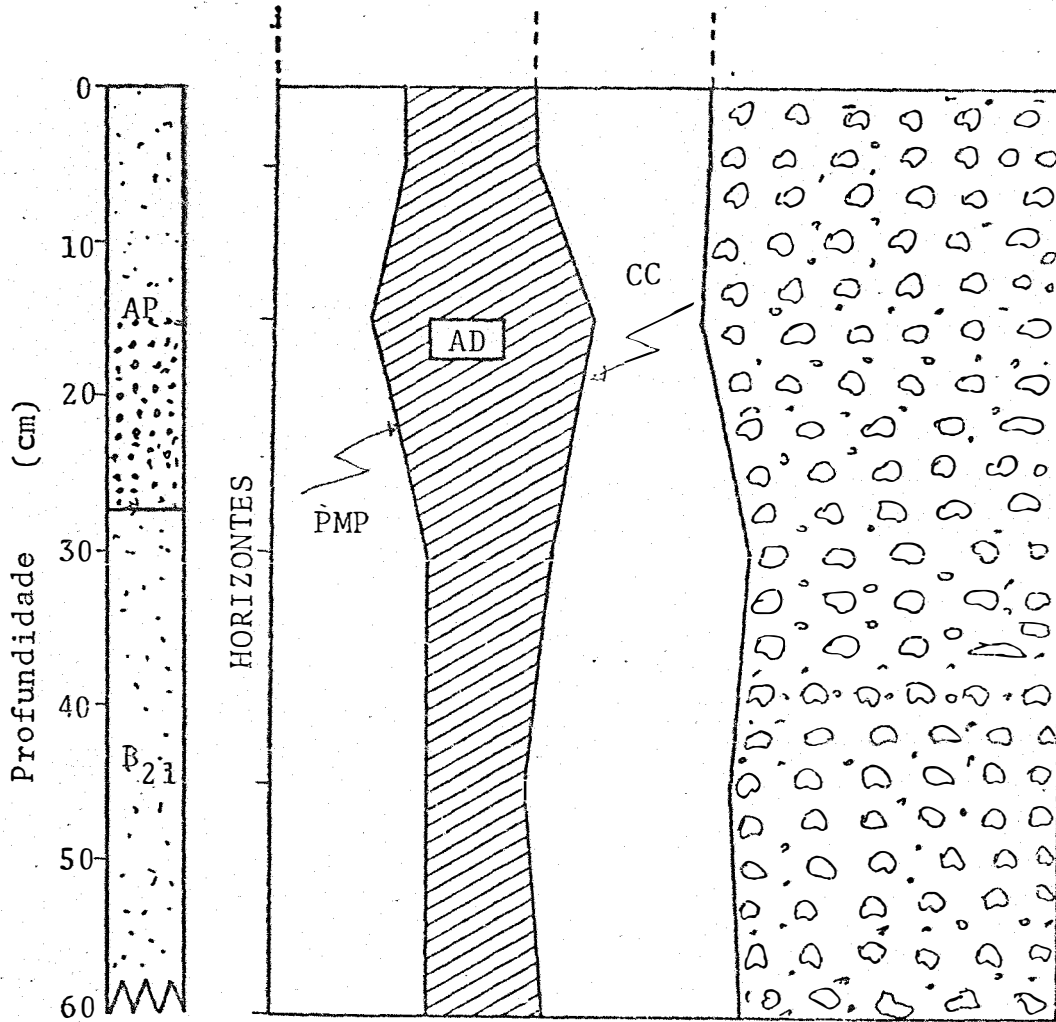


Fig. 34 .Características geométricas do perfil P<sub>3</sub>  
 para modalidade de cultivo: duas arações,  
 gradagem em um LR (F)

