



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido

NO 24

P.00-11

MAI 1979

Travessa Dr. Enéas Pinheiro s/n  
Caixa Postal, 48 - Tel. 226-1541 - 66.000 - Belém-PA

ESGOTADO

comunicado  
técnico

DENSIDADE APARENTE E POROSIDADE DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO DO MILHO

ANTONIO RONALDO CAMACHO BAENA

SATURNINO DUTRA

EMBRAPA

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO

COMUNICADO TÉCNICO Nº 24

DENSIDADE APARENTE E POROSIDADE DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO DO MILHO

ANTONIO RONALDO CAMACHO BAENA  
Engº Agrº, M.S. em Manejo de Solos Tropicais  
Pesquisador do CPATU

SATURNINO DUTRA  
Engº Agrº, M.S. em Produção Animal  
Pesquisador do CPATU

BELEM  
CPATU  
maio de 1979

Baena, Antonio Ronaldo Camacho

Densidade aparente e porosidade do solo no desenvolvimento do milho. Belém, CPATU, 1979.

11p. ilustr. (EMBRAPA-CPATU, Comunicado Técnico, 24)

1. Física dos solos. 2. Solos - Densidade.  
3. Milho - Pesquisa. I. Dutra, Saturnino, II.  
Série. III. Título.

CDD: 631.43

CDU: 631.43:633.15

# DENSIDADE APARENTE E POROSIDADE DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO DO MILHO

## S U M Á R I O

	p.
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
2 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	3
3 - <u>RESULTADOS</u> .....	4
4 - <u>DISCUSSÃO</u> .....	5
5 - <u>CONCLUSÕES</u> .....	6
6 - <u>ANEXOS</u> .....	7
6.1 - MÉDIA GERAL DA DENSIDADE APARENTE E POROSIDADE TOTAL POR TRATAMENTO .....	7
6.2 - CRESCIMENTO MÉDIO DO MILHO (cm) E DATAS DE MEDIÇÃO .....	8
6.3 - TESTE DE DUNCAN PARA O CRESCIMENTO DO MILHO ENTRE OS DIVERSOS TRATAMENTOS .....	9
6.4 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO SIMPLES ENTRE CRESCIMENTO DO MILHO E PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO .....	10
7 - <u>FONTES CONSULTADAS</u> .....	11

## DENSIDADE APARENTE E POROSIDADE DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO DO MILHO

RESUMO: Estudou-se o efeito de três valores de densidade aparente e porosidade do solo no crescimento do milho. O solo usado, caracterizado como Terra Roxa Estrutura Eutrófica Textura Argilosa de Altamira-Pará, foi acondicionado em caixas de madeira de dimensões 20x20x30 cm. Medições de altura do milho foram tomadas periodicamente e os resultados analisados estatisticamente. Observou-se um retardamento no crescimento do milho com o aumento da densidade e diminuição da porosidade do solo.

### 1 - INTRODUÇÃO

Os solos da Amazônia Brasileira, principalmente os de terra firme, em grande parte são tidos como de baixa fertilidade natural, porém dotados de boas propriedades físicas, apresentando uma estrutura favorável ao desenvolvimento do sistema radicular e sustentação vegetal. Estas atribuições são na maioria de correntes de descrições efetuadas em perfis no campo, sem tomar em conta medidas reais que definam melhor as variações das propriedades físicas do solo, tanto em condições de cobertura natural quanto sob cultivos em geral, e de que maneira estas propriedades interferem no desenvolvimento das plantas.

O preparo de área para cultivo acarreta modificações nas propriedades físicas dos solos com intensidade que variam com o método de preparo utilizado. Existe atualmente um grande número de projetos agropecuários utilizando diversos métodos de preparo de áreas, alguns deles utilizando maquinaria pesada. Além do arraste da camada superficial do solo, onde está concentrada a maioria dos nutrientes, o peso das máquinas provoca um aumento na

densidade do solo, tornando-o mais compacto e dificultando o desenvolvimento vegetativo pelo impedimento mecânico ao desenvolvimento do sistema radicular. Paralelamente ao aumento da densidade, ocorre a diminuição da porosidade, acarretando geralmente deficiência de drenagem e posterior "runoff", com conseqüências maiores nas regiões de alta pluviosidade como na Amazônia.

