

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo

Vol. 25

Campinas, junho de 1966

N.º 6

DISPONIBILIDADE DE ÁGUA EM ALGUNS SOLOS SOB CERRADO (¹)

H. PENNA MEDINA e F. GROHMANN, *engenheiros-agrônimos, Seção de Agrogeologia, Instituto Agrônomico*

SINOPSE

Foram estudadas as correlações entre características físicas do solo e ocorrência de vegetação de cerrado no Estado de São Paulo. Para isso, tomaram-se alguns perfis de solo com essa cobertura vegetal e determinaram-se as características físicas mais importantes. Considerando-se que as plantas exploram volume, e não peso, de solo, os dados foram apresentados em porcentagem de volume.

A variação de textura desses solos não foi inferior à encontrada em outros solos cultivados normalmente no Estado. Foram observados desde solos arenosos, com menos de 10% de argila, até solos argilosos, com mais de 55% de argila. Com relação ao sistema água-solo-planta, a variação da disponibilidade de água, nos solos sob cerrado, foi comparável também à encontrada nos diferentes solos aproveitados para agricultura.

Os estudos comparativos dos dados de umidade expressos em volume confirmaram, de modo evidente, o conceito muito discutido de que os solos barrentos são os que apresentam maior disponibilidade de água para as plantas. Vêm, em seguida, os argilosos e, por fim, os arenosos. Verificou-se, também, que a diferença de disponibilidade de água entre solos barrentos e argilosos foi mais acentuada que entre argilosos e arenosos.

Os solos sob cerrado estudados não apresentaram nenhuma característica física que possa ser considerada como responsável pelo aparecimento desse tipo de vegetação.

1 — INTRODUÇÃO

A grande área de solos ocupada pela vegetação de cerrado no Estado de São Paulo (1), justifica o interesse do estudo desses solos.

Os problemas relacionados com os cerrados, porém, não estão restritos aos solos e nem ao território do Estado de São Paulo. Prova disso tem-se na obra "Simpósio sobre Cerrado", editada pela

(¹) Apresentado no II Congresso Latino-Americano e X Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizados em Piracicaba, em julho de 1965. Recebido para publicação a 27 de dezembro de 1965.

Universidade de São Paulo, fruto do trabalho de coordenação realizado sob o patrocínio da Academia Brasileira de Ciência, do Conselho Nacional de Pesquisas e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Nesse trabalho, de âmbito nacional, encontram-se estudos sobre os mais variados aspectos dos cerrados. Destacamos os estudos: "Solos do Cerrado" (10) e "Histórico dos Trabalhos Botânicos sobre Cerrado" (4), relacionados de modo mais direto com o interesse deste trabalho.

Estamos de acordo com Ranzani (10), quando diz em suas conclusões: "As condições presentes nos solos desenvolvidos sob vegetação de cerrado demandam maiores estudos". De fato, as correlações entre características físicas do solo e ocorrência de vegetação de cerrado, não estão ainda suficientemente esclarecidas.

O objetivo deste trabalho é ampliar os conhecimentos de tais correlações e contribuir para melhor aproveitamento desses solos.

2 — MATERIAL E MÉTODO

As amostras de solo utilizadas no estudo representam diversos tipos de textura de solos encontrados nas condições de cerrado. A localização dos perfis é a seguinte: P.850, em Matão; P.851, em Guaira; P.852, em São Joaquim da Barra; P.853, em Orlandia; P.854, em Piraçununga, e um perfil extra, retirado no Hôrto Florestal de Batatais.

De acordo com a classificação da Comissão Nacional de Solos (3) os perfis P. 851, 852 e 853 pertencem ao grande grupo Latossol roxo, e os P. 850, 854 e 855, bem como o extra, ao grande grupo Latossol vermelho-amarelo, fase arenosa.

A análise granulométrica foi feita pelo método da pipeta, empregando-se a agitação violenta para a dispersão mecânica, e como dispersante químico uma solução de N/10 de NaOH (7). A classificação granulométrica usada foi a I.A. Campinas (6).

A massa específica aparente foi determinada pelo método do anel de Kopeck (9), e a massa específica real, pelo método do balão com álcool etílico (9); a partir destes dois dados calculou-se o volume da matéria sólida. A porosidade total foi calculada pela diferença entre volume total do solo e volume da matéria sólida. Para a determinação da microporosidade, a amostra de solo, previamente saturada, foi submetida a uma drenagem sob tensão correspondente a uma coluna de água de 60 cm de altura (5). Por diferença entre a porosidade total e microporosidade calculou-se a microporosidade.