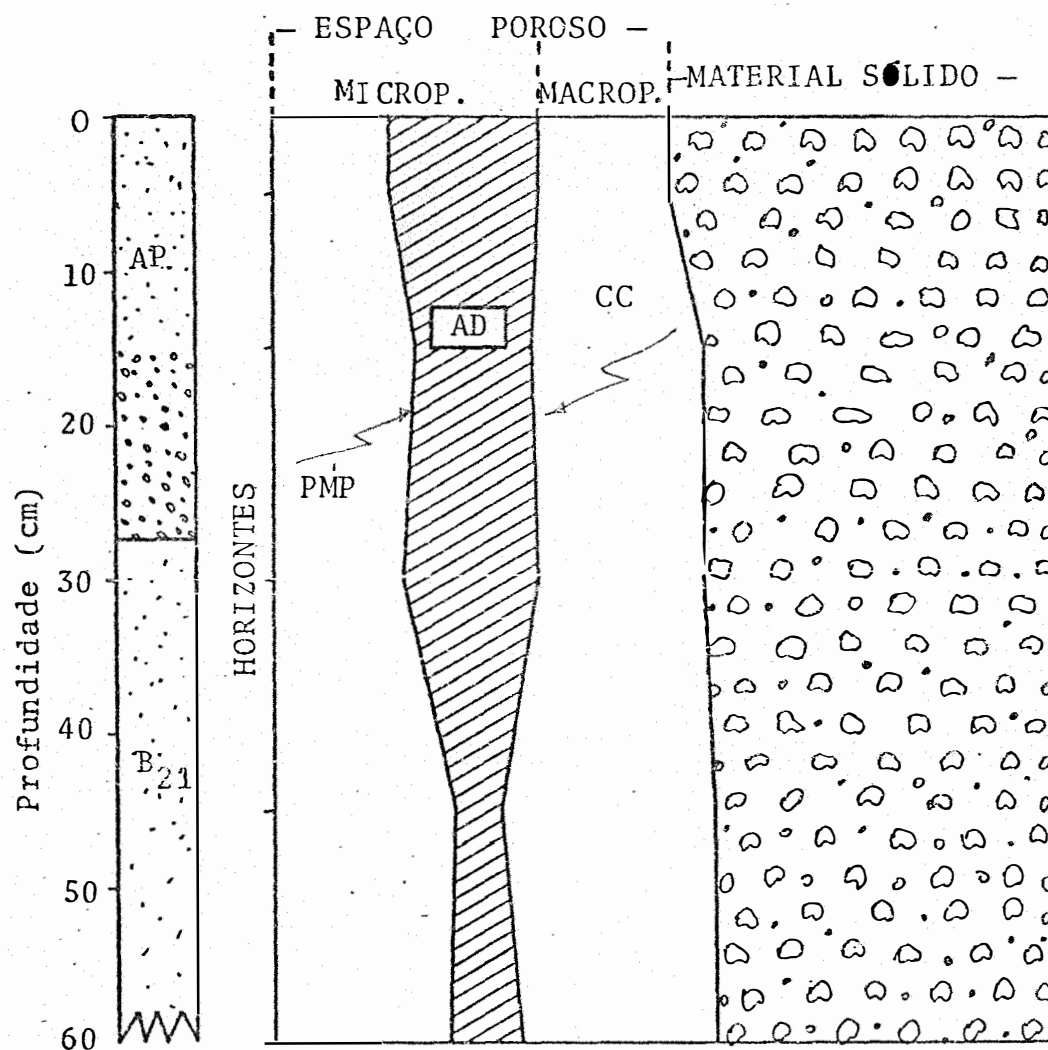


Fig. 35. Características geométricas do perfil  $P_4$  para modalidade de cultivo: subsolagem, duas arações e gradagem em um LR (I)

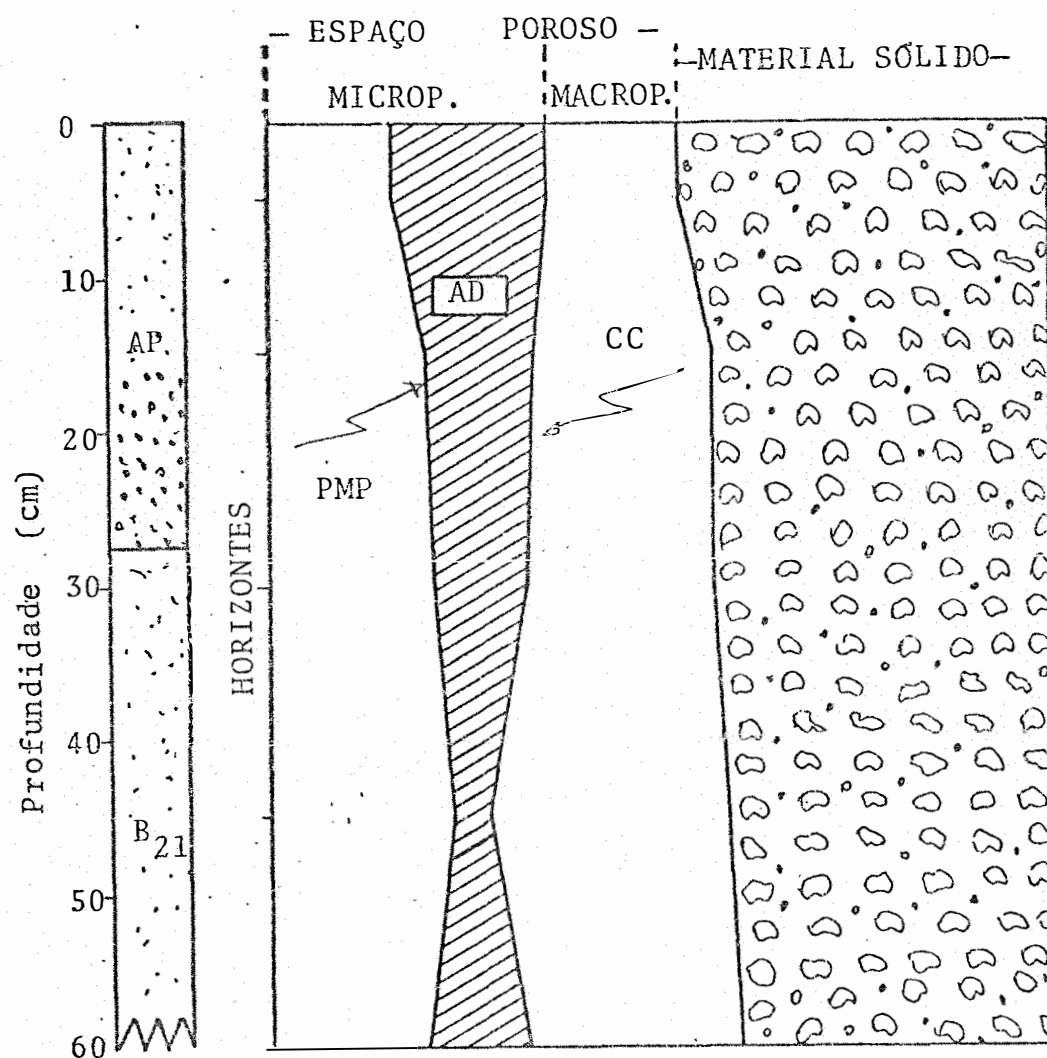


Fig. 36. Características geométricas do perfil P<sub>4</sub>' para modalidade de cultivo: subsolagem, duas arações e gradagem em um LR (F)