Vários aspectos da compactação do solo e conseqüências no crescimento vegetativo têm sido discutidos na literatura. Trowse e Baver, citados por Baver e colaboradores (v.7-1), reportaram que o efeito do trânsito de máquinas na compactação do solo se fez sentir na velocidade da infiltração de água e na mudança da porosidade do solo, e que a velocidade de infiltração de cresce de 8 cm/h em áreas sem mecanização para 2 cm/h em áreas com mecanização, principalmente devido à redução de 62% na porosidade dos 15 cm superficiais do solo. Além da maquinaria pesada, excessiva compactação do solo pode ser causada por carga exagerada de animais em pastoreio, aumentando a densidade aparente e diminuindo a porosidade, permeabilidade e rendimento forrageiro, principalmente em áreas onde o solo apresenta-se alternadamente úmido e seco (v.7-7).

Lawton (4), Trowse e Baver (8) obtiveram evidências substanciais para afirmar que a aeração está positivamente correlacionada com o desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Em experimentos com milho, o crescimento das raízes decresceu em 65% quando o solo em estudo foi compactado para reduzir a porosidade de 37 para 1% (v.7-4), e em solos com densidade variando de 0,94 a 1,30 g/cm<sup>3</sup> com dois diferentes teores de água, o crescimento das raízes decresceu com o aumento da densidade (v.7-5). Bertrand e Kohnke (v.7-2) estabeleceram uma correlação significativa entre difusão de oxigênio no solo e o crescimento de milho em solo compactado, concluindo que a restrição ao crescimento das raízes está em função principal da deficiência de aeração pela dimi

nuição da porosidade no solo compactado.

Gardner e Danielson (v.7-3), Tachett e Pearson(v.7-6) obtiveram alta correlação entre a penetração das raízes de algodão e a porosidade do solo. Veihmer e Hendrickson (10) estudaram a relação entre densidades de diferentes tipos de solos e a penetração de raízes de girassol, encontrando que a densidade limitante para solos arenosos está em torno de  $1,75 \text{ g/cm}^3$ , enquanto que para os solos argilosos varia entre  $1,46$  e  $1,63 \text{ g/cm}^3$ . Baver e colaboradores (v.7-1) mostraram que o desenvolvimento radicular de várias espécies apresentava uma tendência paralela a uma camada compacta de solo ("hardpan") a uma determinada profundidade.

O objetivo deste trabalho é estudar o efeito de diferentes densidades e porosidades do solo no desenvolvimento vegetativo em solos da Amazônia Brasileira.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido na sede do CPA Trópico Úmido, em Belém - Pará, durante os meses de agosto a novembro de 1978. O solo usado foi uma Terra Roxa Estruturada Eutrófica, com 60% de argila, coletada no município de Altamira-Pará. Utilizou-se o milho (*Zea mays* var. BR-104) como planta teste, por ser uma espécie comum à região e cujo cultivo tende a se expandir. A relativa fertilidade do solo utilizado foi para que a falta de nutrientes não viesse a ser um fator limitante na germinação das sementes de milho, com poder germinativo correspondente a 99%.

Foram confeccionadas 12 caixas de madeira, tendo cada uma  $20 \times 20 \times 30 \text{ cm}$ , totalizando um volume de  $12.000 \text{ cm}^3$ . Três séries de caixas foram agrupadas em três blocos e cheias com solo nas seguintes quantidades: 21.000, 17.800 e 14.000g, para as séries 1, 2 e 3, respectivamente. Considerando-se que no momento do

enchimento das caixas o solo possuía 22% de umidade em peso, obtiveram-se os seguintes valores de densidade aparente (DA) para cada série em estudo: Tratamento 1 - DA 1,36 g/cm<sup>3</sup>, Tratamento 2 - DA 1,16 g/cm<sup>3</sup> e Tratamento 3 - DA 0,91 g/cm<sup>3</sup>.

Depois de aleatorizados os tratamentos dentro de cada bloco experimental, plantou-se 4 sementes de milho em cada caixa, tendo-se o cuidado de regar diariamente cada unidade experimental. O crescimento das plantas foi medido periodicamente, considerando-se a altura da planta tomada da superfície do solo, na caixa, até a ponta da folha mais desenvolvida. Depois da última medição do crescimento vegetativo, as caixas foram abertas em um de seus lados e coletados de cada uma 3 amostras em anéis volumétricos de 100cm<sup>3</sup>, para determinação da porosidade total (PT). As determinações foram feitas utilizando-se o Dikvolunometer do CPA Trópico Úmido.