A umidade equivalente foi determinada pelo método da centrífuga, sob 2.440 r.p.m., e corresponde ao teor de umidade retida sob a tensão de aproximadamente uma atmosfera (2).

A máxima capacidade de campo (8), ou seja, o limite superior da faixa de disponibilidade de água para as plantas, foi determinada também pelo método da centrifuga sob 1.410 r.p.m., correspondente a uma tensão de, aproximadamente, 1/3 de atmosfera.

O limite inferior da faixa de disponibilidade de água, ou seja, a umidade de murchamento, foi determinado pelo método da membrana de Richards, que corresponde ao teor de umidade do solo retida sob tensão de 15 atmosferas (11).

Levando-se em consideração que a planta explora volume, e não peso, de solo, achou-se conveniente expressar os dados analíticos em volume. Para a comparação entre os diferentes solos, os dados foram calculados em função da profundidade de cada camada numa área de 1 m² de solo e em seguida recalculados em função das profundidades de 40, 80 e 120 cm.

Os dados de umidade do solo dentro da faixa de disponibilidade de água foram expressos, também, em milímetros de chuva, correspondentes, portanto, à quantidade de chuva que cada camada deverá receber para atingir tal constante de umidade.

A disponibilidade máxima de água foi determinada pela diferença entre a máxima capacidade de campo e a umidade de murchamento.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a textura dos solos estudados (quadro 1), podem eles ser reunidos em três grupos: argilosos (P.851, 852 e 853), barrentos (P.850 e Batatais) e arenosos (P.854 e 855). A porcentagem de argila mostra uma variação de 10 a 56%, contrariando o conceito que vinha generalizando-se de que os solos sob cerrado são arenosos.

No quadro 2, que apresenta as características físicas gerais dos solos, nota-se que a porosidade total e a microporosidade são maiores nos solos argilosos, menores nos arenosos e intermediárias nos barrentos. No caso da microporosidade as diferenças são mais acentuadas. Esse fato assume grande importância, uma vez que a retenção de água pelo solo sob alta tensão está diretamente relacionada com a quantidade de microporos.

Os valores das constantes de umidade do solo, ou seja, capacidade de campo, umidade equivalente e umidade de murchamento decrescem dos solos argilosos para os barrentos e destes para os arenosos. As diferenças, porém, ficam atenuadas quando esses dados são expressos em porcentagem de volume (quadro 3). Isto se explica por ser o fator de transformação da porcentagem de peso para volume (massa específica aparente) menor nos argilosos do que nos outros dois tipos de solo.

QUADRO 1. — Composição e classificação granulométrica de solos sob cerrado

Amostra de solo	Camada	Porcentagem em peso				Classificação textural	
		Argila	Limo	Areia fina	Areia grossa		
	<i>cm</i>	%	%	%	%		
Batatais	0-20	21,0	4,8	27,7	46,5	A. B.	
	20-40	23,0	2,2	23,3	51,5	A. B.	
	40-60	25,5	4,0	22,5	48,0	B	
	60-80	32,5	2,5	27,0	38,0	B	
	80-120 ...	31,7	1,0	30,8	36,5	B	
P. 850 a	0-13	24,0	—	42,0	34,0	A. B.	
	b	13-41	25,5	0,5	40,0	34,0	B
	c	41-87	27,0	—	38,0	35,0	B
	d	87-120 ...	32,0	—	35,0	33,0	B
P. 851 a	0-14	46,7	10,6	33,7	9,0	Arg.	
	b	14-41	53,8	11,7	28,0	6,5	Arg.
	c	41-80	56,5	7,1	30,4	6,0	Arg.
	d	80-120 ...	54,5	11,0	28,0	6,5	Arg.
P. 852 a	0-29	46,5	10,6	24,9	18,0	Arg.	
	b	29-69	49,2	11,8	22,0	17,0	Arg.
	c	69-120 ...	44,5	14,5	25,0	16,0	Arg.
P. 853 a	0-14	51,5	20,1	19,9	8,5	Arg.	
	b	14-42	52,5	21,5	19,0	7,0	Arg.
	c	42-79	55,5	22,5	15,5	6,5	Arg.
	d	79-120 ...	52,5	24,6	16,9	6,0	Arg.
P. 854 a	0-23	13,1	0,3	32,9	53,8	A	
	b	23-62	14,0	2,4	30,6	53,0	A
	c	62-120 ...	15,0	0,9	31,2	52,9	A
P. 855 a	0-25	10,0	1,1	29,9	59,0	A	
	b	25-55	12,0	0,5	30,4	57,0	A
	c	55-120 ...	13,3	—	33,7	53,0	A