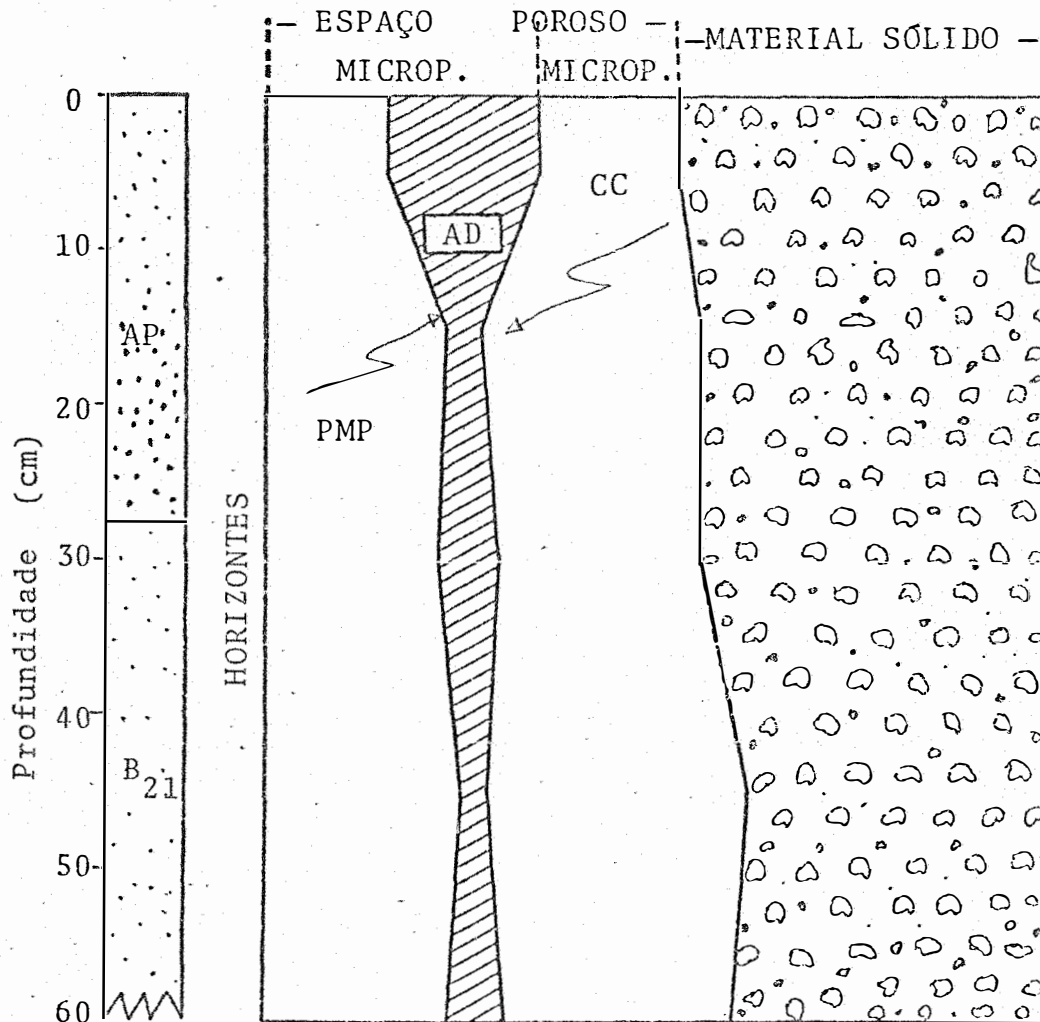


Fig. 37. Características geométricas do perfil P<sub>5</sub> para modalidade de cultivo: Cultivo mínimo em um LR (I)



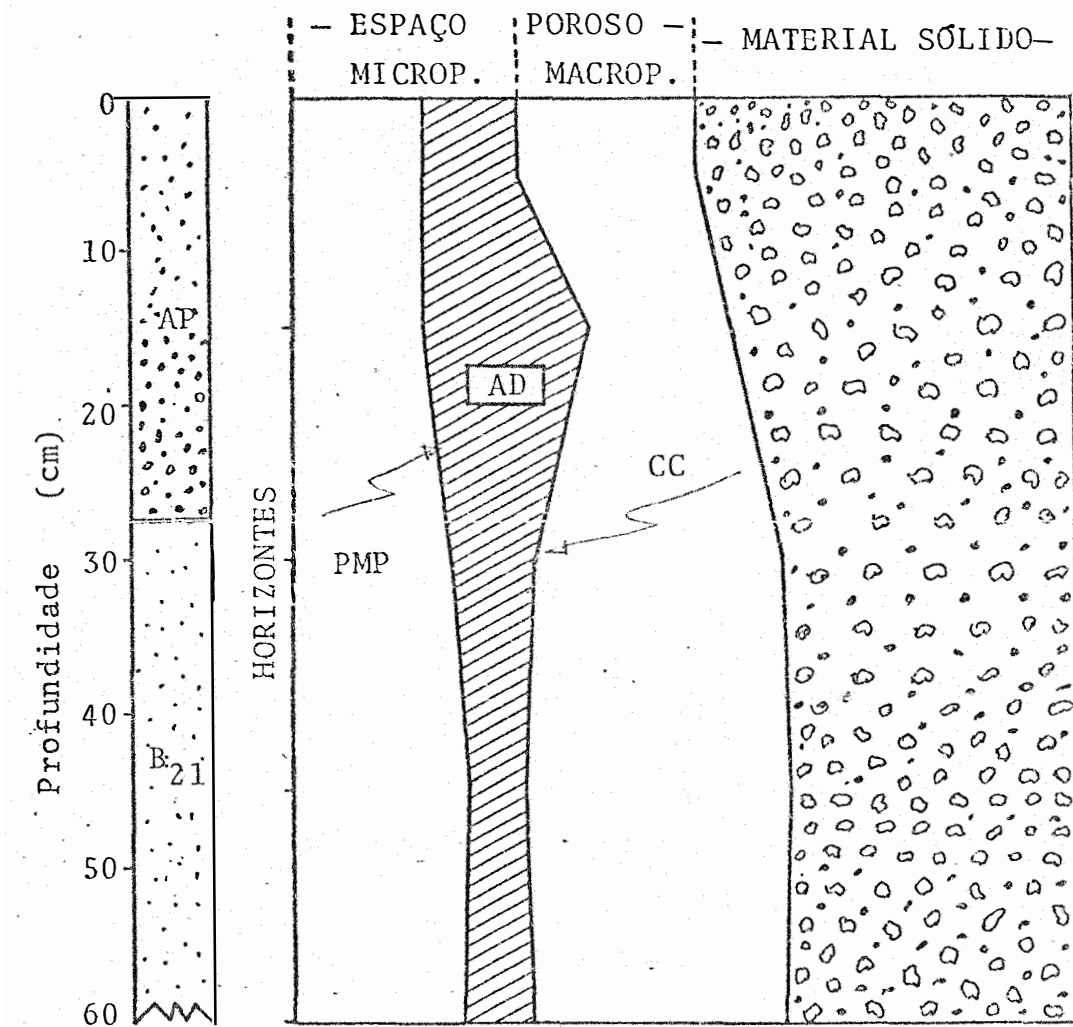


Fig. 38. Características geométricas do perfil P<sub>5</sub>' para modalidade de cultivo: Cultivo mínimo em um LR (F)

dos valores da porosidade total avaliada nas diferentes camadas antes da instalação do experimento, apresentaram variabilidade significativa entre os tratamentos T1, T2 e T3 com o tratamento T4.

Essa mesma análise feita sobre as médias da diferença entre os valores da porosidade avaliada, antes (I) e após a colheita (F) apresentaram diferenças significativas somente entre os tratamentos T1 e T2.