### 3 - RESULTADOS

Os valores médios de Densidade Aparente (DA) e Porosidade Total (PT) obtidos para cada tratamento e usados na análise estatística dos resultados são mostrados no Quadro 1.

Tratamentos seguidos por diferentes letras apresentam diferença significativa ( $p < 0,01$ ), segundo o teste de Duncan. Desta maneira, a densidade aparente e a porosidade total são estatisticamente diferentes entre os tratamentos estudados.

O Quadro 2 mostra as médias do crescimento do milho em cada caixa nas respectivas datas de medição. Não se observaram diferenças no crescimento vegetativo nas primeiras avaliações experimentais, porém, considerando o crescimento médio acumulado por parcela, houve marcadas diferenças nas últimas avaliações entre os tratamentos experimentais (v. Quadro 3).

O coeficiente de correlação simples entre o crescimento vegetativo a diferentes idades e os parâmetros físicos do solo são apresentados no Quadro 4.

De acordo com estes resultados, observa-se uma correlação positiva e significativa entre o crescimento final e a porosidade do solo, e uma correlação negativa e significativa entre o crescimento final e a densidade aparente do solo. Em outras palavras, ao diminuir a densidade aparente e ao aumentar a porosidade do solo, verifica-se um aumento no crescimento vegetativo do milho.

#### 4 - DISCUSSÃO

Este experimento é uma tentativa de se observar o efeito de diferentes valores de densidade aparente e porosidade total no desenvolvimento das plantas, sendo usado neste caso o milho variedade BR-104.

De uma maneira geral, os resultados apresentados nos Quadros 3 e 4 confirmam tendências já verificadas na literatura com experimentos em diferentes tipos de solo e clima, ou seja, com o aumento da densidade do solo e conseqüente diminuição de porosidade, verifica-se uma diminuição ou retardamento no crescimento vegetativo.

Baseado nesta afirmativa, sugere-se que estes dois parâmetros sejam levados em consideração sempre que se pensar em preparo de áreas para cultivo, visto que, qualquer que seja o método utilizado, algumas modificações se fazem sentir sobre a estrutura do solo com influência na densidade e porosidade. O preparo de áreas utilizando maquinarias pesadas e a sobrecarga animal em pastoreio geralmente exercem grandes influências na exploração econômica de áreas agrícolas, principalmente por influenciar o

desenvolvimento das culturas e a longevidade das pastagens.

## 5 - CONCLUSÕES

O aumento da densidade aparente e a diminuição da porosidade do solo Terra Roxa Estruturada Eutrófica Textura Argilosa de Altamira têm efeito retardante no crescimento do milho, que se acentua a partir da terceira semana após a brotação.

BAENA, A.R.C. & DUTRA, S. Densidade aparente e porosidade do solo no desenvolvimento do milho. Belém, CPATU, 1979. 11p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico, 24).

ABSTRACT: The effect of different bulk density and soil porosity values on corn development were studied. The soil used Terra Roxa Estruturada Clayey Texture of Altamira was conditioned in wood box with dimensions of 20x20x30 cm. Corn height measurements were taken periodically and the results taken for statistical analysis. It was observed a delay on corn growth for the higher values of bulk density and the lower values of soil porosity.

6 - ANEXOS

## 6.1 - Quadro 1 - MÉDIA GERAL DA DENSIDADE APARENTE E POROSIDADE TOTAL POR TRATAMENTO

Tratamentos	D.A. g/cm <sup>3</sup>	P.T.%
1	1,36 a	54 a
2	1,16 b	61 b
3	0,91 c	68 c