Quantidade de argila, matéria sólida, capacidade de campo, umidade de murchamento e disponibilidade máxima de água, foi calculada para cada camada, considerando-se uma área de um metro quadrado de solo (quadro 4). Para uma melhor análise comparativa, êsses dados foram recalculados para as profundidades de 40, 80 e 120 cm (quadro 5).

Os solos arenosos, com alto volume de matéria sólida, muito baixo teor de argila e microporosidade baixa, apresentam capacidade de campo e umidade de murchamento baixas. Em consequência, possuem baixa disponibilidade de água.

QUADRO 2. — Características físicas gerais de solos sob cerrado

Amostra de solo	Camada	Massa específica aparente	Massa específica real	Porcentagem em volume				
				Matéria sólida	Argila	Porosidade		
						Total	Macro	Micro
		%	%	%	%	%		
Batatais	0-20	1,30	2,63	53,6	11,3	46,4	28,7	17,7
	20-40	1,20	2,63	45,6	10,5	54,4	28,4	25,0
	40-60	1,20	2,67	44,9	11,4	55,1	33,0	22,1
	60-80	1,20	2,70	44,4	14,4	55,6	34,2	21,4
	80-120	1,20	2,70	48,1	15,2	51,9	19,9	32,0
P. 850	0-13	1,41	2,63	53,6	12,9	46,4	19,4	27,0
	13-41	1,43	2,67	53,5	13,6	46,5	16,5	30,0
	41-87	1,49	2,63	56,6	15,3	43,4	10,1	33,3
	87-120	1,40	2,63	53,2	17,0	46,8	16,0	30,8
P. 851	0-14	1,17	2,60	45,0	21,0	55,0	13,4	41,6
	14-41	1,22	2,98	40,9	22,0	59,1	15,1	44,0
	41-80	1,13	3,03	37,3	21,1	62,7	19,7	43,0
	80-120	0,91	3,03	30,0	16,4	70,0	37,0	33,0
P. 852	0-29	1,23	2,82	43,6	20,3	56,4	22,6	33,8
	29-69	1,14	2,82	40,4	19,9	59,6	23,0	36,6
	69-120	1,04	2,86	36,4	16,2	63,6	32,4	31,2
P. 853	0-14	1,15	2,86	40,2	20,7	59,8	14,5	45,3
	14-42	1,15	2,90	39,7	20,8	60,3	16,2	44,1
	42-79	1,00	2,90	34,5	19,1	65,5	28,7	36,8
	79-120	0,99	2,94	33,7	17,7	66,3	24,3	42,0
P. 854	0-23	1,54	2,67	57,7	7,6	42,3	25,1	17,2
	23-62	1,52	2,67	56,9	8,0	43,1	25,0	18,1
	62-120	1,41	2,70	52,7	8,4	47,3	27,7	19,6
P. 855	0-25	1,45	2,63	57,4	5,5	44,9	34,3	10,6
	25-55	1,41	2,67	59,9	6,3	47,2	32,8	14,4
	55-120	1,33	2,70	54,4	6,5	50,8	35,7	15,1

QUADRO 3. — Máxima capacidade de campo (M.c.c.), unidade equivalente (U.eq.) e unidade de murchamento (U.mu.) em solos cerrados