As mesmas análises estatísticas foram feitas para os valores médios de porosidade calculada, antes da instalação do experimento e não apresentando variabilidade. A análise feita para os valores médios da diferença entre a porosidade calculada, antes (I) e após a colheita (F) apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos T2, T4 e T5 com o tratamento T1.

Analisando-se a variação das características hídricas relacionadas ao armazenamento da água no solo, verificamos que houve aumento na capacidade de água disponível (CAD) e na relação  $h/E_h$  nas camadas superficiais ocorrendo o inverso nas demais camadas.

O tratamento subsolagem, aração e gradagem apresentou pequenos aumentos nos valores de porosidade total nas camadas superficiais, mas não apresentou variações nos valores das camadas mais profundas. Esta condição se repete para os valores de macroporosidade. Conseqüentemente, houve pouca variação nos valores de CAD e na relação  $h/E_h$ .

O tratamento duas arações e gradagem, de uma ma-

neira geral, apresentou uma pequena diminuição nos valores da porosidade total nos valores de macroporosidade e conseqüentemente no CAD e relação h/Eh .

No tratamento subsolagem, duas arações e gradagem, os valores da porosidade total, capacidade de água disponível (CAD) e a relação h/Eh não apresentaram variações significativas.

No tratamento cultivo mínimo, os valores da porosidade total não variaram, mas houve um aumento da macroporosidade na camada de 0 - 15 cm com uma pequena diminuição da microporosidade. Quanto a capacidade de água disponível (CAD) e a relação h/Eh apresentaram um aumento em seus valores.

A variação da condutividade hidráulica em função da profundidade, para as cinco modalidades de cultivo e para as condições I e F, estão apresentadas no Quadro XIV e nas Figuras de números 39 a 43. Pelas mesmas razões anteriores discutiremos apenas a variação desta propriedade e procuraremos correlacioná-la utilizando os comentários encontrados nos trabalhos de SMITH e BROWNING (1946) e O'NEAL (1952).

Para o tratamento aração e gradagem, na camada de 0 a 30 cm houve pequena variação nestes valores, numa tendência a diminuição e estão correlacionados a condição de pouca retenção de umidade.

No tratamento T2 que envolve subsolagem, aração e gradagem e o T3 que envolve duas arações e gradagem houve uma diminuição dos valores de condutividade hidráulica, indicando a tendência a um adensamento superficial, que melhora as condi -

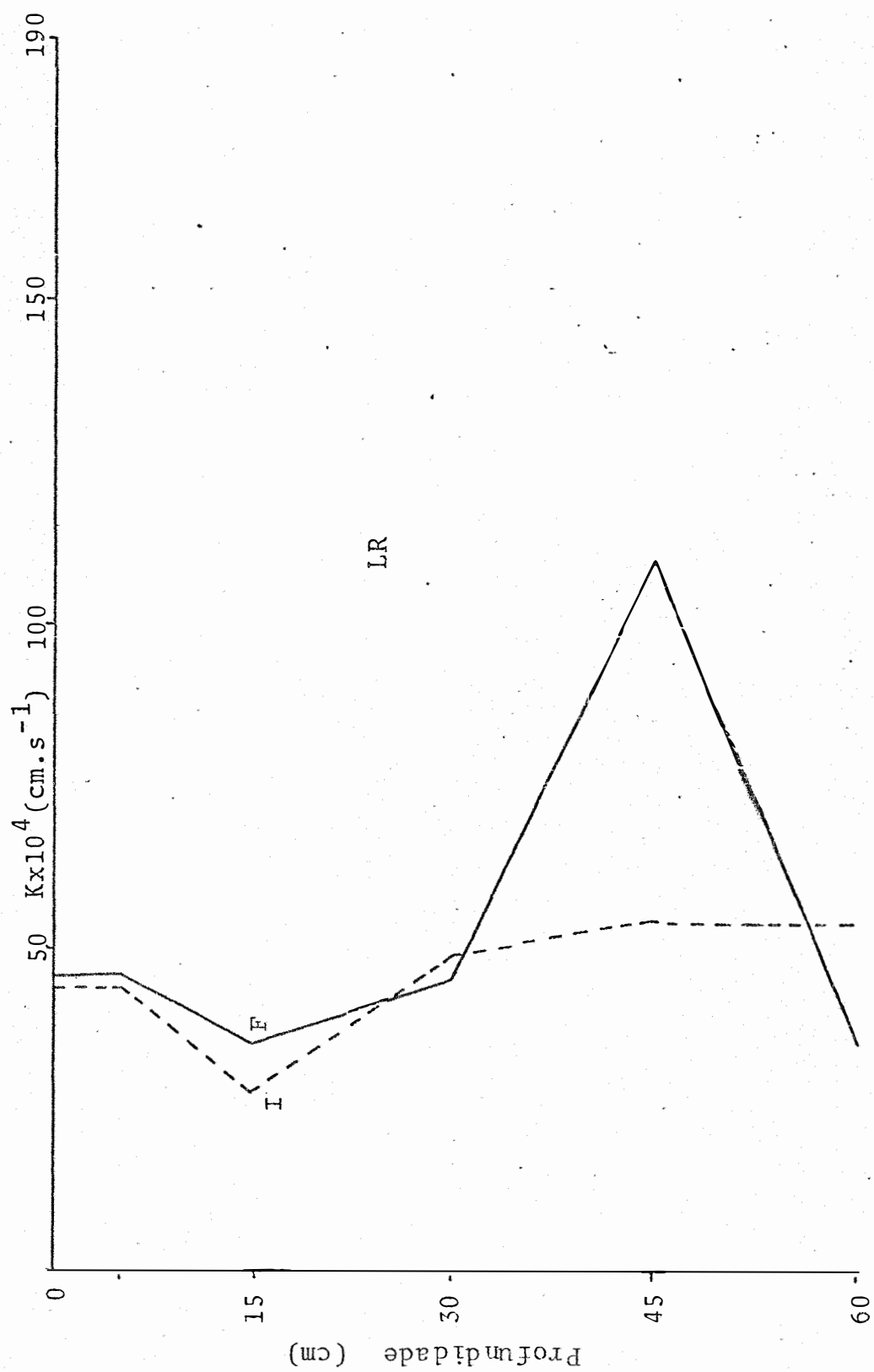


Fig. 39. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (aração e gradagem - T<sub>1</sub>)