6.2 - Quadro 2 - CRESCIMENTO MÉDIO DO MILHO (cm) E DATAS DE MEDIÇÃO

TRAT.	BLOCOS	ALTURA 1	ALTURA 2	ALTURA 3	ALTURA 4	ALTURA 5	ALTURA 6	ALTURA 7
		14/08/78	17/08/78	21/08/78	24/08/78	28/08/78	31/08/78	04/09/78
1	1	12,05	29,27	42,22	52,10	53,90	55,00	56,55
	2	8,85	18,57	23,80	33,80	38,07	40,15	42,27
	3	12,95	29,10	40,90	48,20	52,52	52,65	52,97
3	1	12,10	27,10	40,10	46,15	50,80	53,80	56,50
	2	12,42	25,90	40,87	47,72	52,70	54,22	57,70
	3	15,40	32,20	47,85	52,22	57,20	59,50	61,12
3	1	15,40	32,22	47,42	57,57	59,67	62,97	67,72
	2	13,50	28,45	38,57	49,47	52,92	56,27	62,77
	3	14,62	28,55	43,27	52,32	56,00	59,97	64,02

6.3 - Quadro 3 - TESTE DE DUNCAN PARA O CRESCIMENTO DO MILHO ENTRE OS DIVERSOS TRATAMENTOS

ALTURA 1		ALTURA 2		ALTURA 3		ALTURA 4		ALTURA 5		ALTURA 6		ALTURA 7	
TRAT.	MÉDIA	TRAT.	MÉDIA										
3	14,51 a	3	29,74 a	3	43,09 a	3	53,12 a	3	56,20 a	3	59,74 a	3	64,84 a
2	13,31 a	2	28,40 a	2	42,94 a	2	48,83 a	2	33,57 a	2	55,84 ab	2	58,44 a
1	11,28 a	1	25,65 a	1	35,64 a	1	44,70 a	1	48,16 a	1	49,27 b	1	50,60 b

Tratamentos seguidos por letras diferentes apresentam diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

6.4 - Quadro 4 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO SIMPLES ENTRE CRESCIMENTO DO MILHO A PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO

	ALTURA 1	ALTURA 2	ALTURA 3	ALTURA 4	ALTURA 5	ALTURA 6	ALTURA 7
POROSIDADE	0,54 (0,07)	0,30 (0,34)	0,35 (0,27)	0,39 (0,21)	0,41 (0,18)	0,53 (0,08)	0,67* (0,02)
DENSIDADE	-0,55 (0,06)	-0,32 (0,31)	-0,35 (0,26)	-0,40 (0,19)	-0,42 (0,17)	-0,53 (0,08)	-0,68 ** (0,01)

\* Significante ao nível de 5%

\*\* Significante ao nível de 1%

Os dados entre parênteses correspondem ao nível de erro abaixo do qual os valores dos coeficientes de correlação não são significativos.

7 - FONTES CONSULTADAS

- 1 - BAVER, L.O.; GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. Soil Physics, 4. ed. New York, Wiley 1972. 484 p.
- 2 - BERTRAND, A.R. & KOHNKE, H. Subsoil conditions and thier effects on oxigen supply and the growth of corn roots. Proceedings Soil Science Society American, Ann Arbur, 21:135-40, 1957.
- 3 - GARDNER, H.R. & DANIELSON, R.E. Penetration of was layers by cotton roots as affected by some soil physical conditions. Proceedings Soil Science Society of American, Ann Arbur 28:457-60, 1964.
- 4 - LAWTON, K. The influence of soil aeration on the growth and absorption of nutrients by corn plants. Proceedings Soil Science Society of American, Ann Arbur, 10:263-68, 1945.
- 5 - PHILLIPS, R.E. & KIRKHAM, D. Mechanical impedance and corn seedling root growth. Proceedings Soil Science Society American, Ann Arbur, 26:319-22, 1962.
- 6 - TACKETT, J.L. PEARSON, R.W. Oxigen requirements of cotton seedling roots for penetration of compacted soil cores. Proceedings Soil Science Society American, Ann Arbur, 28:600-5, 1964.
- 7 - TANNER, C.B. & MAMARIL, C.P. Pasture soil compactation by animal traffic. Agronomy Journal, Washington, 51(6):329-31, 1959.
- 8 - TROUSE, A.C. Jr. & BAVER, L.D. The effect of soil compactation on root development. Proceedings International Soil Science Society, Ann Arbur, 26:258-63, 1962.
- 9 - VEIHMEYER, F.J. & HENDRICKSON, A.H. Soil density root penetration. Soil Science, Baltimore, 65(6):487-93, 1948.