Número do perfil	Profundidade cm	Porcentagem em peso			Porcentagem em volume			Em mm de chuva		
		M.c.c.	U.eq.	U.mu.	M.c.c.	U.eq.	U.mu.	M.c.c.	U.eq.	U.mu.
		%	%	%	%	%	%	mm	mm	mm
Batatais	0-20	21,5	16,0	8,3	28,0	20,8	10,8	56,0	41,6	21,6
	20-40	23,0	18,0	8,7	27,6	21,6	10,4	55,2	43,2	20,8
	40-60	20,0	16,0	9,7	24,0	19,2	11,6	48,0	38,4	23,2
	60-80	20,5	16,5	9,5	24,6	19,8	11,4	39,6	39,6	22,8
	80-120	20,5	16,5	9,8	26,7	21,5	12,7	106,8	86,0	49,6
P. 850 a	0-13	16,0	12,2	7,7	22,6	17,2	10,9	29,4	22,4	14,2
	13-41	17,0	13,0	8,2	24,3	18,6	11,7	68,0	52,1	32,8
	41-87	16,4	12,8	9,0	24,4	19,1	13,4	112,2	87,9	61,6
	87-120	18,8	15,1	10,4	26,3	21,1	14,6	86,8	69,6	48,2
P. 851 a	0-14	27,6	22,8	17,7	32,3	26,7	20,7	45,2	37,4	30,0
	14-41	26,4	22,9	19,2	32,2	27,9	23,4	86,9	79,3	63,2
	41-80	28,4	23,6	20,0	32,1	28,8	22,6	125,2	112,3	88,1
	80-120	29,0	24,0	20,8	26,4	21,8	18,9	105,6	87,2	78,2
P. 852 a	0-29	24,4	21,2	18,5	30,0	26,1	22,8	87,0	75,7	66,1
	29-69	26,8	22,4	18,1	30,6	25,5	20,6	122,4	102,0	82,4
	69-120	26,1	22,0	18,4	27,1	22,9	19,1	138,2	116,8	97,4
P. 853 a	0-14	30,4	25,0	19,8	35,0	28,8	22,8	49,0	40,3	31,9
	14-42	28,0	24,8	21,5	32,2	28,5	24,7	90,2	78,8	69,2
	42-79	30,8	26,0	21,7	30,8	26,0	21,7	114,0	96,2	80,3
	79-120	31,4	25,8	22,3	31,1	25,5	22,1	127,5	104,6	90,6
P. 854 a	0-23	10,4	7,6	4,0	16,0	11,7	6,2	36,8	26,9	14,3
	23-62	10,0	7,2	4,7	15,2	10,9	7,1	52,3	42,5	27,7
	62-120	10,8	7,6	4,9	15,2	10,7	6,9	88,2	62,1	40,0
P. 855 a	0-25	8,0	6,0	3,4	11,6	8,7	4,9	29,0	21,7	12,2
	25-55	8,0	6,2	3,9	11,3	8,7	5,5	33,9	26,1	16,5
	55-120	8,0	6,4	3,9	11,7	8,5	5,2	76,1	55,2	33,8

QUADRO 4. — Características físicas gerais de solos sob cerrado, em diferentes profundidades, expressas em volume e calculadas por metro quadrado de solo

Amostra do solo	Profundidade	Argila	Matéria sólida	Máxima capacidade de campo	Umidade de murchamento	Disponibilidade máxima de água
	cm	m ³	m ³	m ³	m ³	mm de chuva
Batatais	0-20	0,023	0,107	0,056	0,022	0,034
	20-40	0,021	0,091	0,055	0,021	0,034
	40-60	0,023	0,090	0,048	0,023	0,025
	60-80	0,029	0,089	0,049	0,023	0,026
	80-120	0,061	0,192	0,107	0,051	0,056
P. 850 a	0-13	0,017	0,070	0,029	0,014	0,015
	13-41	0,038	0,150	0,068	0,033	0,035
	41-87	0,070	0,260	0,112	0,062	0,050
	87-120	0,056	0,175	0,087	0,048	0,039
P. 851 a	0-14	0,029	0,063	0,045	0,029	0,016
	14-41	0,059	0,110	0,087	0,066	0,021
	41-80	0,082	0,145	0,125	0,088	0,037
	80-120	0,066	0,120	0,106	0,076	0,030
P. 852 a	0-29	0,059	0,126	0,087	0,066	0,021
	29-69	0,080	0,162	0,122	0,082	0,040
	69-120	0,083	0,186	0,138	0,097	0,041
P. 853 a	0-14	0,029	0,056	0,049	0,032	0,017
	14-42	0,058	0,111	0,090	0,032	0,021
	42-79	0,071	0,128	0,114	0,082	0,032
	79-120	0,073	0,138	0,128	0,091	0,037
P. 854 a	0-23	0,017	0,133	0,037	0,014	0,023
	23-62	0,031	0,222	0,059	0,028	0,031
	62-120	0,049	0,306	0,088	0,040	0,048
P. 855 a	0-25	0,014	0,138	0,029	0,012	0,017
	25-55	0,019	0,158	0,034	0,017	0,017
	55-120	0,042	0,320	0,076	0,034	0,042