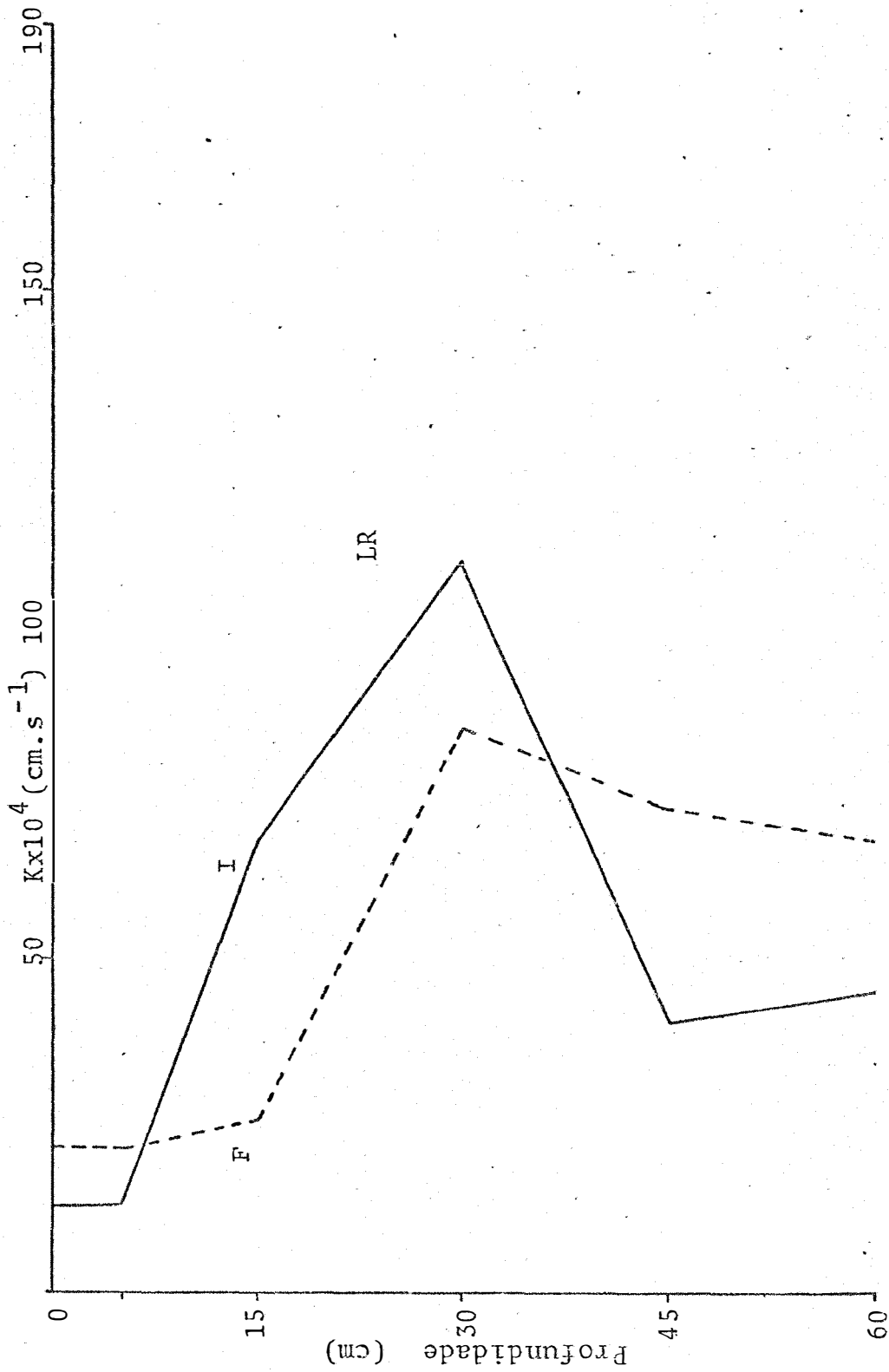


Fig. 40. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (subsolagem, aração e gradagem - T<sub>2</sub>)