QUADRO 5. — Características físicas gerais de solo sob cerrado, expressas em volume e calculadas por metro quadrado, nas profundidades de 40, 80 e 120 cm

Amostra de solo	Profundidade		Argila	Matéria sólida	Máxima capacidade de campo	Umidade de murchamento	Disponibilidade máxima de água	
	cm						m ³	m ³
Batatais ...	0-40		0,044	0,198	0,111	0,043	0,068	68
	0-80		0,096	0,377	0,208	0,089	0,119	119
	0-120 ...		0,157	0,569	0,315	0,140	0,175	175
P. 850	0-40		0,054	0,214	0,095	0,046	0,049	49
	0-80		0,115	0,440	0,193	0,100	0,093	93
	0-120 ...		0,183	0,653	0,298	0,158	0,140	140
P. 851	0-40		0,086	0,169	0,129	0,090	0,039	39
	0-80		0,170	0,318	0,257	0,180	0,077	77
	0-120 ...		0,236	0,438	0,363	0,256	0,107	107
P. 852	0-40		0,081	0,170	0,121	0,089	0,032	32
	0-80		0,157	0,327	0,240	0,170	0,070	70
	0-120 ...		0,222	0,473	0,348	0,246	0,102	102
P. 853	0-40		0,083	0,159	0,133	0,096	0,037	37
	0-80		0,159	0,297	0,256	0,183	0,073	73
	0-120 ...		0,230	0,432	0,380	0,271	0,109	109
P. 854	0-40		0,031	0,229	0,063	0,026	0,037	37
	0-80		0,064	0,449	0,123	0,054	0,069	69
	0-120 ...		0,097	0,570	0,184	0,082	0,102	102
P. 855	0-40		0,023	0,217	0,046	0,020	0,026	26
	0-80		0,048	0,419	0,092	0,041	0,051	51
	0-120 ...		0,074	0,616	0,149	0,062	0,087	87

Os solos argilosos, com valores baixos de volume de matéria sólida, alto teor de argila e microporosidade alta, têm capacidade de campo e umidade de murchamento elevadas. Da mesma forma, a disponibilidade de água é relativamente baixa, quase se igualando à dos arenosos.

Os solos barrentos, por sua vez, com valores altos de volume de matéria sólida e médios de argila e microporosidade, apresentam média capacidade de campo, próxima da dos solos argilosos, e baixa umidade de murchamento, pouco superior a dos solos arenosos. Como resultado, a faixa de disponibilidade de água, nesses solos, se alarga, dando-lhes condição privilegiada, conforme se pode apreciar na figura 1, onde êsses dados, expressos em mm de chuva, estão representados gráficamente.

QUADRO 6. — Valores médios de capacidade de campo, umidade de murchamento e disponibilidade máxima de água, expressos em mm de chuva, em solos sob cerrado

Solos	Profundidade em cm	Máxima capacidade de campo	Umidade de murchamento	Disponibilidade máxima de água
Arenosos	0-40	54,5	23,0	31,5
	0-80	107,5	47,5	60,0
	0-120	166,5	72,0	94,5
Argilosos	0-40	127,6	91,6	36,0
	0-80	251,0	177,6	73,4
	0-120	364,0	257,6	106,4
Barrentos	0-40	103,0	44,5	58,5
	0-80	200,5	94,5	106,0
	0-120	306,5	149,0	157,5

Os dados de disponibilidade de água aqui obtidos são semelhantes aos apresentados por Ranzani (10). No entanto, os autores do presente trabalho discordam do critério adotado pelo citado autor na classificação da "capacidade de água disponível", o qual não permite a identificação dos solos com alta disponibilidade de água.

Trabalhando no campo da botânica, especialmente da fisiologia vegetal, Ferri (4) chegou, entre outras, à conclusão de que o desenvolvimento da vegetação dos cerrados, em geral, não é limitado por