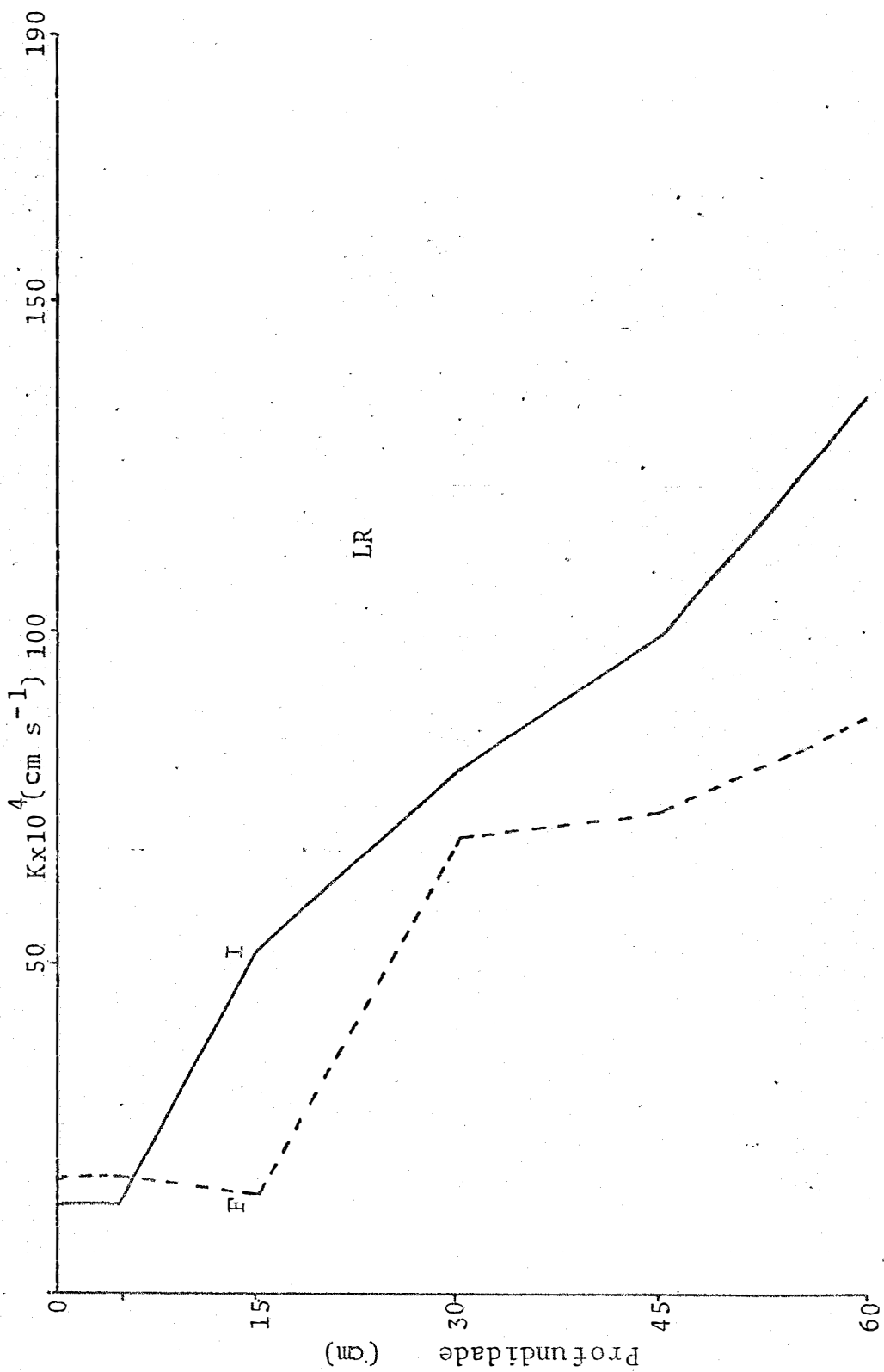


Fig. 41. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (duas arações e gradagem - T<sub>3</sub>)

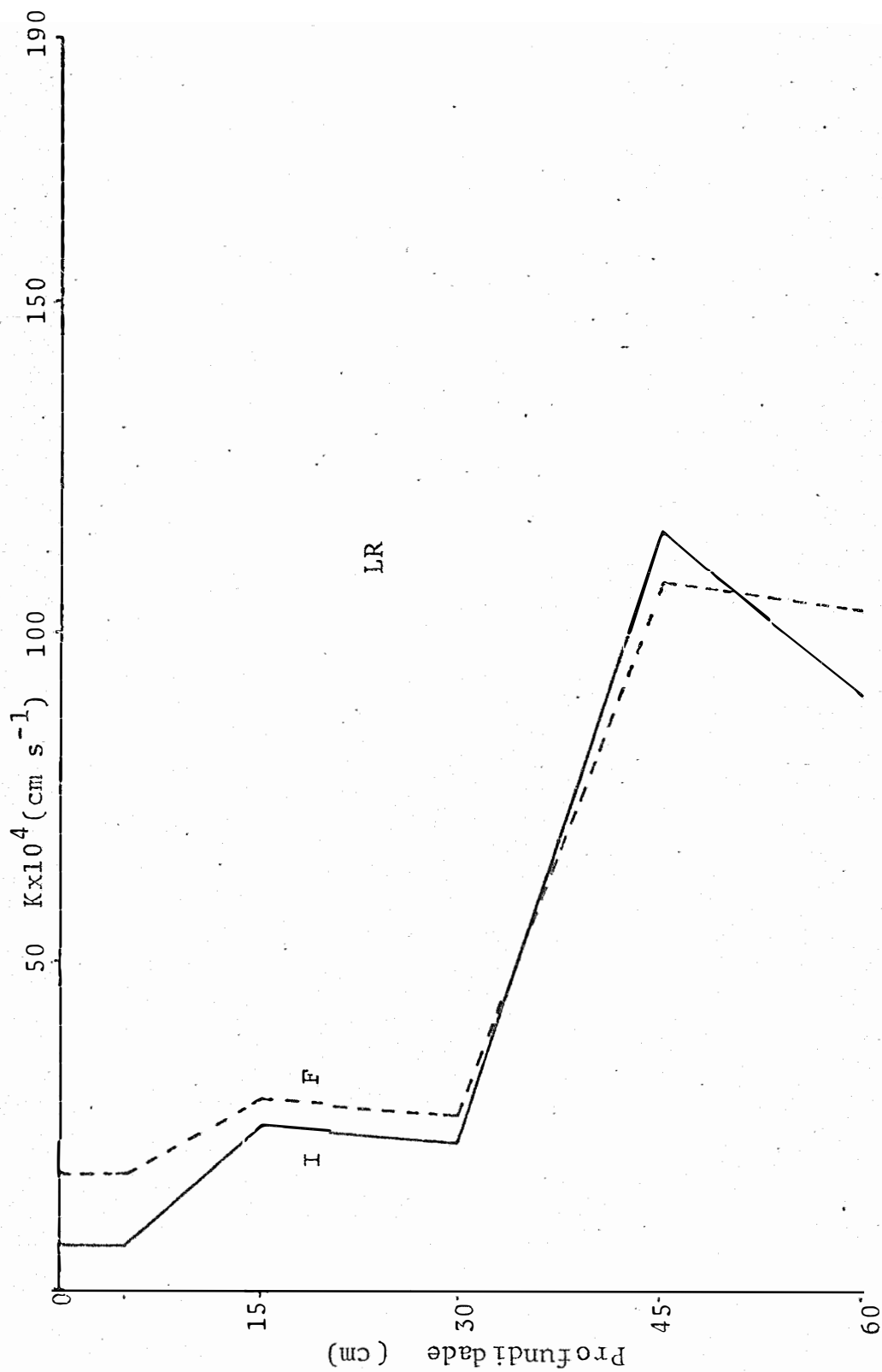


Fig. 42. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (subsolação, duas arações e gradagem - T<sub>4</sub>)

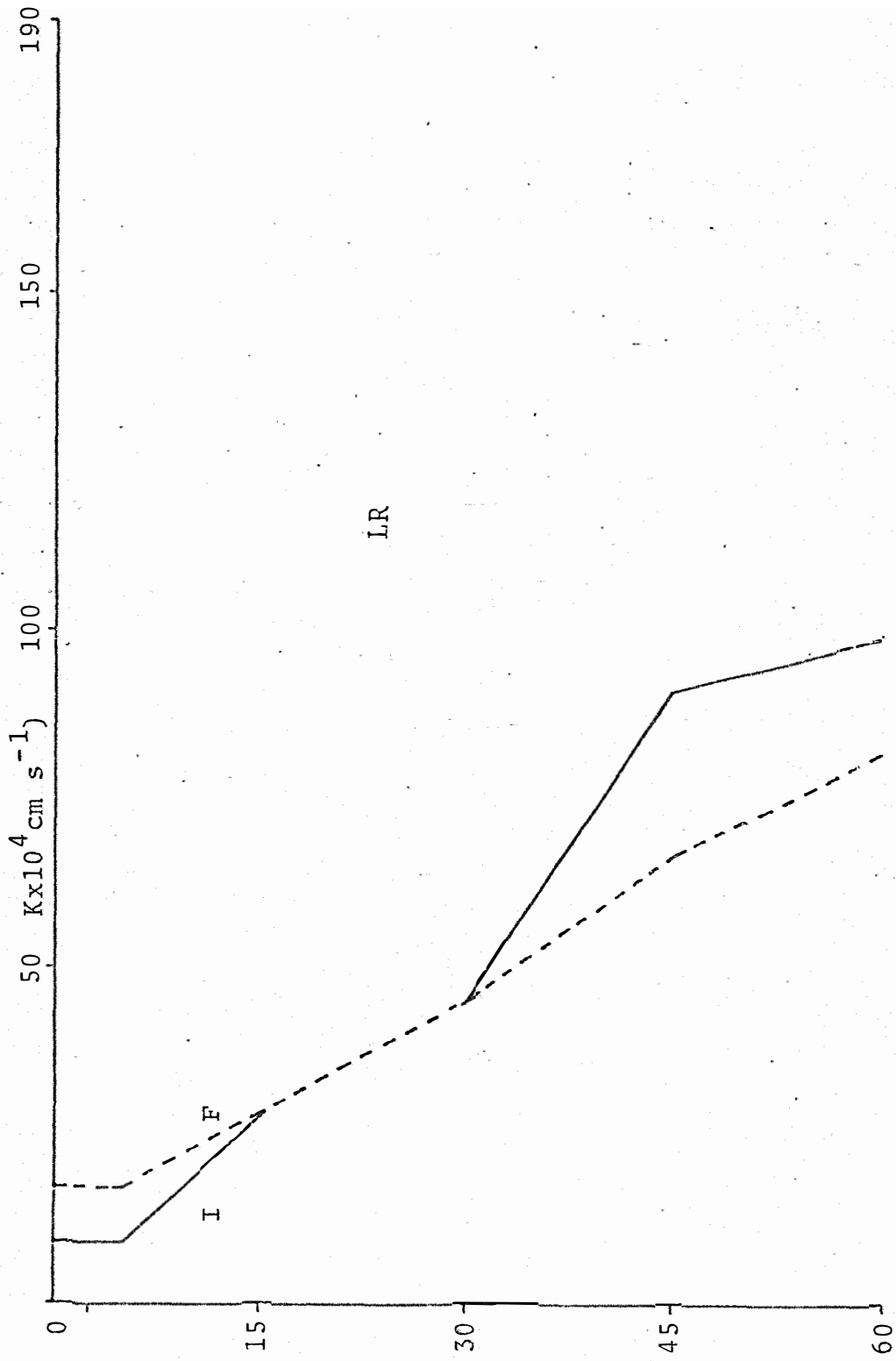


Fig. 43. Variação dos valores de condutividade hidráulica em função da profundidade (Cultivo mínimo -  $r_5$ )



ções de retenção de umidade. No tratamento T4, há uma diminuição menor que dos casos anteriores.

Para o tratamento que envolve cultivo mínimo houve um aumento bastante pequeno dos valores de condutividade hidráulica nas camadas superficiais indicando a tendência de diminuir o adensamento desta camada, o qual no intervalo estudado deve ter prejudicado a produção, mas que a longo prazo poderá ser benéfica.

## 6.- CONCLUSÕES

Considerando o período e as condições em que os experimentos foram realizados, chegamos as seguintes conclusões

1.- Em termos globais, os diferentes sistemas de cultivo, nos dois solos estudados, não apresentam diferenças significativas na produção de grãos de milho.

2.- Os tratamentos que envolvem aração e grada - gem propiciam produção maior de grãos que o tratamento com cultitivo mínimo, diferenciando significativamente.

3.- Os valores das características físicas, determinadas antes da instalação do experimento, não apresentaram diferenças significativas, o que indica condição de homogeneidade das áreas experimentais.

4.- O efeito dos tratamentos na variação das características físicas não é significativo.

## 7.- SUMMARY

The present experiment was conducted in a typic Haplorthox and in a typic Eutrortrox soil in a Jaboticabal region to verificate the effect on different systems of tillage in the soil physics properties and on the agronomic productivity of corn (Zea mays L).

The investigation was made using five treatments with six repetitions related to different systems of tillage, the grain production variation among treatments was not significant in the studied soils. In both cases the treatments that envolved convencional plow and disc harrow showed significative difference with the no-tillage systems, with predominancy of the first .

The soil physics characteristics measured in the

soil profile relative to the different treatments before the experiment instalation and the difference of this physical characteristics obtained during the cultivation period are not significant.

## 8.- LITERATURA CITADA

ALOISI SOBRINHO, J. e VAZ DE ARRUDA, H. Efeito do preparo do solo na produção de milho. Bragantia 19: 215 - 219, 1960

BENATTI R. Jr, BERTONI, J. e MOREIRA, C.A.; Perdas por erosão em plantio direto e convencional de milho em dois solos de São Paulo. Revista Brasileira de Ciência do Solo vol (1) 121 - 123, 1977

BLAKE, G.R. Bulk density. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965, v.1, p. 371 - 390 (Agronomy, 9)

CASAGRANDE, A.A.; GODOY, O.P.; CORSINI, P.C. - Cultivo mecânico e adubação na soqueira de cana-de-açúcar. Efeito no solo. Brasil Açucareiro, 4: 246 - 264, 1975

COMISSÃO DE SOLOS - Levantamento de reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Bol. n.º 12 do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 634p. 1960.

CORSINI, P.C. - Modificações de características físico-hídricas em perfis das séries Jaboticabal e Santa Tereza, ocasionadas pelo cultivo intenso. Científica, 2: 148 - 161, 1974

DAKSHINAMURTI, C. e PRADHAN, C. Hydraulic conductivity as an index of soil structure. Soil Sci., 68: 15 - 24, 1966.