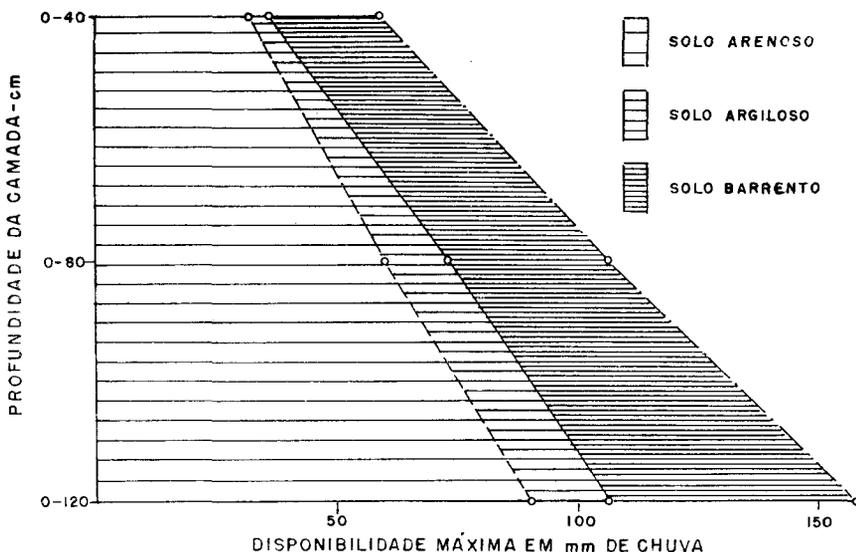


FIGURA 1. — Representação gráfica dos valores médios de disponibilidade máxima de água nos solos arenosos, argilosos e barrentos, a diferentes profundidades e expressos em mm de chuva.

escassez de água. Através do presente estudo, restrito apenas ao campo da física do solo, chegou-se a idêntica conclusão.

4 — CONCLUSÕES

1. Os estudos comparativos dos dados de umidade, expressos em volume, mostraram de modo evidente que os solos barrentos apresentam maior disponibilidade de água para as plantas.

2. Os solos sob cerrado estudados, não apresentaram nenhuma característica física que possa ser considerada como responsável pelo aparecimento desse tipo de vegetação.

WATER AVAILABILITY IN SOME SOILS COVERED WITH CERRADO

SUMMARY

Correlations were studied existing between physical characteristics of soil and occurrence of "cerrado" vegetation in the state of São Paulo. For this purpose some soil profiles with this kind of plant cover were taken and the most important physical characteristics determined. Considering that plants use to explore volume and not weight of soil, data were given in volume percentage.

The variation of texture of these soils was not less than that found in other soils normally under cultivation in the state. A series of soils was observed, from sandy soils with less than 10% of clay up to clayey soils with more than 55% of clay. In regard to the system water-soil-plant, variation of water availability in soils covered with cerrado was comparable with that encountered in the different soils which are used for agriculture.

Comparative studies of the data for moisture expressed in volume have confirmed in an evident way the much discussed concept that loamy soils are those presenting more water availability for plants. These are then followed by the clayey and finally by the sandy soils. It was also observed that difference of water availability is more marked between loamy and clayey soils than between clayey and sandy ones.

The soils covered with cerrado which were studied did not present any physical characteristics that might be considered responsible for the occurrence of this type of vegetation.

LITERATURA CITADA

1. BORGONVI, M. & CHIARINI, J. V. Cobertura vegetal do Estado de São Paulo. I — Levantamento por fotointerpretação das áreas cobertas com cerrado, cerradão e campo em 1960. *Bragantia* 24:157-170. 1965.

2. BRIGES, L. J. & MCLANE, J. W. The moisture equivalent for soils. Washington U. S. Dept. Agr. Bur. Soils, 45 p. (Bul. 45).
3. Comissão de solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 625p. (Bol. 12)
4. FERRI, M. GUIMARÃES. Histórico dos trabalhos botânicos sobre o cerrado. *In* Simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1963. p.19-50.
5. GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia* 19:319-328. 1960.
6. MEDINA, H. PENNA. Classificação granulométrica do solo I. A. Campinas. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. 1961. (No prelo).
7. ———, & GROHMANN, F. Contribuição ao estudo da análise granulométrica do solo. Anais do VI Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. p.29-38. 1962.
8. ———, ———, & ARRUDA, H. V. Considerações gerais sobre capacidade de campo. Nota prévia. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. 1961. (No prelo).
9. PAIVA, J. E. (neto) (e outros). Solos da Bacia Paraná-Uruguai. São Paulo, Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai. 1961.
10. RANZANI, G. Solos de cerrado. *In* Simpósio sobre o cerrado. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1963. p.51-92.
11. RICHARDS, L. A. A pressure membrane extraction apparatus for soil solutions. *Soil Sci.* 51:377-386. 1951.