DAY, P.R. Particle Fractionation and Particle-size analysis  
In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965 v.1, p.371 - 390 (Agronomy, 9)

\_\_\_\_\_ e HOLMGREEN, G.G. Microscopic changes in soil structure during compression. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 21: 448 - 488, 1952

ELTZ, F.L.F. COGO, N.P.; e MIELNICZUK, J. - Perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno, Avermelhado Distrófico (São Jerônimo) I. Resultados do primeiro ano.

Revista Brasileira de Ciência do Solo 1: 123 - 127, 1977

GROHMANN, R. e QUEIROZ NETO, J.P. Efeito da compactação artificial de dois solos limo-argilosos sobre a penetração das raízes de arroz. Bragantia, 25: 421 - 431, 1966.

- JOHNSON,W.H. e TAYLOR,G.S. -Tillage treatment for corn on clay soils. Transation of the A.S.A.E. 3(2): 4 - 7,1960
- HEAT,O.V.S. A study in soil cultivation. J. Agr.Sci., 27:  
511 - 540, 1937
- KILMER,V.J. e ALEXANDER,L.T. Method of making mechanical a  
nalysis of soils . Soil Sci., 68: 15 - 16, 1949
- KLUTE,A. Laboratory measurement of hidraulic conductivity  
of satured soil In: BLACK,C.A. ed. Methods of soil Ana-  
lysis Madison Am. Soc. of Agron. 1965, v.1,p.210 - 220,  
(Agronomy 9)
- LARSON,W.E.;LOVELY,W.G. PESEK,J.T;BURWELL,R.E. Effect of  
Subsoiling and Deep Fertilizer Placement on Yields of  
Corn in Iowa an Illinois Agronomy Journal 52: 185 - 189  
1960
- LUTZ,J.F. Apparatus for collecting indisturbed soil samples  
Soil Sci.,64: 399 - 401, 1947
- MARQUES,J.Q.A. e BERTONI,J. - Sistemas de preparo do solo  
em relação a produção e a erosão.Bragantia 20(9) 403 -  
-458, 1961
- NELSON,L.R.; GALLAHER,R.N.;BRUCE,R.R.;e HOLMES,M.R.,Produc  
tion of corn and sorghum grain in double-cropping systems  
Agronomy Journal 69(1) 41 - 45, 1977
- OLIVEIRA,L.B. Caracterização de adensamento de subsolo de  
uma área de "tabuleiro" da Estação Experimental de Cura  
do,Recife. Pesq. Agropecuária Brasileira,3:207-217,1968

- O'NEAL, M.A. A Key for Evaluating soil Permeability by means of Certain Field Clues. Soil. Sci.Soc.Am.Proc., 16 (3): 312 - 315, 1952
- PAGE, J.B.; WILLARD, C.J.; e McCUEM, G.W. Progress report on tillage methods in preparing land for corn. Soil Sci Soc Am. Proc., 11: 77 - 80, 1946
- PANABOKKE, C.R. e QUIRK, J.P. Effect of initial content on stability of soil aggregates in water. Soil Sci., 38 : 185 - 195, 1965
- PHILLIPS, R.E. e DON KIRKHAN, Mechanical impedance and corn root growth. Soil Sci. Soc. Amer.Proc. 26: 319 - 332 , 1962
- PIMENTEL GOMES, F. Estatística Experimental. ESALQ/USP, Piracicaba, 268p. 1966
- PRIHAR, S.S. e VAN DOREN, D.M.; Mode of Response of Weed-Free Corn to Post-Planting Cultivation Agronomy Journal vol.59 513 - 515, 1967
- RICHARDS, L.A. Pressure membrane apparatus, construction and use, Agr. Eng., 28: 451 - 454, 1947
- ROSEMBERG, N.J. e WILLITS, N.A. Yield and physiological response of barley and beans grown in artificially compacted soils. Soil Sci.Amer. Proc. 26: 78 - 82, 1962
- SHEAR, G.M. The development of the No-tillage concept in the United States. Outlook on Agriculture, 5 : 247 - 251, 1968



- SMITH,R.M. e BROWNING,D.R. Some suggested laboratory standards - of subsoil permeability. Soil Sci.Soc. Am. Proc. 11(1): 21 - 26 , 1946
- SOHNE,W. Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractor tyres. Agr. Eng., 39: 276 - 281 , 1958
- STEPHEN,J.M.; HORNER,G.M.; COX,L.M. e CARY,E.E.; Soil Profile Modification by Backhoe Mixing and Deep Plowing Transactions of the A.S.A.E. - 775 - 779, 1960
- SWAMY,A.A.; HAY,R.C.; e BATEMAN,H.P.; Effect of minimum tillage on physical properties of soils and crop response: Transation of the A.S.A.E. 3: 8 - 11, 1960
- TRIPLETT,G.B.; VAN DOREN,D.M.; e JOHNSON W.R., Non -plowed strip tilled corn culture . Transation of the A.S.A.E. 7: 105 - 105, 1964
- TROUSE,A.C. e RUMBERT,R.P. Some effects of soil compaction on the development of sugar cane roots. Soil Sci.,91 : 208 - 217, 1961
- U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook,60p. 1954
- VAN DOREN,D.M.;TRIPLETT,G.B. e HENRY ,J.E. Influence of Long Term Tillage,Crop Rotation,and Soil Type Combinations on Corn yield . Soil Sci.Soc. Am. J.40:100 - 105 1976

- VEIHMEYER, F.J. e HENDRICKSON, A.H. Soil density and root penetration . Soil Sci., 65:487 - 493, 1948
- VETTORI, L. Métodos de Análises de Solo. Boletim Técnico nº 7 , Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro ,1969
- WIERSUM, L.K. The relationship of the size and structural rigidity of pores and their penetration by roots. Plant and Soil, 9: 75 - 85, 1957
- WILLIANSO, R.E. The Effect of Root Aeration on Plant Growth . Soil Sci. Soc. Proc. 28: 86 - 87 ,1964
- WITTSSELL, L.E. e HOBBS, J.A. Soil compaction effects on field plant growth . Agron. J. 57: 534 - 37 , 1965
- ZIMMERMAN, R. P. e KARDOS, L.T. Effects of bulk density on root growth. Soil Sci., 91: 280 - 288, 1961